LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

Freistaat
SACHSEN

Zusammenstellung geogener Hintergrunderwerte in sächsischen Gewässern



Zusammenstellung geogener Hintergrundwerte in sächsischen Gewässern

Sylvia Rohde

Inhaltverzeichnis

1 Einleitung 5
1.1 Ziel und Hintergrund 5
2 Geogene Hintergrundbelastung für Schwermetalle und Arsen sächsischer Fließgewässser 6
2.1 Ziel und Hintergrund 8
2.2 Projektmanagement 9
2.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke 11
2.4 Theoretische Untersuchungen im Erzgebirge/Vogtland 16
2.5 Praktische Untersuchungen in den Referenzgebieten 20
2.6 Referenzgebiet Obere Freiberger Mulde/Bobritzsch 30
2.7 Referenzgebiet Obere Zwickauer Mulde 55
2.8 Referenzgebiet Schwarzwasser 74
2.9 Untersuchung ausgewählter Grubenwässer 119
2.10 Ergebnisse 120
2.11 Zusammenfassung 126
2.11 Literaturverzeichnis 121
2.12 Anlagen 125
3 Geogene Hintergrundwerte für die Rote und Wilde Weißeritz 277
3.1 Ziel und Hintergrund 279
3.2 Projektmanagement 279
3.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke 281
3.4 Gebietsbeschreibung 285
3.5 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände zur geochemischen Charakterisierung 304
3.6 Detailuntersuchungen 322
3.7 Ergebnisse 333
3.8 Zusammenfassung und Diskussion 415
3.9 Literaturverzeichnis 423
3.10 Abkürzungsverzeichnis 428
3.11 Anlagen 429
4 Geogene Hintergrundwerte für die Müglitz 449
4.1 Ziel und Hintergrund 451
4.2 Projektmanagement 452
4.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke 454
4.4 Gebietsbeschreibung 459
4.7 Mineralisationen und Lagerstätten 467
4.8 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände zur geochemischen Charakterisierung 475
4.9 Detailuntersuchungen 487
4.10 Ergebnisse 494
4.11 Zusammenfassung und Diskussion 549
4.12 Literaturverzeichnis 553
4.13 Abkürzungsverzeichnis 557
4.14 Anlagen 557
5 Geogene Hintergrundwerte der Grenzgewässer 567

5.1 Einleitung ... 569
5.2 Bewertungskriterien ... 569
5.3 Kenntnisstand ... 570
5.4 Charakterisierung der zu untersuchenden Oberflächenwasserkörper ... 574
5.5 Konkretisierung der Probenahmepunkte nach der Gebietsanalyse ... 578
5.6 Praktische Arbeiten ... 580
5.7 Auswertung ... 584
5.8 Zusammenfassung ... 593
5.9 Literaturverzeichnis ... 596
6 Geogene Hintergrundwerte der Zwickauer Mulde und der Zschopau ... 599
6.1 Einleitung ... 600
6.2 Bewertungskriterien ... 600
6.3 Kenntnisstand ... 601
6.4 Untersuchungsgebiet ... 602
6.5 Vorgehensweise - Methodik ... 602
6.6 Auswahl und Ableitung der Probenahmepunkte ... 603
6.7 Geologische Situation in den Einzugsgebieten ... 610
6.8 Probenahme und Analytik ... 612
6.9 Ergebnisse und Auswertung ... 613
6.10 Zusammenfassung ... 624
6.11 Literaturverzeichnis ... 625
7 Geogene Hintergrundwerte Schwarze Elster und Spree ... 627
7.1 Hintergrund und Zielstellung ... 630
7.2 Anforderungen der WRRL und deren nationaler Umsetzung ... 630
7.3 Gebietsbeschreibung ... 633
7.4 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände ... 644
7.5 Schlussfolgerungen ... 655
7.6 Handlungsempfehlungen ... 661
7.7 Literaturverzeichnis ... 662
7.8 Anlagen ... 664
8 Geogene Hintergrundwerte Weiße Elster ... 680
8.1 Hintergrund und Zielstellung ... 682
8.2 Anforderungen der WRRL und deren nationaler Umsetzung ... 683
8.3 Gebietsbeschreibung ... 686
8.4 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände ... 697
8.5 Auswertung ... 700
8.6 Schlussfolgerungen ... 715
8.7 Handlungsempfehlungen ... 723
8.8 Literaturverzeichnis ... 724
8.9 Abkürzungsverzeichnis ... 726
8.10 Anlagen ... 727

1 Einleitung

1.1 Ziel und Hintergrund

Zu hohe Metallgehalte in Gewässern können Flora und Fauna schädigen. Deshalb bestehen für viele Metalle Umweltqualitätsnormen, die im Gewässer zur Erreichung des guten Zustandes einzuhalten sind.
Lassen sich die erhöhten Metallgehalte auf eine natürliche geogene Herkunft zurückführen, kann dies bei der Bewertung der Gewässer nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie berücksichtigt werden. Die natürlichen geogenen Hintergrundkonzentrationen treten dann an die Stelle der Umweltqualitätsnormen und der Vergleich der Jahresmittelwerte der Metallgehalte findet gegen diese erhöhten Werte statt. Ziel dieser Bewertung ist es, nur dort Maßnahmen aufzuzeigen, wo anthropogene Belastungen vorliegen, die über die natürlichen Belastungen hinausgehen.

Das sächsische Territorium zeichnet sich durch eine hohe geologische Vielfalt aus. Daher besteht insbesondere für die Gewässer im Bereich des Erzgebirges und des Vogtlands ein besonderes Interesse, die vorhanden geogene Hintergrundkonzentrationen möglichst kleinteilig zu ermitteln.
Beginnend ab 2007 wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens „Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment“ des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie die Grundlagen für die Methodik der Ableitung von Hintergrundkonzentrationen durch das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg gelegt.

In den sich ab 2009 bis 2015 anschließenden Werkverträgen wurden unter Weiterentwicklung der Methodik Hintergrundkonzentrationen für bedeutende Gewässer in Sachsen ermittelt. Zum derzeitigen Stand liegen für ausgewählte Metalle Hintergrundkonzentrationen für die Gebiete der Freiberger – und Zwickauer Mulde einschließlich Flöha und Zschopau, des Schwarzwassers, der Wesenitz und Müglitz und für ausgewählte grenzüberschreitende Gewässer nach Tschechien sowie für Spree, Schwarze Elster und Weiße Elster vor.

Um den Gesamtüberblick über die einzelnen Arbeiten zu erhalten, wurde eine chronologische Zusammenfassung der Abschlussberichte erstellt. Wichtige Ergebnisse zu den geogenen Verhältnissen sind in der beigefügten Access-Datenbank enthalten.

2 Geogene Hintergrundbelastung für Schwermetalle und Arsen sächsischer Fließgewässser



Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes

Dipl.-Min. Annia Greif & Prof. Dr. rer. nat. Werner Klemm

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie,
Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg

Bearbeitungszeitraum: 01.09.2007 bis 31.03.2009

2.1 Ziel und Hintergrund

Das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der gute ökologische und chemische Zustand der Gewässer in der EU, der bis 2015 erreicht werden soll. Für einige Schwermetalle und Arsen zeichnen sich bei den bereits festgelegten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des ökologischen bzw. des chemischen Zustandes Überschreitungen in den Fließgewässern und ihren Sedimenten/Schwebstoffen des sächsischen Grundgebirges ab. Die Ursachen liegen in dem bereits ursächlich geogen bedingten Schwermetallstatus der sächsischen Fließgewässer. Um weitere immissionsseitige Umweltqualitätsnormen für Schwermetallkonzentrationen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment abzuleiten bzw. Überschreitungen bestehender Qualitätsnormen rechtfertigen zu können, ist die gewässerspezifische Beurteilung der natürlicherweise vorhandenen geogenen Schwermetallgehalte notwendig. Ziel des Forschungsprojektes ist eine weitere Differenzierung und Ausweisung geogener Hintergrundwerte für die o.g. Kompartimente bis auf die Ebene der Oberflächenwasserkörper.

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes durch das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg im Auftrag des LfULG schließt an das LfUG-Forschungsprojekt „Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer“ (Bearbeitungszeitraum 05.11.2004 bis 31.10.2005, AZ 13.8802.3522/72) an, in dem gezeigt werden konnte, dass

- eine Abschätzung des geogenen Backgrounds einzugsgebietsbezogen anhand vorhandener prospektionsorientierter Untersuchungen an Bachsedimenten <200 µm vorgenommen werden kann,
- in den Oberläufen der Mittelgebirgsbäche ein erhebliches Wissensdefizit, insbesondere bezüglich der Wasserphase aber auch bei den schwebstoffbürtigen Sedimenten <20 µm vorliegt,
- nach klassischer prospektionsorientierter Vorgehensweise neue Erkenntnisse über die Background-Situation der Wässer (Gesamtgehalte/gelöste Bestandteile) und schwebstoffbürtigen Sedimente <20 µm in ausgewählten Teileinzugsgebieten gewonnen werden können.

Für Sachsen zeigte sich, dass die Anwendung geogener Hintergrundkonzentrationen als Additiv zur ökotoxikologisch definierten Schwelle notwendig wird und sinnvoll ist. Aufgrund der großen Differenziertheit des geochemischen Inventars sächsischer Gesteine und Böden sowie der vielfältigen Mineralisationen und Lagerstätten und der historisch gewachsenen Bodenbelastung ist eine Ableitung überregionaler Hintergrundkonzentrationen, basierend auf Flussgebietseinheiten, nicht vertretbar. Für das Erzgebirge/Vogtland wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes die Ableitung von regionalen geogenen Hintergrundkonzentrationen aus Teileinzugsgebieten (Oberflächenwasserkörpern) geprüft und diskutiert.

Einen Fortschritt in der Rechtsgrundlage stellt die EG-Tochter-Richtlinie dar, in deren Anhang Anhang I Teil B Nr. 3 (WRRL 2008) die Ausweisung geogener Hintergrundwerte zulässt:

> „Die Mitgliedstaaten können bei der Beurteilung der Überwachungsergebnisse anhand der Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen:
> a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni), wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern; und …“

Die natürliche Hintergrundkonzentration (HGK) für Metalle beschreibt einen Zustand, der frei von anthropogenen Belastungen ist.

Das Ziel besteht perspektivisch in der Entwicklung einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen mit dem Ziel der Ableitung nachvollziehbarer und vergleichbarer Bewertungsgrundlagen, um eine entsprechende EU-weite Akzeptanz zu erlangen.

Die Ableitung überregionaler Hintergrundkonzentrationen, ist für Gebiete ohne spezifische geologische Besonderheiten, d.h. für lithogen homogene Gebiete ohne chalkogene Einflüsse bis zur Flussgebietseinheit vertretbar.
Für Gebiete mit inhomogenen lithogenen Gegebenheiten und chalkogenen Komponenten (Mineralisationen und Lagerstätten) ist die Ausweisung regionaler ggf. auch lokaler Hintergrundkonzentrationen unvermeidbar. Dazu gehören auch die Wasserkörper des Erzgebirges/Vogtlandes.

Die Methodik zur Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte umfasst folgende Schritte:

- Ermittlung der Einzugsgebiete (Oberflächenwasserkörper (OWK), für die aufgrund der geologischen/ lagerstättenkundlichen Gegebenheiten mit umweltrelevanten geogenen Belastungen zu rechnen ist,
- Aufnahme der geologischen / lagerstättenkundlichen Situation in den ausgewählten Gebieten zur Abschätzung der zu erwartenden Elementpalette,
- Prüfung des primären (bewertungsrelevanten) Datenbestandes von Wässern und Sedimenten und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Prüfung des sekundären (Meta-) Datenbestandes von Bachsedimenten (aus der geochemischen Prospektion), Gesteinen und Böden und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Prüfung des Vorkommens und der Art von Mineralisationen und Lagerstätten sowie ihrer Auswirkungen auf dasGewässersystem (ggf. Altbergbauanalyse)
- Ausgleich von Datendefiziten durch Neubeprobungen unter Berücksichtigung der geogenen Gegebenheiten und der Methodik der vorhandenen Datenerhebungen
- Ableitung von regionalen (GEBKZ) bzw. lokalen (OWK bzw. OWK Gruppen) Hintergrundkonzentrationen (P50) für Teileinzugsgebiete in der wässrigen Phase und im schwebstoffbürtigen Sediment.

2.2 Projektmanagement

Die hauptsächliche Belastung mit Arsen und Schwermetallen in den Schwebstoffen/Sedimenten liegt im grundgebirgsgeprägten Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes in folgenden Flussgebieten vor:

- Oberlauf der Weißen Elster einschließlich der Göltzsch (bis zur Landesgrenze), Fläche ca. 1110 km2
- Ober- und Mittellauf der Zwickauer Mulde einschließlich des Lungwitzbaches zuzüglich der Würschnitz und der Zwönitz, Fläche ca. 1500 km2
- Ober- und Mittellauf der Freiberger Mulde einschließlich der Striegis; Ober- und Mittellauf der Zschopau einschließlich der Flöha: Fläche ca. 2500 km2
- westliche Teileinzugsgebiete der oberen Elbe: Gottleuba, Müglitz, Rote und Wilde Weißeritz, Fläche ca. 700 km2.

Das ist ca. 1/3 der Landesfläche Sachsens (Abb. 2-1).

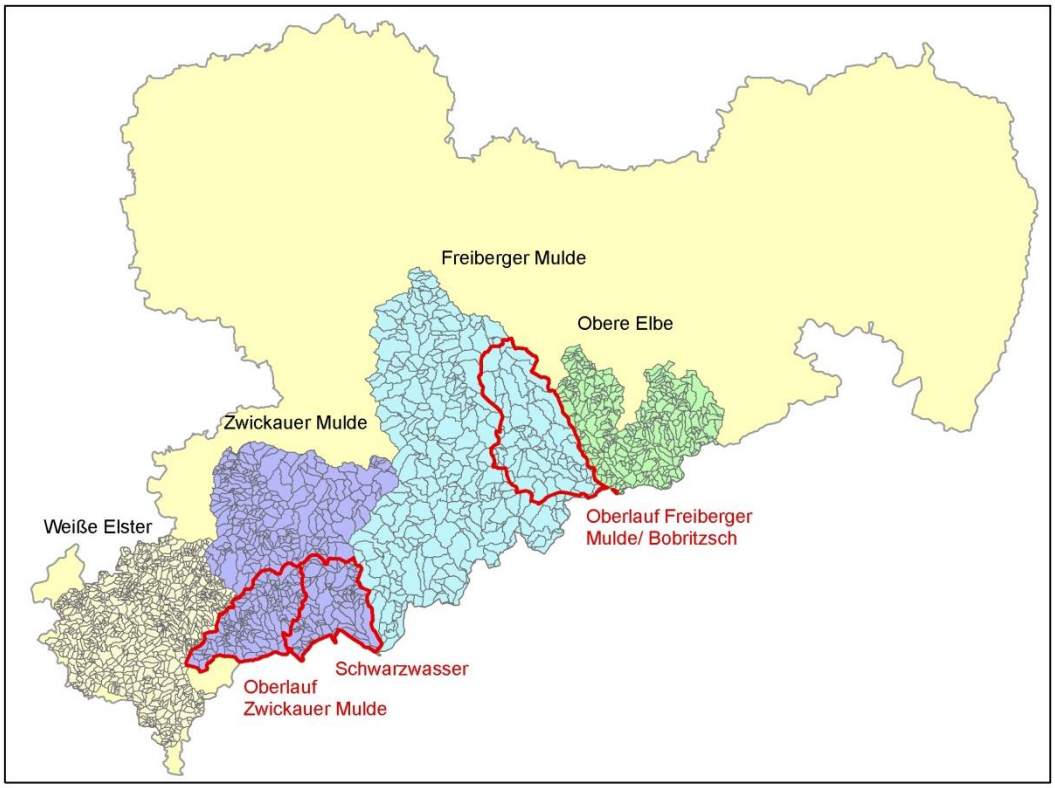


Abb. 2-1: Übersicht über die Flussgebiete im grundgebirgsgeprägten Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes und die ausgewählten Detailgebiete

Das Vorgängerprojekt (Greif & Klemm 2005) hat gezeigt, dass die vorhandenen Datenbestände der wässrigen Phase und der schwebstoffbürtigen Sedimente <20 µm, die im Rahmen des Messnetzes Oberflächenwasser fortlaufend erhoben werden, nur in Einzelfällen für die Bewertung von geogenen Hintergrundbelastungen herangezogen werden können, da der Schwerpunkt dieses Messnetzes auf der Kontrolle des IST.-Zustandes der Oberflächengewässer liegt.

Daher vereint das aktuelle Forschungsprojekt in sich theoretische und praktische Aufgabenstellungen. Bei der Charakterisierung der Teileinzugsgebiete im Gebiet Erzgebirge/Vogtland wird eine Erweiterung des jetzigen Kenntnisstandes über die mittleren Spurenelementgehalte in Bachsedimenten (stream sediment) durch Angaben zum Elementstatus der Gesteine (lithogener Anteil am geogenen Hintergrund) und Böden (pedogener Anteil) als primäre Quellen der Schwebstoffe/Sedimente angestrebt.

Für das beschriebene Untersuchungsgebiet von ca. 6.000 km^2 sind für eine geochemische Charakterisierung bei einer mindestens erforderlichen Probenahmedichte von 1 Probe/10 km^2 ca. 600 Analysen (jedes Kompartiments) notwendig. An dieser Stelle sei noch einmal darauf verwiesen, dass die prospektionsorientierten Arbeiten im Erzgebirge eine Probendichte von 1,4 Proben/km^2 erreichten (PÄLCHEN ET AL. 1982). Unter Berücksichtigung der inhomogenen regionalen Verteilung und wechselnden Intensität sowie des Elementinhalts von Mineralisationen und Lagerstätten (chalkogener Anteil am geogenen Hintergrund) wurden in Abstimmung mit dem AG folgende drei Teileinzugsgebiete für eine Neubearbeitung ausgewählt, in denen je ca. 40 Probenahmepunkte festgelegt wurden (Abb. 2-1):

(1) Oberlauf der Freiberger Mulde einschließlich der Bobritzsch (ca. 540 km^2),

(2) Oberlauf der Zwickauer Mulde bis Mündung des Schwarzwassers (ca. 316 km^2),
(3) Einzugsgebiet des Schwarzwassers im sächsischen Westerzgebirge (ca. 361 km^2).

Die oberen Einzugsgebiete der Freiberger und Zwickauer Mulde sind hinsichtlich ihres originären geochemischen Charakters prägend für den gesamten Flussverlauf und wurden daher für besonders wichtig erachtet. Sie unterscheiden sich in ihrem Stoffbestand sowohl lithogen als chalkogen voneinander. Das Einzugsgebiet des Schwarzwassers ist durch eine sehr hohe Mineralisationsdichte und –vielfalt, zahlreiche Grubenreviere und Halden gekennzeichnet und stellt für die Untersuchungen zum geogenen Background eine besondere Herausforderung dar.

Die Probenahme umfasste an jedem Probenahmepunkt die Entnahme von Wasserproben (gesamt und gelöst) und schwebstoffbürtigen Sedimenten. Im geochemisch-analytischen Labor des Instituts für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg schloss sich die Probenvorbereitung und die Analyse auf eine ausgedehnte Elementpalette an (vgl. Kapitel 5). Mit der Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) (vormals UBG) in Neusörnewitz wurden Festlegungen zur Probenvorbereitung (Aufschlussverfahren), Analytik (Bestimmungsgrenzen) und Qualitätssicherung (Vergleichsproben) getroffen.

2.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke

Die gesetzlichen Grundlagen der Europäischen Union sind in der Wasserrahmenrichtline (WRRL 2000) festgelegt, die seit 2000 existiert und ständig fortgeschrieben wird (WRRL 2006, WRRL 2008). Für Sachsen gilt die SächsWRRLVO (2004).

Schwebstoffe/Sedimente
Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente wurden für die Elemente As, Cr, Cu und Zn verbindliche Qualitätsnormen festgelegt (SÄCHSWRRLVO 2004) (Tab. 3-1). Weitere Normen werden für die Elemente Ag, Ba, Be, Co, Mo, Sb, Sn, Tl, Ti, U, V diskutiert (LFUG 2005). Bisher unterliegen die chemischen Umweltqualitätsnormen für Wässer/Schwebstoffe/Sedimente keinen einheitlichen EU-weit gültigen Vorgaben hinsichtlich der Art der Probenahme, der zu verwendenden Korngröße des Schwebstoffs/Sediments und der Art des Aufschlusses! Zwischen den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden Absprachen hinsichtlich einer einheitlichen Korngröße von 20 µm getroffen. Es fehlen Vorgaben für Cd, Pb etc.

Tab. 3-1: Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Einstufung der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes (Sedimente)

Element	UQN [mg/kg]	Quelle	Anmerkungen
As	**40**	SÄCHSWRRLVO (2004)	verbindlich
Cr	**640**		
Cu	**160**		
Zn	**800**		
Sb	110		

Ba	430	LFUG (2005)	Vorschläge
Be	0,04-4		
Co	0,3-30		
Mo	8		
Ag	1,8		
Tl	1		
Ti	725		
U	0,5		
V	35		
Sn (anorg.)	200		

Wasser

Die Bewertung der wässrigen Phase von Fließgewässern gestaltet sich schwierig. Primär lagen nur Normen für Hg und Cd im Wasser vor (SÄCHSWRRLVO 2004) (Tab. 3-2). Normenvorschläge gibt es für die Elemente Ag, B, Ba, Be, Co, Mo, Se, Sb und Te, wobei für Ag explizit die Angabe der gelösten Gehalte gefordert wird (LFUG 2005). Positiv ist der bei einigen Elementen getroffene Ansatz UQN + HGW (Umweltqualitätsnorm plus Hintergrundwert) zu bewerten. Negativ fällt das Fehlen von Vorgaben für As etc. auf. Die EG-TochterRL (WRRL 2008) gibt differenzierte UQN für Cd in Abhängigkeit von der Wasserhärte ($CaCO_3$) sowie UQN für Pb, Hg und Ni an. Für Cd und Hg wird neben der Einhaltung des Jahresdurchschnitts (JD-UQN) auch die der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN) gefordert (Tab. 3-2).

Tab. 3-2: Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wässer)

Element	UQN [µg/l]	Quelle	Anmerkungen
Hg	1	SÄCHSWRRLVO (2004)	gesamt
Cd	1		
Cd	**≤0,08 (<40 mg $CaCO_3$/l)** **0,08 (<50 mg $CaCO_3$/l)** **0,09 (<100 mg $CaCO_3$/l)** **0,15 (<200 mg $CaCO_3$/l)** **0,25 (≥200 mg $CaCO_3$/l)**	**EG-TochterRL 2008/105/EG (WRRL 2008)**	**JD-UQN** Jahresdurchschnitt in Binnenoberflächengewässern, filtriert <0,45 µm
Cd	**≤0,45 (<40 mg $CaCO_3$/l)** **0,45 (<50 mg $CaCO_3$/l)** **0,6 (<100 mg $CaCO_3$/l)** **0,9 (<200 mg $CaCO_3$/l)** **1,5 (≥200 mg $CaCO_3$/l)**		**ZHK-UQN** Zulässige Höchstkonzentration in Binnenoberflächengewässern, filtriert <0,45 µm
Pb	**7,2**		**JD-UQN**
Hg	**0,05**		**JD-UQN**

Hg	**0,07**		**ZHK-UQN**
Ni	**20**		**JD-UQN**
Sb	20	LFUG (2005)	QN-V Qualitätsnorm-Vorschläge, tw. zuzüglich HGW (Hintergrundwert)
Ba	60+HGW		
Be	0,1		
B	100		
Co	0,9+HGW		
Mo	7+HGW		
Se	2,5		
Ag (gelöst)	0,03		
Te	20		
Tl	0,1		
Ti	15		
U	1,5+HGW		
V	2,4+HGW		
Sn (anorg.)	3,5		

In den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wird auch der Bezug von Elementgehalten in Oberflächenwässern zu den Geringfügigkeitsschwellenwerten diskutiert, die für das Kompartiment Grundwasser ausgearbeitet wurden (Tab. 3-3). Gemäß LAWA (2004) wird die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden. Die GFS können als Anhaltspunkt dienen, jedoch ist bei Oberflächenwasser nicht davon auszugehen, das es – im Gegensatz zum Grundwasser - überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleibt. Das Grundwasser bildet jedoch den Basisabfluss von Oberflächenwasser und soll - wie das Oberflächenwasser als Bestandteil des Naturhaushalts - als Lebensraum intakt gehalten werden. Deshalb sind die Qualitätskriterien der Oberflächenwässer in der Regel auch für das Grundwasser anwendbar. Dies wird auch durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) bekräftigt. In Anhang V Nr. 2.3.2 dieser Richtlinie wird ausgeführt, dass „die chemische Zusammensetzung des Grundwasserkörpers ... so beschaffen (sein muss), dass die Schadstoffkonzentrationen ... nicht derart hoch sind, dass die in Artikel 4 spezifizierten Umweltziele für in Verbindung stehende Oberflächengewässer nicht erreicht werden."

Bei der Risikobewertung von anorganischen Spurenelementen, insbesondere von Metallen, muss im Unterschied zu organischen Stoffen berücksichtigt werden, dass sie geogen bedingt im Grundwasser vorkommen und die Organismen diesen in der Regel geringen Konzentrationen natürlicherweise ausgesetzt sind. Die in der aquatischen Umwelt natürlich vorhandenen Spurenelementkonzentrationen unterliegen einer zeitlichen Dynamik und können bis zu mehreren Größenordnungen schwanken. In diesem gesamten Schwankungsbereich halten Organismen ihr intrazelluläres Niveau weitgehend konstant. Um dieses berücksichtigen zu können, und um zu vermeiden, dass anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser beim Vergleich mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten

als belastet zu bewerten wäre, wurde bei den anorganischen Spurenstoffen nach dem „added risk approach“ zu den ökotoxikologisch abgeleiteten Werten ein Basiswert addiert, der die Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland charakterisiert. Zur Bestimmung dieses Basiswertes wurden in einem Forschungsprojekt der LAWA die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungsprogramme der Bundesländer ausgewertet (KUNKEL ET AL. 2004). In Tabelle 3-3 sind die Basiswerte für anorganische Spurenelemente als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentilwerte der 15 hydrogeologischen Bezugsräume dargestellt. Diese Werte werden zur ökotoxikologischen Wirkungsschwelle addiert und ergeben dann die Geringfügigkeitsschwellenwerte. Der Nachweis der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt grundsätzlich durch Vergleich der ermittelten oder prognostizierten Stoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten, er muss jedoch für jeden Anwendungsfall spezifisch erfolgen. Vergleichbar zu Anhang 2 Nr. 3.2 der Bundesbodenschutzverordnung (BBODSCHV 1999), in dem verbindliche Anwendungsregeln für Prüfwerte getroffen werden, wird für bestimmte Anwendungsfälle wasserrechtlich präzisierend zu bestimmen sein, welche Randbedingungen dabei gelten. So weisen z.B. Sickerwässer von natürlichen/naturnahen Böden (insbesondere Oberböden) bei Schwermetallen teilweise höhere Konzentrationen als das Grundwasser auf. Bei der Erarbeitung von technischen Regelungen zur Verwertung muss dieser Sachverhalt deshalb berücksichtigt und die Korrektur der toxikologisch abgeleiteten Werte anhand der Basiswerte aus den Daten zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit abgeändert werden. Überschreiten die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwellenwerte, können von den zuständigen Behörden unter Berücksichtigung der Ableitungskriterien für den Einzelfall Werte festgelegt werden (LAWA 2004).

Die Trinkwasserverordnung der BRD (TRINKWV 2001) stellt Grenzwerte für Stoffe und Substanzen im Trinkwasser nach toxikologischen Gesichtspunkten auf. Da ein großer Teil des Trinkwassers in Sachsen aus Talsperren gewonnen wird, werden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung hier zusätzlich aufgeführt (Tab. 3-3). Auch die Prüfwerte der BBODSCHV (1999) können einen Anhaltspunkt zur Einschätzung von Elementgehalten liefern (Tab. 3-3).

Tab. 3-3: Übersicht über die Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) für Schwermetalle und Arsen (LAWA 2004)**, die Grenzwerte der** TRINKWV (2001) **und die Prüfwerte nach** BBODSCHV (1999)**,** Angaben in µg/l

Element	Basiswerte (P90)	GFS	Kriterium GFS	TVO	Prüfwerte BBodSchV
As	2,6	10	TW	10	10
Ba	186	340	ARA		
B	88	740	ARA	1000	
Cd	0,3	0,5	ARA	5	5
Cr	2,4 (gesamt)	7 (CrIII)	LAWA (2004)	50	50
Co	5,7	8	ARA		50
Cu	10,1	14	ARA	2000	50
Hg	0,15	0,2	ARA	1	1
Mo	(1,2)[#]	35	TW(h)		50
Ni	12,6	14	ARA	20	50
Pb	3,9	7	ARA	10	25
Sb	0,4	5	TW	5	10

Se	1,6	7	ARA	10	10
Sn	-	-			40
Tl	(<0,5) [#]	0,8	TW(h)		
U	-	5**		*	
V	(1,6)	4	TW(h)		
Zn	49,8	58	ARA		500

[#] Werte aus Baden-Württemberg und Bayern (nicht repräsentativ für Deutschland),
ARA – added risk approach, TW – Trinkwasserverordnung, TW(h) – Trinkwasserverordnung, unbedenklich für die menschliche Gesundheit

* Bisher existiert nur in der "Mineral- und Tafelwasser-Verordnung" ein Grenzwert für Mineralwässer, die "zur Herstellung von Säuglingsnahrung geeignet" beworben werden dürfen. Dieser Grenzwert liegt bei zwei Mikrogramm Uran pro Liter. Da Uran im Trinkwasser auch für Erwachsene in Konzentrationen enthalten sein kann, "die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen", empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) als so genannten Leitwert die Höchstkonzentration von 10 Mikrogramm Uran pro Liter für Erwachsene.

** http://www.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Gesamtdokument.pdf

2.4 Theoretische Untersuchungen im Erzgebirge/Vogtland

Die nachfolgenden theoretischen Betrachtungen zu den Elementgehalten in den verschiedenen Kompartimenten (Sekundärdaten) beziehen sich auf die erzgebirgischen und vogtländischen Teile der vier Hauptfließgewässer

- Weiße Elster von Quelle bis einschließlich Göltzsch
- Zwickauer Mulde
- Freiberger Mulde
- westliche Zuflüsse der Oberen Elbe bis einschließlich Weißeritz.

Sie gliedern sich nach OWK-Gruppen (charakterisiert durch GEBKZ). In das Betrachtungsgebiet Erzgebirge/ Vogtland (sächsisches Gebiet) wurden folgende Teileinzugsgebiete eingeschlossen (Tab. 4-1):

Tab. 4-1: Übersicht über die betrachteten Einzugsgebiete (Abgrenzung nach GEBKZ)

Gebiet	GEBKZ
Weiße Elster	5662, 56611, 56612, 56613, 56614, 56615, 56616, 56617, 56618, 56619
Zwickauer Mulde	5411, 5412, 5413, 5414, 5415, 5416, 5417, 5419, 54181, 54182, 54189
Freiberger Mulde	5421, 5422, 5423, 5424, 5425, 5429, 54261, 54262, 54263, 54264, 54265, 54266, 54267, 54269, 542681, 542682, 542683, 542684, 542685, 542686, 542687, 542688, 542689
Obere Elbe	53721, 53722, 53729, 53718, 53714, 537132, 53719, 537116

2.4.1 Gesteine

Gesteine als Bausteine der Erdkruste unterliegen an der Erdoberfläche den Prozessen der Verwitterung und bilden die Ausgangssubstanzen für die Bodenbildung und die Gewässersedimente. Ihr originäres geochemisches Inventar bildet den Ausgangspunkt In Sachsen sind geologische Formationen vom mittleren Riphäikum (Granulitgebirge) bis zum Quartär verbreitet (KARDEL, ET AL., 1996).

Als Grundlage für die Ermittlung der theoretischen Elementgehalte wurden die prozentualen Anteile und Flächengrößen der unterschiedlichen petrographischen Einheiten der jeweiligen Teileinzugsgebiete im GIS durch Verschneidungsoperationen bestimmt. Grundlage der Berechnungen bildeten die Geologische Übersichtskarte GÜK 400 des Freistaates Sachsen und die mittleren Elementgehalte in den petrogeochemischen Einheiten (KARDEL ET AL. 2006).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Anlage 4-1 zusammengefasst. Es sind bereits innerhalb der Flussgebiete große Unterschiede zu erkennen, die bis zu Faktor 10 erreichen. So zeigen die Elemente, die bevorzugt in basischen Gesteinen (Cr, Ni) auftreten, Maximalgehalte in den Teileinzugsgebieten der Weißen Elster. Die Elemente Sn, U, As weisen die höchsten Gehalte in Teileinzugsgebieten der Zwickauer Mulde auf (Tab. 4-2). Das Gebiet der Oberen Elbe zeigt hinsichtlich der Elementgehalte in den Gesteinen mit Ausnahme des As und Ni ein sehr homogenes Bild.

Tab. 4-2: Schwankungsbreite der mittleren Spurenelementgehalte in Gesteinen der Weißen Elster (WE), Zwickauer Mulde (ZM), Freiberger Mulde (FM), Obere Elbe (OE), bezogen auf die Einzugsgebiete (gemäß GEBKZ), Angaben in mg/kg, Maximalwerte fett

	WE		ZM		FM		OE	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
As	12	18	7,1	37	3,9	18	7,9	22
B	30	64	24	56	11	44	15	32
Ba	344	669	198	651	354	667	115	616
Co	15	35	4,5	17	5,5	20	1,5	9,6
Cr	22	128	19	73	29	77	17	48
Cu	24	51	8,1	28	12	29	16	25
Hg	0,007	0,066	0,002	0,063	0,005	0,036	0,018	0,033
Ni	36	69	11	40	11	41	2,5	21
Pb	12	22	19	26	19	28	22	25
Sn	3,2	6,5	3,8	37	3,2	5,5	3,0	5,0
U	1,4	3,6	1,5	8,7	1,5	4,0	2,5	4,1
Zn	93	128	55	110	58	100	15	79

* die Flächen mit den Nutzungen Siedlung und Verkehr sowie Tagebau, Halde und sonstige Abgrabung wurden nicht berücksichtigt

2.4.2 Böden

Als Grundlage für die Ermittlung der theoretischen Elementgehalte wurden die prozentualen Anteile und Flächengrößen der unterschiedlichen Leitbodengesellschaften sowie die Nutzungen (Wald, Grünland und Acker) der jeweiligen Teileinzugsgebiete bestimmt.

Tab. 4-3: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Oberböden, bezogen auf die Einzugsgebiete (gemäß GEBKZ), Angaben in mg/kg, Maximalwerte fett

	WE		ZM		FM		OE	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
As	19	32	8,8	25	8,6	46	14	33
B	46	55	37	59	29	82	42	65
Be	1,9	2,1	1,3	2,5	1,4	3,5	1,7	2,4
Bi	0,26	0,44	0,22	0,76	0,17	0,74	0,2	0,56
Cd	0,45	0,62	0,33	0,54	0,36	0,81	0,25	0,65
Cr	50	119	27	60	26	84	24	62
Cu	21	30	12	22	12	33	8,0	24

Hg	0,12	0,16	0,08	0,15	0,07	0,18	0,09	0,19
Mo	0,66	0,76	0,48	0,76	0,42	1,08	0,63	0,91
Mn	663	1260	315	786	304	1040	228	835
Ni	18	47	8,8	25	9,6	32	5,3	27
Pb	69	90	46	84	44	122	63	102
Tl	0,53	0,79	0,49	1,1	0,5	1,1	0,52	0,98
U	2,0	2,3	1,7	2,9	1,6	3,5	2,0	3,2
V	75	141	45	94	40	135	71	133
W	1,8	2,5	1,6	4,4	1,3	4,0	1,5	3,1
Zn	99	124	61	106	55	151	32	113

Die Verschneidung und Berechnung erfolgte getrennt nach Ober- und Unterböden. Die Ergebnisse sind in Anlage 4-2 zusammengestellt. Tab. 4-3 und Tab. 4-4 geben einen Überblick über die Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in den Böden. Grundlage der Berechnungen bildeten die Bodenübersichtskarte BÜK 400 des Freistaates Sachsen und die mittleren Elementgehalte in den mineralischen Oberböden und Unterböden (RANK ET AL. 1999).

Tab. 4-4: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Unterböden, bezogen auf die Einzugsgebiete (gemäß GEBKZ), Angaben in mg/kg, Maximalwerte fett

	WE		**ZM**		**FM**		**OE**	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
As	19	22	7,0	17	9,1	20	8,0	19
B	49	56	42	68	44	76	47	56
Be	2,1	2,3	1,4	2,7	1,7	2,9	1,8	2,3
Bi	0,16	0,23	0,14	0,52	0,14	0,43	0,14	0,3
Cd	0,36	0,51	0,25	0,47	0,28	1,0	0,24	0,5
Cr	52	123	34	62	38	66	31	51
Cu	19	36	12	20	14	22	6,8	18
Hg	0,06	0,07	0,04	0,09	0,06	0,23	0,04	0,15
Mo	0,51	0,61	0,35	0,56	0,42	0,61	0,45	0,59
Mn	595	1150	422	684	457	742	272	586
Ni	22	79	12	30	14	36	12	28
Pb	46	53	28	51	38	51	36	45
Tl	0,41	0,72	0,45	1,3	0,55	1,1	0,41	0,86
U	1,8	2,4	1,7	2,8	2,2	17	1,8	8,4
V	77	152	49	93	52	104	63	143
W	1,4	2,1	1,3	4,2	1,2	3,5	1,3	2,6

Zn	90	117	48	97	51	106	36	84

2.4.3 Bachsedimente

Wertvolle Hinweise auf das geochemische Inventar von Einzugsgebieten geben die flächendeckenden Untersuchungen von Bachsedimenten, die mit dem Ziel der Lagerstättensuche in den 1970/80er Jahren durchgeführt wurden (z.B. PÄLCHEN ET AL. 1982). Die Untersuchungen erreichten im Erzgebirge eine Dichte von bis zu 1,4 Proben/km^2, die bei nachfolgenden Untersuchungen an Fließgewässersystemen Sachsens nicht wieder erreicht wurde. Die Übernahme der Daten der mittleren Elementgehalte erfolgte aus GREIF & KLEMM (2005) und ist in Anlage 4-3 zusammengefasst.

Tab. 4-5: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte in Bachsedimenten <200 µm, bezogen auf die Einzugsgebiete (gemäß GEBKZ), Angaben in mg/kg

	WE		**ZM**		**FM**		**OE**	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Ag	1,0	2,0	0,58	1,5	0,45	1,5	nb	nb
As	7,0	22	12	73	11	66	9,5	64
B	40	84	49	225	35	96	32	66
Ba	372	564	248	573	423	586	308	613
Be	2,5	6,0	2,0	13	1,6	4,5	1,8	4,5
Bi	0,5	2,5	0,55	1,3	0,2	3,0	nb	nb
Cd	0,18	1,8	0,1	1,4	0,32	2,7	0,24	1,1
Co	9,0	33	2,5	14	4,5	13	2,0	7,0
Cr	48	134	8,0	78	28	84	18	62
Cu	17	47	12	45	14	38	9,5	57
Hg	0,06	0,18	0,06	0,32	0,05	0,13	0,02	0,16
Li	35	104	22	180	12	89	21	63
Mn	512	1200	289	1130	347	1020	315	546
Mo	0,5	1,5	0,44	1,5	0,5	1,0	0,5	2,0
Ni	27	110	9,0	55	15	35	11	30
Pb	26	43	35	81	33	152	33	109
Sn	4,0	5,0	3,8	152	3,5	19	3,3	26
Ti	3870	12800	2200	7360	3220	5170	1520	4900
V	94	140	40	79	39	49	nb	nb
W	1,0	9,0	4,0	24	2,0	17	2,5	13
Zn	115	223	70	300	65	223	50	205

2.5 Praktische Untersuchungen in den Referenzgebieten

2.5.1 Probenahme

(1) Oberlauf der Freiberger Mulde einschließlich Bobritzsch

Dieses Referenzgebiet wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Mineralogie bearbeitet (Beyersdorf 2009). Die Vorgehensweise bei der Probenahme erfolgte analog dem Vorgängerprojekt (Greif & Klemm 2005) und baut auf dem Prinzip der geochemischen Prospektion auf, die allerdings damals eine Probendichte von 1,4 Proben/km^2 im Erzgebirge erreichte (Pälchen et al. 1982).

Das untersuchte Gebiet umfasst den Oberlauf der Freiberger Mulde von der Landesgrenze bis zur Mündung der Bobritzsch (361 km^2) zuzüglich des Einzugsgebietes der Bobritzsch (182 km^2). Für das Hauptbelastungsgebiet Freiberg/Freiberger Mulde ist sowohl die Identifizierung von punktuellen und diffusen Quellen als auch die Auflösung von geogenen (insbesondere chalkogenen) und anthropogenen (insbesondere bergbaubürtigen) Quellen im Rahmen dieses Projekts nicht im Detail möglich und wird daher ausgeschlossen.

Die Probenahme erfolgte vom 24.10. bis zum 2.11.2007. Es wurden 38 Wasserproben (Gesamtprobe), 38 filtrierte Wasserproben und 38 Sedimentproben entnommen. Davon entfielen 3 auf die Freiberger Mulde (diese Punkte wurden bereits im Muldeprojekt untersucht, Beuge et al. 1999), 6 auf die Gimmlitz als wasserreichsten Zufluss, 19 auf kleinere Zuflüsse zur Freiberger Mulde und 10 auf die Bobritzsch (Abb. 5-1).

Die Beprobung des Münzbaches (FM29MÜ) ist von vorn herein als anthropogen beeinflusste Probe anzusehen, sie ist aber zur Beschreibung des Einzugsgebietes des Münzbaches unerlässlich.

(2) Oberlauf der Zwickauer Mulde

Dieses Referenzgebiet wurde ebenfalls im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut bearbeitet (Hesse 2009). Es umfasst den Oberlauf der Zwickauer Mulde von den Quellen der Roten und Weißen Mulde bis zur Einmündung des Schwarzwassers. Aufgrund der anthropogenen Beeinflussung wird das Stadtgebiet Aue einschließlich Auerhammer von den Untersuchungen ausgeschlossen.

Im Gebiet wurden 45 Probenahmepunkte am 8.11. und vom 26.11. bis 29.11.08 angefahren. Die Probenahme musste Anfang November aufgrund der hydrologischen Situation (mehrtägige Niederschläge führten zu hohen Abflüssen nahe der Meldestufe 1) unterbrochen werden. Es wurden 3 Proben (Wasser und Sediment) in der Zwickauer Mulde (analog Muldeprojekt, BEUGE ET AL. 1999) und 41 Proben (41 Wässer, 40 Sedimente) in den Nebenfließgewässern entnommen. Den Talsperrenzuläufen galt besondere Aufmerksamkeit (Abb. 5-2).

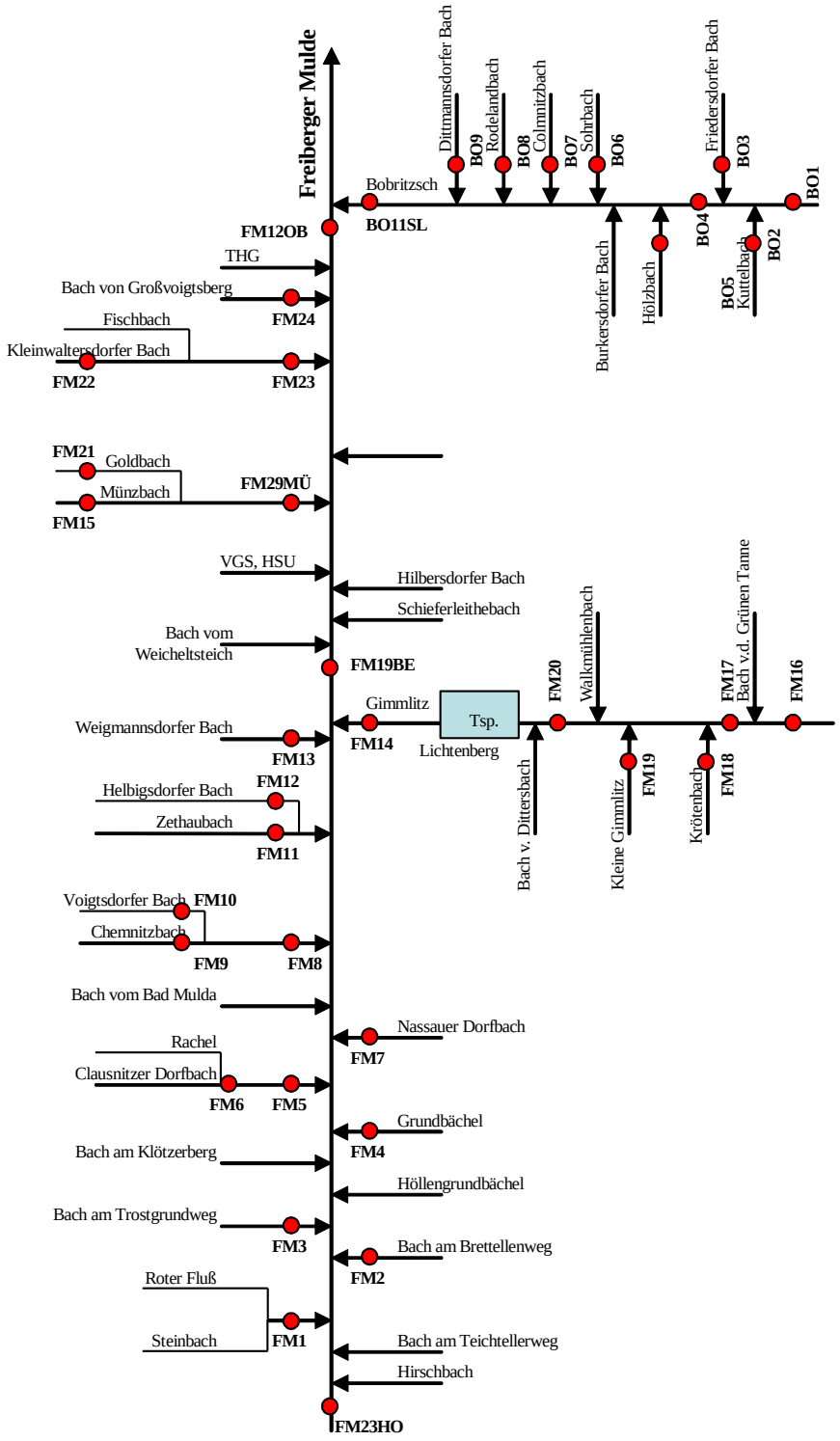


Abb. 5-1: Fließschema der Freiberger Mulde von der Landesgrenze bis zur Mündung der Bobritzsch, Markierung der Probenahmepositionen (nicht maßstäblich)

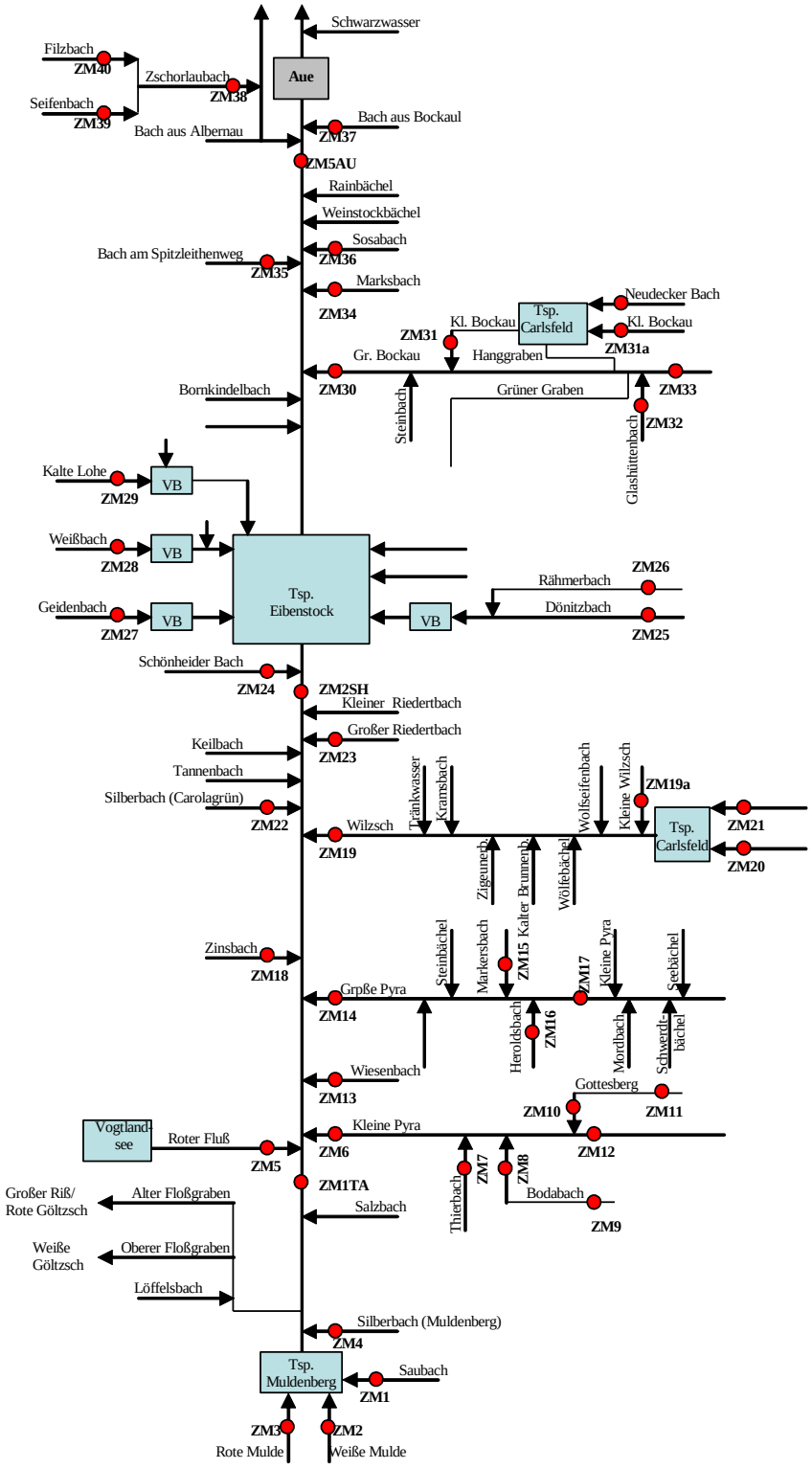


Abb. 5-2: Fließschema der Zwickauer Mulde von den Quellen bis zur Mündung des Schwarzwassers, Markierung der Probenahmepositionen (nicht maßstäblich)

(3) Einzugsgebiet des Schwarzwassers

Der Probenahme in diesem Gebiet ging ein intensives Studium der lagerstättenkundlichen Verhältnisse und eine Altbergbauanalyse voraus. Das Einzugsgebiet umfasst das Schwarzwasser auf sächsischer Flur einschließlich der Nebenflüsse Große Mittweida und Pöhlwasser. Im Zeitraum vom 05.06. bis 12.06.2008 wurden an 47 Probenahmepunkten 46 Wasser- und 43 Sedimentproben entnommen (Abb. 5-3)

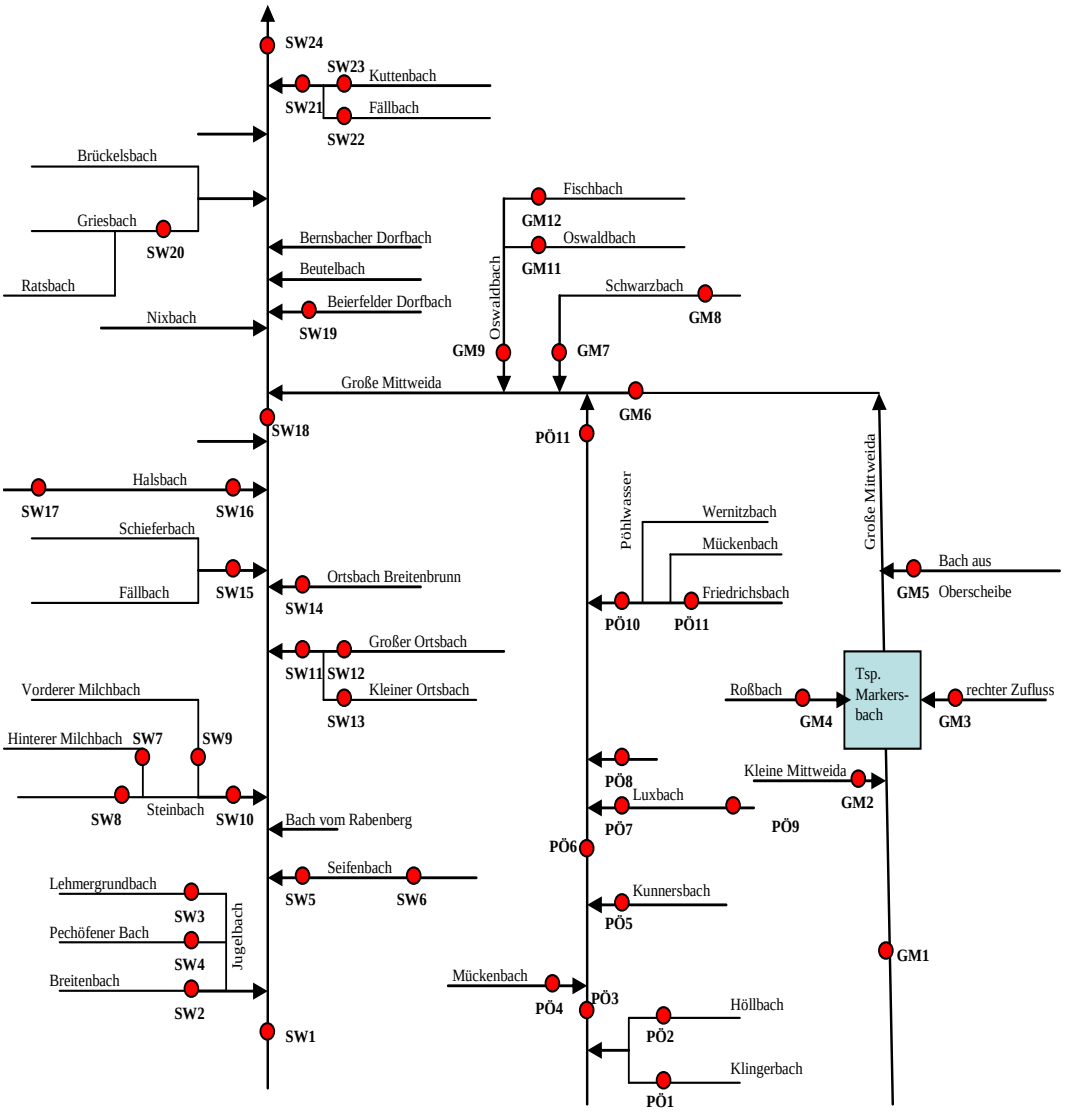


Abb. 5-3: Fließschema des Schwarzwassers von der Landesgrenze bis zur Mündung in die Zwickauer Mulde, Markierung der Probenahmepositionen (nicht maßstäblich)

Probenbezeichnung

Die Lage der Probenahmepunkte in den drei Untersuchungsgebieten ist in den Abb. 5-1 bzw. Abb. 6-5 (FM und BO), Abb. 5-2 bzw. Abb. 7-5 (ZM) sowie Abb. 5-3 bzw. Abb. 8-11 dargestellt. Die Bezeichnungen der Proben enthalten einen Buchstabencode für das Gewässer (FM für Freiberger Mulde, BO für Bobritzsch, ZM für Zwickauer Mulde, SW für Schwarzwasser) und eine laufende Nummer. Die Probennummern für das Schwarzwasser

wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit weiter in die Nebenflüsse gegliedert (PÖ für Pöhlwasser, GM für Große Mittweida, SW für Schwarzwasser ohne genannte Nebenflüsse).

Vorgehen bei der Probenahme

Die Probenahme aller Wasserproben erfolgte mit einem Plaste-Probenschöpfer am Teleskopstiel aus der Gewässermitte. Filtrierte Proben wurden durch Vakuum-Filtration einer definierten Probemenge (250 bis 1000 ml) durch Celluloseacetat-Filter (Fa. Sartorius) bekannten Gewichts (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Beide Proben (filtriert/unfiltriert) für die Spurenelementanalyse wurden direkt nach dem Abfüllen in PE-Flaschen mit 1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml angesäuert. Das frisch abgelagerte schwebstoffbürtige Sediment wurde in Stillwasserzonen mit einer Schöpfkelle von der Oberfläche des Gewässergrundes entnommen und vor Ort mit Originalwasser durch ein 2-mm-Sieb gesiebt. Die erhaltene Suspension wurde in PE-Flaschen überführt und im gefrorenen Zustand bis zur Nasssiebung <20 µm aufbewahrt.

Im Gelände wurden die Parameter pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffkonzentration und Wassertemperatur an der jeweiligen Probenahmestelle bestimmt.

Beprobung ausgewählter Grubenwässer

Im Bereich des Erzgebirges wurden 2007 10 und 2008 25 Lokalitäten beprobt und insgesamt 43 Grubenwässer analysiert. Es handelte sich um folgende Lokalitäten:

(1) Freiberger Revier:	Hauptstollnumbruch, Königlich Verträgliche Gesellschaft Stolln, Rothschönberger Stolln
(2) Freiberger Randreviere:	Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Emanuel Erbstolln, Rösche Muldenhütten, Glücksilbersternstolln, St. Michaelisstolln, Thelersberger Stolln, Neuer Segen Gottes Stolln, Treue Sachsen Stolln, Salomonis Erbstolln, Adolph Stolln
(3) Osterzgebirge:	Tiefer Bünau Stolln, Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Zwitterstocks Erbstolln, Neuer Biela Stolln
(4) Mittleres Erzgebirge:	Tiefer Sauberger Stolln, Großvierunger Stolln, Greifensteinstolln, Goldener Adler Stolln, Tropper Stolln, Neuglück Stolln, Hilfe Gottes Stolln, Walfisch Stolln, Weistauber Tiefer Erbstolln
(5) Westerzgebirge:	Stolln 111, Glück Auf Stolln, Friedrich August Stolln, Stolln 146, Treue Freundschaft Stolln, St. Christoph Stolln, Bohrloch 824, Reichenbach Hoffnung Stolln, Markus Semmler Stolln

Die Grubenwässer wurden analog zu den Oberflächenwässern zunächst filtriert und beide Proben (filtriert und unfiltriert) angesäuert (1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml Probe). An einigen Probenahmestellen erfolgte zusätzlich die Entnahme einer filtrierten Probe für die Bestimmung der Hauptionen.

2.5.2 Probenaufbereitung und Analytik

Probenaufbereitung

Die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration der Oberflächen- und Grubenwässer erfolgte gravimetrisch durch Auswiegen der bei 105 °C getrockneten Filter (Porendurchmesser 0,45 µm).

Die Feinfraktion <20 µm wurde durch Nasssiebung der im Originalwasser suspendierten Proben gewonnen. Durch Zentrifugieren (ca. 3000 Umdrehungen pro Minute) und Dekantieren wurde das Feinsediment vom Wasser getrennt und anschließend gefriergetrocknet. Die Homogenisierung der Proben erfolgte per Hand mit einem Achatmörser.

Von den Sedimentproben der Fraktion <20 µm wurde ein HNO_3/H_2O_2-Mikrowellenauszug gemäß der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2005) hergestellt. Zu einer Probenmenge von 0,5 g werden 5,0 ml H_2O, 2,0 ml H_2O_2 suprapur und 7,5 ml HNO_3 suprapur geben. Im Mikrowellensystem MLS ETHOS plus wird der Ansatz 11 min auf 160 °C aufgeheizt (6 min auf 160 °C gehalten), danach 5 min auf 200 °C aufgeheizt (5 min auf 200 °C gehalten), abgekühlt, mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt und filtriert.

Während die filtrierten Wasserproben direkt der Analyse zugeführt werden, werden die unfiltrierten Wasserproben in der Mikrowelle (MLS ETHOS plus) ebenfalls nach der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2005) aufgeschlossen. Zu einer Probenmenge von 40 ml werden 2,0 ml HNO_3 suprapur gegeben. Der Ansatz wird 5 min auf 100 °C aufgeheizt, weitere 5 min auf 180 °C aufgeheizt (10 min auf 180 °C gehalten), abgekühlt und mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt. Die unfiltrierten Wasserproben der Grubenwässer wurden nicht aufgeschlossen.

Analytik

Die Analyse der Elementgehalte (Ag, (Al), As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, (Fe), Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, (Sn), Te, Tl, (Ti), (W), V, Zn) erfolgte

- für die Oberflächenwässer (filtriert und unfiltriert mit Aufschluss) mit der ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma),
- für die Sedimentaufschlüsse mit der ICP-AES (Atomemissions-Spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) und ICP-MS (Tab. 5-1 und Tab. 5-2).
- für die Grubenwässer (filtriert und unfiltriert ohne Aufschluss) mit der ICP-MS bzw. ICP-AES.
- Die Analytik der Hauptionen in den filtrierten unangesäuerten Grubenwässern erfolgte
- für die Anionen mittels IC (Ionenchromatographie)
- für die Kationen (Na, K, Ca, Mg) mittels F-AAS bzw. ICP-AES.

Tab. 5-1: Übersicht über die Messbedingungen der ICP-AES

Gerät	VISTA PRO CCD Simultaneous ICP-OES von VARIAN
Zerstäuber	Nebulizer glass Concentric `K´style
Kammer	TWISTER Cyclonic
Fackel	Radial
Leistung	1,2 kW
Gasstrom - Plasmagas	Argon 15 L/min
Gasstrom - Hilfsgas	Argon 1,5 L/min
Gaststrom - Zerstäubergas	Argon 0,75 L/min
Wiederholungsmessungen	3
verwendete Wellenlängen	Al 167,019; Cr 267,716; Ni 231,604; As 188,980; Cu 324,754; Pb 220,353; Cd 228,802; Fe 259,940; U 409,010; Co 238,892; Mn 259,372; Zn 202,548 nm

Tab. 5-2: Übersicht über die Messbedingungen der ICP-MS

Gerät	ELAN 6100 bzw. ELAN 9000 von PERKIN ELMER
Zerstäuber	MicroMist-Zerstäuber
Kammer	Zyclon-Zerstäuberkammer
innerer Standard	Rh 10 µg/l
Methode 1	Total-Quant (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck, 10 µg/l)
Methode 2	Quantitative Analyse (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck, 0,1 µg/l, 1 µg/l, 10 µg/l)

2.5.3 Qualitätssicherung

Um die Vergleichbarkeit der hier gewonnenen Analysenergebnisse zu denen des Landesmessnetzes zu gewährleisten, ist eine enge Absprache mit der BfUL erforderlich. Neben der Durchführung der Mikrowellen-Aufschlüsse nach BfUL-Methodik (GOLDSTEIN 2005), ist bei der Angabe der Analysenergebnisse auf die Äquivalenz der Bestimmungsgrenzen zu achten (GOLDSTEIN 2007) (Tab. 5-3 und 5-4).

Tab. 5-3: Bestimmungsgrenzen (BG) in der Wasseranalytik in der BfUL (GOLDSTEIN 2007)

Element	BG [mg/l]	Element	BG [µg/l]	Element	BG [µg/l]
Ca	0,3	Al	10	Mn	1,0
Fe	0,1	Sb	1,0	Mo	0,5
K	0,3	As	1,0	Ni	0,5
Mg	0,3	Ba	1	Se	1,0
Na	0,3	Pb	0,5	Sr	5
		B	4	Tl	0,10
		Cd	0,10	V	1,0
		Cr	1,0	U	0,5
		Co	0,5	Zn	10
		Cu	1,0	Sn	3

Tab. 5-4: Bestimmungsgrenzen (BG) für die Analytik von HNO_3/H_2O_2-Mikrowellenaufschlüssen an Sedimenten in der BfUL (GOLDSTEIN 2007)

Element	BG [mg/kg]	Element	BG [mg/kg]	Element	BG [mg/kg]
Hg	0,05	Cd	0,1	As	1
Cu	2	Ni	2	Ca	100
Zn	2	Pb	2	Tl	0,1
Mn	2	Cr	2	U	1

Zum Vergleich der auf beiden Seiten verwendeten analytischen Methoden wurden sowohl Referenzmaterialien als auch ausgewählte Proben von beiden Institutionen untersucht. Als regelmäßig genutztes Referenzmaterial der UBG kam das kanadische Stream Sediment STSD-2 des CCRMP zur Analyse. Die Qualität der Analysenergebnisse wird seitens des AN durch Doppelbestimmungen, mitlaufende Proben und Referenzmaterial (für die Wasserproben: TMDA62 bzw. TMDA53.1) gesichert (Tab. 5-5).

Tab. 5-5: Übersicht über die verwendeten Standards und mitlaufenden Proben (fett: Vergleich mit BfUL)

Gebiet	Oberlauf Freiberger Mulde/ Bobritzsch	Oberlauf Zwickauer Mulde	Schwarzwasser
Wasserstandard	TMDA 62	TMDA 62	TMDA 53.1
mitlaufende Wasserprobe (filtriert)	FM19BE	ZM5AU	**SW-GW9** **SW-SW24**
mitlaufende Wasserprobe (unfiltriert)	FM19BE (Doppelbestimmung)	ZM1TA (Doppelbestimmung)	**SW-GW9** **SW-SW24**
Sedimentstandard	STSD 2	STSD 2	STSD 2
mitlaufende Sedimentprobe	**FM23HO**	**ZM5AU**	SW-GM3

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden in der Anlage 5-1 zusammenfassend dargestellt. Es ist anzumerken, dass die Elemente, die mit dem hier verwendeten Verfahren für den Mikrowellenaufschluss (im Vergleich zum Totalaufschluss) schlecht aufzuschließen sind, auch eine schlechte Reproduzierbarkeit bei Mehrfachbestimmungen aufweisen. Daher sind die Elemente Mo, Sb, Sn, Ti und W durch deutlich höhere relative Standardabweichungen (RSD > 15 %) gekennzeichnet. Der Vergleich mit der BfUL fiel zur vollen Zufriedenheit der Analytiker aus (Tab. 5-6 bis 5-8).

Tab. 5-6: Analytikvergleich für Sedimentproben ZM5AU und FM23HO, Angaben in mg/kg

	BfUL	TUBAF		BfUL	TUBAF
PNUM	**ZM 5 AU**	**ZM 5 AU**	**PNUM**	**FM 23 HO**	**FM 23 HO**
As	100	109	**As**	440	404
Cd	3,3	3,63	**Cd**	17	18,3
Cr	38	44,5	**Cr**	50	49,5
Cu	80	91,1	**Cu**	74	77,9
Fe	34000	42200	**Fe**	81000	88000
Hg	0,38	0,27	**Hg**	0,37	0,220
Mn	1500	1600	**Mn**	5100	5200
Ni	40	43,4	**Ni**	96	101
Pb	120	121	**Pb**	200	236
Tl	2,0	2,34	**Tl**	1,3	1,32
U	53	48,6	**U**	7,5	7,16
Zn	460	552	**Zn**	1000	1110

Tab. 5-7: Analytikvergleich für die Wasserprobe SW-GM9, Angaben in µg/l

	BfUL filtriert	TUBAF filtriert	BfUL unfiltriert	TUBAF unfiltriert
Al	16	25,1	81	100
As	3,3	3,52	3,3	3,15
Ba	37	44,8	37	45,7
Cd	0,68	0,776	0,72	0,741
Co	< 0,5	< 0,1	< 0,5	0,160
Cr	< 1	1,28	< 1	1,65
Cu	2,7	3,13	5,8	3,71
Mn	1,6	4,35	7,8	9,34
Mo	< 0,5	0,212	< 0,5	0,228
Ni	5,0	5,04	6,0	5,41
Pb	< 0,5	0,162	< 0,5	0,516
Sb	< 1	0,360	< 1	0,344
Se	< 1	< 2	< 1	< 2
Sn	< 3	< 0,2	< 3	< 0,2
Tl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
U	< 0,5	< 0,1	< 0,5	< 0,1
V	< 1	< 0,1	< 1	0,113
Zn	100	88,3	110	86,4

Tab. 5-8: Analytikvergleich für Wasserprobe SW-SW24, Angaben in µg/l

	BfUL filtriert	TUBAF filtriert	BfUL unfiltriert	TUBAF unfiltriert
Al	18	28,2	158	186
As	6,8	7,26	7,5	7,62
Ba	32	33,7	33	32,5
Cd	0,37	0,363	0,50	0,463
Co	< 0,5	0,245	< 0,5	0,549
Cr	< 1	0,682	< 1	1,02
Cu	2,8	3,11	7,4	4,21
Mn	20	22,1	44	47,4
Mo	0,75	0,721	0,66	0,755
Ni	12	11,8	13	14,0
Pb	< 0,5	0,179	< 0,5	0,706
Sb	1,6	1,89	1,6	1,81

Se	< 1	< 2	< 1	< 2
Sn	< 3	< 0,2	< 3	< 0,2
Tl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
U	1,9	2,19	2,3	2,14
V	0,82	0,569	< 1	0,985
Zn	22	21,9	41	29,8

2.6 Referenzgebiet Obere Freiberger Mulde/Bobritzsch

2.6.1 Gebietsbeschreibung

Hydrographie

Die Einzugsgebiete des Oberlaufes der Freiberger Mulde (346 km^2) und der Bobritzsch (182 km^2) befinden sich in der Naturraumeinheit des Osterzgebirges. Die Gliederung der Teileinzugsgebiete in Wasserkörper ist sehr ungleich. Während im Einzugsgebiet der Bobritzsch nur selten über die fünfstellige Gebietskennzahl (GKZ_5) hinaus gegliedert wird, werden im Teileinzugsgebiet der Gimmlitz umfangreiche Unterteilungen vorgenommen, die zu Wasserkörpern von teilweise <1 km^2 führen, die für die Zielstellung des geogenen Backgrounds unrealistisch sind (Abb. 6-1, Tab. 6-1).

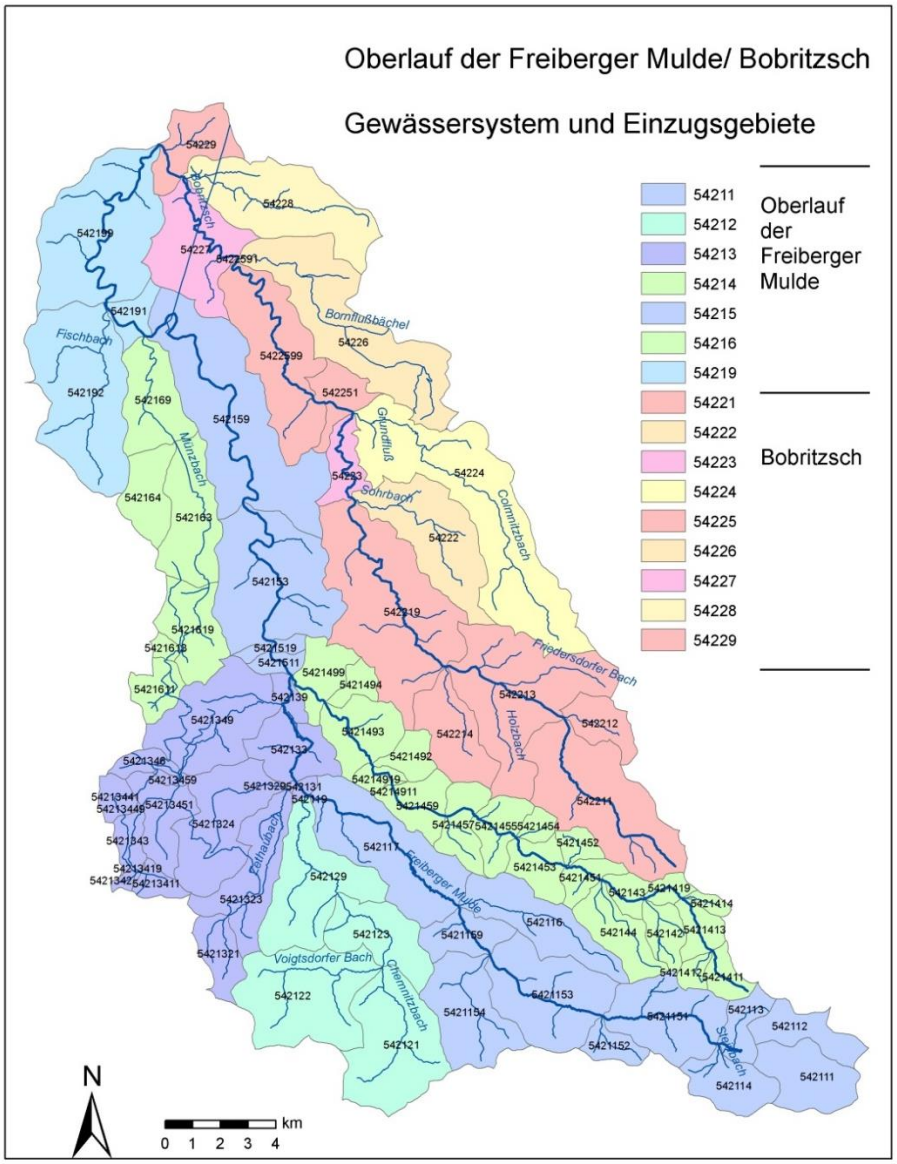


Abb. 6-1: Übersichtskarte über das Gewässernetz der oberen Freiberger Mulde/ Bobritzsch

Tab. 6-1: Flächenanteile der Teileinzugsgebiete der oberen Freiberger Mulde gemäß GKZ_5

Mulde	54211	54212	54213	54214	54215	54216	54219		
Anteil [%]	19,6	13,8	16,5	15,7	13,3	9,1	12,0		
Bobritzsch	54221	54222	54223	54224	54225	54226	54227	54228	54229
Anteil [%]	39,0	6,7	1,8	14,4	10,0	10,9	5,9	8,2	3,1

Die Kammhöhen im Osterzgebirge schwanken zwischen 800 und 900 m üNN. Nach Osten nehmen sie langsam ab. Die Freiberger Mulde und die Bobritzsch als bedeutende Täler des Osterzgebirges sind mit der Abdachung des Erzgebirges nach NW gerichtet. Als Talformem dominieren Kerbsohlentäler. Im Osterzgebirge gibt es sieben größere Trinkwassertalsperren, wovon sich die Talsperre Lichtenberg im Untersuchungsgebiet befindet. Als ein Bestandteil der bergbaulichen Wasserhaltung ist der Großhartmannsdorfer Teich erhalten geblieben. Im Zuge der Freiberger Revierwasserhaltung entstand 1877 ein 78 km langes Graben- und Stollensystem, das dem Freiberger Erzbergbau von der oberen Flöha Aufschlagswasser zuführte und über den Rothschönberger Stolln bis zur Triebisch entwässerte (MANNSFELD & RICHTER 1995).

Geologie

Im Ostteil der Erzgebirgs-Zentralzone also im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde bis zur Einmündung der Bobritzsch dominieren Paragneise (77 %). Metagranitoide und –rhyolithoide treten in südwestlichen Teilen des Untersuchungsgebietes häufiger auf. Vereinzelt kommen kleinflächige Granitintrusionen vor, wie beispielsweise bei Niederbobritzsch. Geringe Verbreitung finden Kreidesandsteine sowie Lößderivate. (Tab. 6-2, Abb. 6-2).

Tab. 6-2: Übersicht über die Verbreitung der Gesteinsformationen im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde einschließlich der Bobritzsch

Geologische Einheit	Anteil [%]
Paragneis, z.T. anatexitisch	41,3
Paragneis (Äußerer Graugneis)	35,5
Metarhyolithoide (Gm-Gneise)	6,2
Löss, Lösslehm	4,2
Granit, Älterer Intrusivkomplex	4,1
Rhyolithoide in Gängen	2,3
Metagranitoide (Orthogneise, Augengneise)	1,7
Saure Vulkanite	1,4
Glimmerschiefer (Kambrium)	1,4
Sandsteine, Tonsteine (Kreide)	1,2
Metamorphe basische bis ultrabasische Magmatite	0,4

Phyllit	0,3

Die überwiegende Zahl der Teileinzugsgebiete wird von Paragneisen dominiert. Daneben gibt es Teileinzugsgebiete, die von anderen geologischen Einheiten beeinflusst werden. Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes überwiegen in den Teileinzugsgebieten FM9 und FM10 z.B. Metagranitoide bzw. -rhyolithoide. Der im NW vorkommende Glimmerschiefer dominiert im Teileinzugsgebiet FM24. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind Löss und Lösslehm aufzufinden, die besonders im Teileinzugsgebiet BO9 hohe Flächenanteile einnehmen. Im nordöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes sind neben Sand- und Tonsteinen auch saure Vulkanite anzutreffen, die das Teileinzugsgebiet BO8 zum Großteil bestimmen.

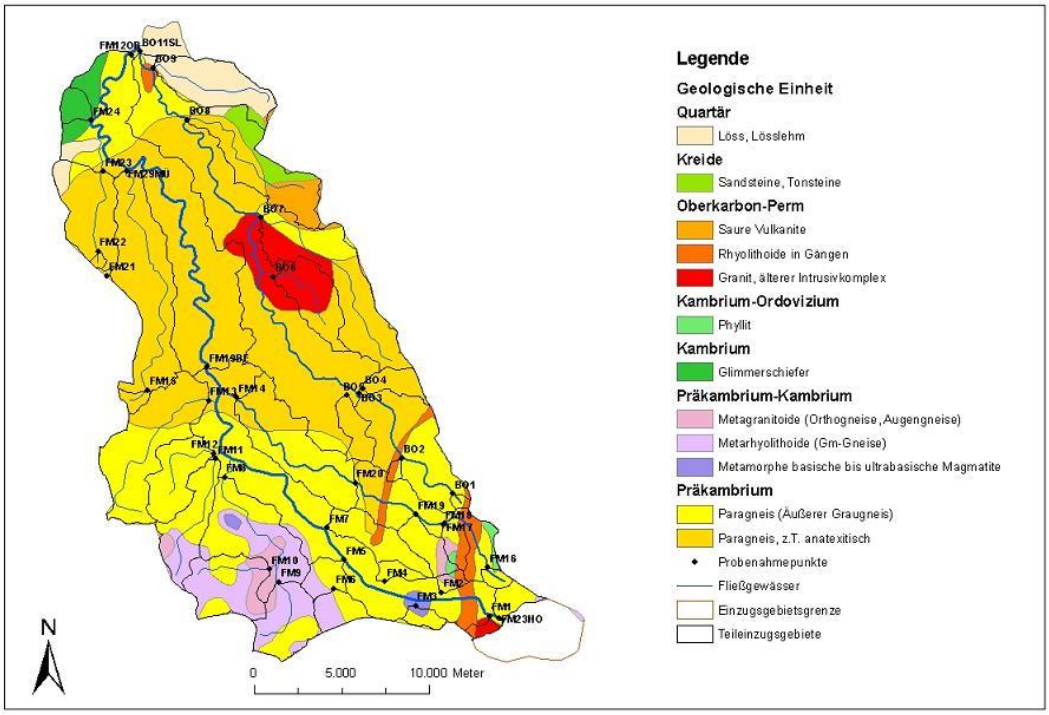


Abb. 6-2.: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch (auf Basis der GÜK des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996) (BEYERSDORF 2009)

Aufgrund der Dominanz der Paragneise ergeben sich für die Untersuchungsgebiete Freiberger Mulde oh. Bobritzsch (FM) und Bobritzsch (BO) ähnliche mittlere Elementgehalte für die Gesteine (Tab. 6-3). Im Vergleich mit den mittleren Elementgehalten für Sachsen zeichnet sich für As, B, Co und Cr eine Verarmung, für Ba, eine Anreicherung ab.

Tab. 6-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen des Untersuchungsgebietes Obere Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO) im Vergleich zu Sachsen, Werte aus KARDEL ET AL. 1996, Totalgehalte, Angaben in mg/kg

Gebiet	As	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	U	Zn
FM 5421	7,4	12	640	7,9	44	22	18	22	4,3	2,6	78
BO 5422	3,9	13	550	8,9	40	18	15	24	3,9	3,1	73
Sachsen	13	37	420	12	57	24	20	20	4,4	k.A.	60

Mineralisationen und Lagerstätten

Freiberg ist einer der wichtigsten Bergbaubezirke des Erzgebirges. Im **Freiberger Revier** wurden Ag, Cu, Pb, Zn, As, Au sowie geringe Mengen Co, Ni, Cd, Ge, In, Bi und Sn abgebaut (Abb. 6-3). Neben dem Zentralbereich schließen sich im Freiberger Lagerstättendistrikt vier **Randgebiete** mit jeweils mehreren Gangbezirken an (BAUMANN ET AL. 2000). In den folgenden Ausführungen wird auf die Lagerstätten bzw. Mineralisationen eingegangen, die sich im untersuchten Einzugsgebiet der Freiberger Mulde befinden, also Teile des nördlichen und südlichen Randbereiches sowie die „Felseriterzzone“ von Halsbrücke-Großschirma.

Freiberger Lagerstättenrevier

Das **Freiberger Lagerstättenrevier** wurde wesentlich von der „variszischen Tektogenese“ geformt. Es stellt einen Teilbereich der „Saxothuringischen Zone“ innerhalb des variszischen Orogengürtels dar und kann tektonisch in drei Gesteinsstockwerke unterteilt werden:

- prävariszisches Grundgebirgsstockwerk mit präkambrischen und altpaläozoischen Gesteinsformationen (Biotitgneise, Glimmerschiefer),
- variszisches „Orogen“-Stockwerk mit epimetamorphen jungpaläozoischen Gesteinen (Phyllite, Tonschiefer, Kalke) sowie
- postvariszisches Tafelstockwerk mit intensiver Bruchtektonik.

Entsprechend der tektonischen Entwicklung können folgende drei metallogene Entwicklungsepochen unterschieden werden:

- prävariszisch (Proterizoikum-Ordovizium) → Fe, Cu, (Sn),
- spätvariszisch (Oberkarbon-Perm) → Sn-W-Mo, Li; Fe, As, Zn-Sn-Cu, Pb, U, Sb-Ag und
- postvariszisch (Zechstein-Quartär) → Fe-Mn, F-Ba, Pb-Zn-Cu, BiCoNiAsAg(U), (Ge, Hg).

Abb. 6-3 zeigt die Verbreitung der Mineralisationen im Einzugsgebiet. Dabei treten die prävariszischen Vererzungen als geringmächtige Schmitzen und Schlieren auf, wohingegen während der spät- und postvariszischen Epoche die Hauptvererzungen fixiert wurden. Die Mineralisationsfolge des Freiberger Lagerstättendistrikts wird ausführlich in BAUMANN ET AL. (2000) beschrieben, zusammengefasst in Tab. 6-4.

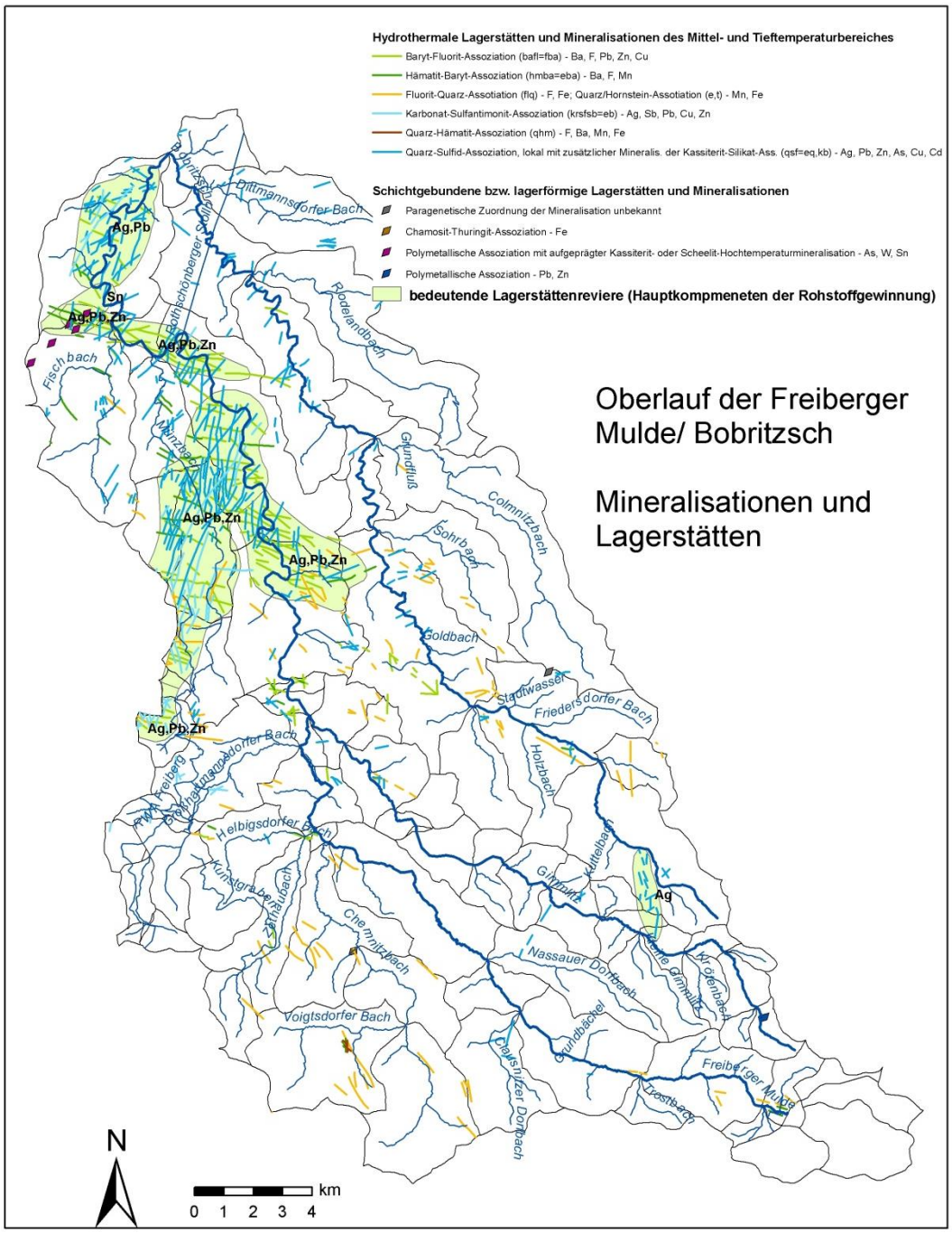


Abb. 6-3: Mineralisation und Lagerstätten im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde und Bobritzsch (WASTERNACK ET AL. 1995)

Tab. 6-4: Übersicht über die für Freiberg relevante Mineralisationsabfolge (BAUMANN ET AL. 2000)

Spätvariszischer Mineralisationszyklus (320 bis 280 Ma)		
1	Zinn-Wolfram-Assoziationen (Sn-W)	nur sporadisch und bevorzugt in den untersten Teufenbereichen
2	Quarz-Metall-Assoziationen („kb“ = kiesig-blendigeBleierzformation)	vor allem im Zentralteil, bevorzugt in N-S-Richtung
3	Uran-Quarz-Karbonat-Assoziation („uqk“ = Uran-Quarz-Karbonat-Formation)	nur selten
4	Karbonatische Silber-Sulfid-Assoziation („eb“ = Edle Braunspat-Formation)	besonders im südlichen Freiberger Zentralbereich im Revier Brand-Erbisdorf und umliegenden Randgebieten; bedeutendste „Silberformation“ im Freiberger Raum
5	Fluorit-Quarz-Assoziation („flq“ = Fluorit-Quarz-Formation)	nur sporadisch verbreitet
Postvariszischer Mineralisationszyklus(ca. 210 – 140/80 – 30 Ma)		
6	Eisen-Baryt-Assoziation („eba“ = Eisen-Baryt-Formation)	relativ wenig verbreitet
7	Fluorbarytische Bleierz-Assoziation („fba“ = Fluorit-Baryt-Formation)	bevorzugt auf WNW-ESE streichenden Gangspalten, besonders im Revier Halsbrücke
8	Wismut-Kobalt-Nickel-Silber-Assoziation („BiCoNi“ = BiCoNi-Ag(U)- Formation)	besonders auf Gangkreuzen zwischen N-S- und WNW-ESE-Spaltensystemen
9	Quarzige Fe-Mn-Assoziation („Fe-Mn“)	zum Teil durch sekundäre Umlagerungen und Neubildungen in der „Oxidationszone“ überprägt
10	Oxidations- und Zementationsbildungen	Umbildung der primären Sulfide in Sulfate, Karbonate und Oxide; Anreicherungsvorgänge in tiefer gelegener Zementationszone

Freiberger Randreviere

Der **Gangbezirk von Kleinvoigtsberg** im nördlichen Randgebiet der Freiberger Lagerstätte weist die gleichen tektonischen Strukturen (Spaltensystem bestehend aus Scher- und Fiederspalten) wie das Freiberger Zentralrevier auf. In der Übergangszone der Oberen Graugneise zu den hangenden Glimmerschiefern besteht eine günstigste Ausbildung der Gänge. Im liegenden Übergangsbereich aus Zweiglimmergneis und dichtem Gneis sind oft erzimprägnierte Hornblendeschiefer und Amphibolite eingelagert. Die Kleinvoigtsberger Gänge besitzen eine reichhaltige Vererzung. Die Mineralogie des Kleinvoigtsberger Gangbezirkes ähnelt dem Revier Brand-Erbisdorf. Es überwiegen „kb-eb-Paragenesen“, wobei die kb-Formation „Kiese“ (Arsenopyrit, Pyrit, Markasit, Pyrrhotin),

Kassiterit und polymetallische Sulfide enthält und in oberen Lagen auch eq-Texturen (= Edle Quarzformation) auftreten. Neben spätvariszischen Paragenesen treten auch Ausscheidungen des postvariszischen Mineralisationszyklus auf. Mit der Tiefe ist eine Abnahme der eb-Paragenesen festzustellen, so dass in oberen Gangbereichen Ag-Minerale den Gangcharakter dominieren, mit zunehmender Tiefe jedoch vermehrt derbe kb-Paragenesen vorkommen. Mit der Tiefe nehmen die Ag-Gehalte in den Erzgängen ab, wohingegen die Pb- und Zn-Gehalte ansteigen. Die bekanntesten Grubenreviere im Kleinvoigtsberger Gangbezirk sind das Grubenfeld „Alte Hoffnung Gottes“ in Kleinvoigtsberg, die „Gesegnete Bergmanns Hoffnung“ bei Obergruna sowie die Grube „Christbescherung“ bei Großvoigtsberg, die jeweils ab der Mitte des 18. Jahrhunderts betrieben wurden (BAUMANN ET AL. 2000).

Die Erzgänge im **Gangbezirk von Siebenlehn** im nördlichen Randgebiet wurden ausgehend vom Muldental durch viele kleine Stollenbetriebe hauptsächlich im Gabbro-Serpentinit ab dem Ende des 12. Jahrhunderts abgebaut. Die schwache Ausbildung der Gangspalten resultierte in wenig ausgedehnten Auffahrungen. Im Süden des Gangbezirkes wiesen die Gänge jedoch eine günstigere tektonische und mineralfazielle Entwicklung auf; dort war die kb-eb-Formation, zum Teil als „eq-Gefüge“ ausgebildet (BAUMANN ET AL. 2000).

Der **Gangbezirk von Lichtenberg** gehört zum südlichen Randgebiet des Freiberger Lagerstättendistrikts. Um 1330 breitete sich der Bergbau von Freiberg im Muldental weiter aufwärts bis in die Umgebung von Weigmannsdorf aus. Das bekannteste Grubenfeld des Gangbezirkes von Lichtenberg war „August-Vereinigtfeld“ bei Weigmannsdorf. Südlich von Weigmannsdorf ist zum Beispiel die Grube „König August“ zu Randeck bei Mulda zu nennen, wo bis 1903 Baryt abgebaut wurde. Die Zn-Sn-Cu-Abfolge dieses Gangbezirkes ist wie im nördlichen Randgebiet auf N-S- und W-E-Gängen relativ stark ausgebildet (BAUMANN ET AL. 2000).

Das Bergwerk von Frauenstein im **Gangbezirk von Frauenstein** im südlichen Randgebiet wurde 1339 erstmals erwähnt. Die wichtigsten Gruben waren „Friedrich August“ und „Friedrich Christoph“ bei Reichenau. Auf Gängen des Gangbezirkes Frauenstein waren neben Paragenesen des spätvariszischen Mineralisationszyklus, die vorwiegend als „eq-Gefügetyp“ ausgebildet waren, postvariszische Paragenesen anzutreffen, wobei letztere nur in sehr geringem Umfang als eba-Formation bei Holzhau und „Edle Geschicke“ auf mehreren Gangkreuzen vertreten waren. Bei Holzhau wurde in der Grube „Hilfe des Herrn“ im 18. und 19. Jahrhundert Eisenerz auf einem eba-Gang abgebaut. (BAUMANN ET AL. 2000).

Die Erzgänge des **Gangbezirkes von Clausnitz-Sayda** im südlichen Randgebiet gehören vorwiegend dem „Cu-Typ“ der kb-Formation an. Die Anzahl der Erzgänge ist gering, da „Rotgneise“ als Nebengestein ungünstige Gangspaltenentwicklung bedingten. Ein wichtiges Grubenfeld des Gangbezirkes Clausnitz-Sayda war „König Salomo“ und „St. Michaelis“ bei Clausnitz, wo vom 15. bis zum 17. Jahrhundert Erz abgebaut wurde. Nördlich von Clausnitz zwischen Dorfchemnitz und Zethau treten im „Wolfsgrund“ Magnetit-Hämatit-Vererzungen in kristallinem Kalkgestein auf. Diese stellen prävariszische Lager- und Skarnvererzungen dar, die vom 16. bis zum 19. Jahrhundert abgebaut wurden. Die Eisenerze wurden unter anderem auch in Dorfchemnitz verhüttet und verarbeitet (BAUMANN ET AL. 2000).

Die **„Felsiterzzone“ von Halsbrücke-Großschirma** liegt im Durchzugsbereich des NE-SW-verlaufenden Zentralsächsischen Lineamentes. In der dazugehörigen Gesteinszone, die sich von Bräunsdorf über Halsbrücke bis Obergruna erstreckt, kommen komplexe Vererzungen, wie etwa Pyrit, Markasit-Pyrrhotin, wenige Polymetall-Sulfide, Kassiterit und Magnetit, vor. Die Vererzungen sind vorwiegend mit Amphiboliten und Chloritgesteinen („Schwarzschiefer“) sowie mit Porphyroiden (=„Felsit“) assoziiert und hauptsächlich an Mylonitisierungszonen gebunden, die neben Störungen die Gesteine des Zentralsächsische Lineamentes in NE-SW-Richtung durchzie-

hen. In den 1960ern wurden im Grubenfeld „Kurprinz“ des Halsbrücker Reviers die vererzten Felsitzonen angetroffen und größere Erzvorräte mit Sn nachgewiesen. Die Felsitzonen lassen sich hinsichtlich ihrer Mineralführung in mehrere Mineralparagenesen differenzieren. Die primäre Paragenese umfasst die Minerale Magnetit, Hämatit, Thuringit, (Ilmenit, Maghemit); Kassiterit; Chlorit, Quarz, Fluorit, Karbonspäte, Pyrit, (Pyrrhotin-) Markasit, Chalkopyrit; gediegen Wismut, Bismuthin, (Arsenopyrit, Sphalerit, Galenit); Chlorit, Quarz, Karbonspäte, Granat und Apatit. Die sekundäre Paragenese enthält Kassiterit, Hämatit, Pyrit-Markasit, Chalkopyrit, (Arsenopyrit, Sphalerit, Galenit), Karbonspäte und Chlorit, bevorzugt auf Klüften (BAUMANN ET AL. 2000).

Die Lagerstätten und Mineralisationen im Einzugsgebiet der Freiberger Mulde konzentrieren sich im detailliert untersuchten Einzugsgebiet im Wesentlichen auf den nordwestlichen Bereich. Sie erreichen ihre höchste Dichte in den Teileinzugsgebieten FM29MÜ und FM12OB. Fluorit-Quarz-Assoziationen bzw. Quarz/Hornstein-Assoziationen sowie Quarz-Sulfid-Assoziationen als hydrothermale Mineralisationen des Mittel- und Tieftemperaturbereiches kommen in fast allen Teileinzugsgebieten vor. Als Teileinzugsgebiete ohne nennenswerte Vererzungen sind FM1 bis FM4, FM16, FM18, FM19, BO1, BO2 und BO5 zu nennen.

Böden und Landnutzung

Die Böden im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde sind den Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten zuzuordnen (Greif et al. 2004). Die Böden des Osterzgebirges sind nach dem Ausgangsgestein gruppierbar. Auf den großflächig verbreiteten Paragneisen liegen sandiglehmige Braunerden mit mäßigem Skelettgehalt und mittlerer Bodengüte vor. Diese Böden besitzen ein gutes Versickerungsvermögen und sind wenig erosionsanfällig. Sie sind im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde am häufigsten vertreten (Tab. 6-5, Abb. 6-4). Über Sandstein bildeten sich Braunerdepodsole und Podsole aus. Auf kleineren Granit- und Schiefervorkommen entwickelten sich in höheren Lagen Braunerdepodsole bis Podsole und auf Lößderivatinseln und flachen Quellmulden der Hochflächen entstanden Staugleye. In Auen kommen geröllhaltige kiesig-sandige Auensedimente vor, die oft von jüngeren Auelehmen bedeckt sind. Bis in die Kammlagen weisen die Böden des Osterzgebirges einen günstigeren Wasser- und Nährstoffhaushalt auf als die des westlichen Erzgebirges. Eine Ausnahme stellen jedoch Porphyr- und Sandsteinareale dar (MANNSFELD & RICHTER 1995).

Tab. 6-5: Leitbodengesellschaften im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde einschließlich Bobritzsch

Leitbodengesellschaft	Anteil [%]
Braunerde	78,7
Podsol-Braunerde	1,6
Braunerde-Podsol	11,5
Podsol und Braunerde-Podsol	1,1
Pseudogley aus Löss	7,1

Neben Braunerden und Braunerde-Podsolen ist besonders auf die im nördlichen Untersuchungsgebiet auftretenden Pseudogleye hinzuweisen, die bei Teileinzugsgebiet FM24 etwa 38 % der Fläche ausmachen. Braunerde-Podsole aus Hanglehm sowie Podsole und Braunerde-Podsole aus Hangsand sind fast zu gleichen Teilen mit Sand- und Tonsteinen sowie sauren Vulkaniten in den Teileinzugsgebieten BO8 und BO9 ausgebildet.

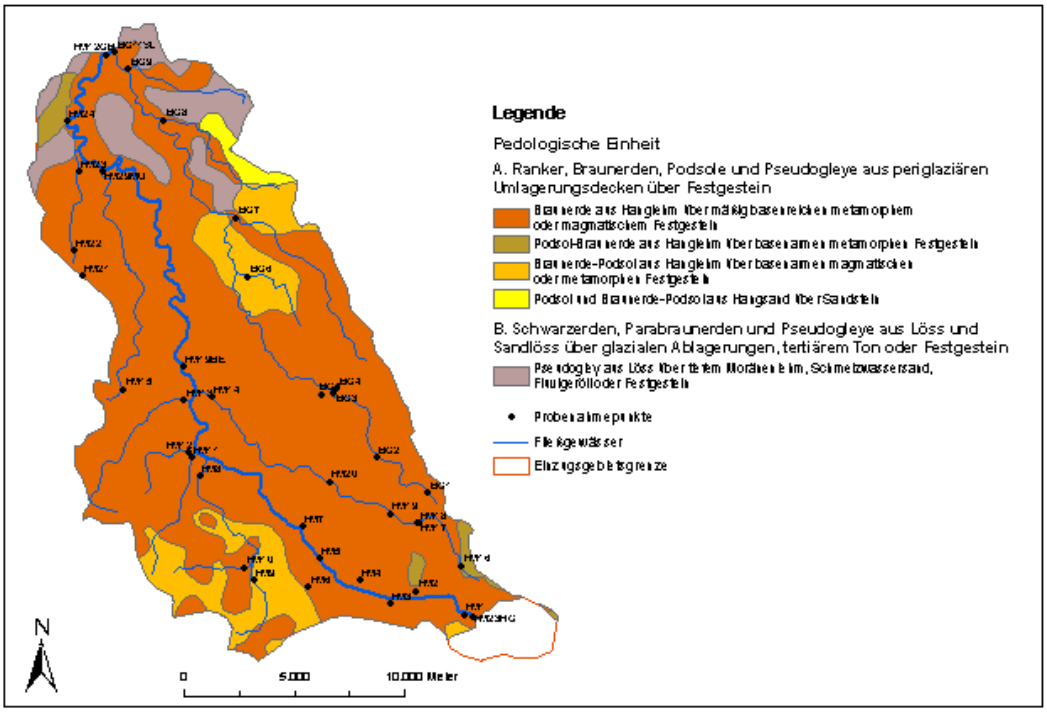


Abb. 6-4: Leitbodengesellschaften im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde (auf Basis der BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus Kardel et al. 1996) (BEYERSDORF 2009)

Im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde dominieren die landwirtschaftlichen Nutzungsformen Acker (39,9 %) und Grünland (34,2 %) (Tab. 6-6). Wälder sind nur zu etwa einem Fünftel vertreten und, mit Ausnahme des Tharandter Waldes nordöstlich von Freiberg und des Fürstenwaldes nordwestlich von Freiberg, konzentrieren sich ausgedehnte Wald- und Grünlandvorkommen auf den oberen Oberlauf der Freiberger Mulde. Im Osterzgebirge erreichen die Waldanteile der höheren Lagen etwa 80 %, wobei Fichtenforsten dominieren. Nahezu der gesamte Kamm des Osterzgebirges weist Schäden durch SO_2-Emissionen auf. Rauchgasschäden führten zur Bodenversauerung, erhöhter Mobilität toxischer Schwermetalle bei gleichzeitigem Verlust pflanzenverfügbarer Nährstoffe. Im Gegensatz zum verbleibenden Osterzgebirge sind der Industrialisierungsgrad und die Stadtdichte von Freiberg und Brand-Erbisdorf von MANNSFELD & RICHTER (1995) als hoch beschrieben worden.

Tab. 6-6: Übersicht über die Nutzungsarten im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde einschließlich Bobritzsch

Nutzung	Wasser	Wald	Grünland	Acker	Siedlung, Verkehr	Tagebau, Halden
Fläche [%]	0,5	20,9	39,9	34,2	4,3	0,2

Alle Teileinzugsgebiete mit einem Waldanteil größer als 80 % liegen in den höheren Lagen des Untersuchungsgebietes (FM18, FM1 bis FM3, FM16, FM23HO). Der Anteil des Nadelwaldes beläuft sich gerade bei diesen Teileinzugsgebieten auf über die Hälfte der gesamten Waldfläche. Kleine Teileinzugsgebiete außerhalb von Ortschaften erreichen mitunter auch hohe Waldanteile, z.B. FM22, FM15. In mittleren bis hohen Höhenlagen sind Teileinzugsgebiete mit hohen Anteilen an Grünland (FM5, FM6, FM9 bis FM12, FM19, BO1 bis BO3) vertreten. In

mittleren und tiefen Lagen erreicht die Nutzungsform Acker aufgrund morphologischer und klimatischer Vorteile höhere Anteile als im oberen Bergland. Die Teileinzugsgebiete BO9, BO4, FM24 und FM23 werden zu mehr als der Hälfte des Flächenanteils ackerbaulich genutzt. Das Teileinzugsgebiet des Münzbaches (FM29MÜ) ist mit etwa 26 % besiedelte Fläche am stärksten versiegelt.

2.6.2 Ergebnisse der Detailuntersuchungen

Meteorologische und hydrologische Situation

Meteorologische Situation

Der Monat Oktober war zu kalt, deutlich zu trocken und die Sonnenscheindauer lag unter den Normalwerten. Eine Kaltfront brachte ab 17.10.07 frische Polarluft mit vielen Schauern in die Region. Im Gebirge waren die Niederschlagssummen am 18.10. mit 10 bis 15 mm am ergiebigsten. Auf dem Fichtelberg bildete sich eine Schneedecke von 22 cm, in Zinnwald von 5 cm. In der Nacht zum 22.10. wurden Tiefsttemperaturen von -2 bis -3 Grad im Tiefland gemessen. In der Zeit vom 21. bis 24.10. wurden in Dresden Tageshöchsttemperaturen von nur 4 bis 6 Grad registriert. Ab 25.10. gelangte feuchte Luft aus Südosten nach Sachsen, die sich nur zögernd erwärmte. Es kam zu leichtem Regen oder Sprühregen. Ab 28.10. sorgte Hochdruckeinfluss für ruhiges und meist niederschlagsfreies Herbstwetter, welches am 29.10. nur kurzzeitig von einer Kaltfront unterbrochen wurde. Die Schneedecke auf dem Fichtelberg schmolz bis zum Monatsende vollständig ab. Das Gebietsmittel des Niederschlags wird für Sachsen mit 23 mm angegeben, das sind nur 48 % vom Mittel 1961 –1990. Die Monatsmitteltemperaturen lagen an den meteorologischen Stationen um 0,9 bis 1,5 Grad unter dem klimatologischen Durchschnitt (LfUG 2007a).

Hydrologische Situation

Zu Monatsbeginn befand sich die Wasserführung an den sächsischen Pegeln im Allgemeinen bei 60 bis 170 % des MQ (Oktober). Infolge der vorangegangenen Hochwassersituation lagen die Durchflüsse in den Flussgebieten Weiße Elster und in den Mulden noch beim 2,5 bis 4,7fachen MQ(Oktober). Aufgrund der geringen Niederschläge setzte eine rasch fallende Tendenz der Wasserführung ein. Zu Monatsende lagen die Durchflüsse an den Pegeln der Weißen Elster und der Mulden noch beim 1,3 bis 1,5fachen MQ (Oktober). Die mittleren Monatsdurchflüsse lagen im Oktober an den Pegeln in den Einzugsgebieten der Weißen Elster und der Mulden zwischen 130 und 210 % der langjährigen Vergleichswerte (LfUG 2007a).

Die hydrologische Situation während der Durchführung einer einmaligen Probenahme sollte im mittleren Abflussniveau (MQ +/- 25 %) liegen und höchstens MNQ bzw. MHQ erreichen. Für die Beprobung der oberen Freiberger Mulde und der Bobritzsch wurden diese Vorgaben erreicht.

Tab. 6-7: Gewässerkundliche Hauptwerte des Durchflusses ausgewählter Pegel der Freiberger Mulde für den Monat Oktober (LFUG 2005b) im Vergleich zur Situation während der Probenahme (Aktuell)

Pegel	**EZG** [km²]	**MNQ** [m³/s]	**MQ** [m³/s]	**MHQ** [m³/s]	**Aktuell** [m³/s]
Berthelsdorf 2	244	1,12	2,16	5,36	k.A.
Nossen 1	585	2,16	4,09	12,1	3,4...4,6

Vor-Ort-Parameter

Abb. 6-5 verdeutlicht die Lage der Probenahmepunkte im Untersuchungsgebiet. Die Freiberger Mulde wurde durch die Punkte FM23HO, FM19BE und FM12OB und ihre Zuflüsse durch FM1 bis FM24 charakterisiert. Im Einzugsgebiet der Bobritzsch wurde die Bobritzsch an den Punkten BO1, BO3, BO11SL und ihre Zuflüsse an den Punkten BO2 und BO4 bis BO9 untersucht.

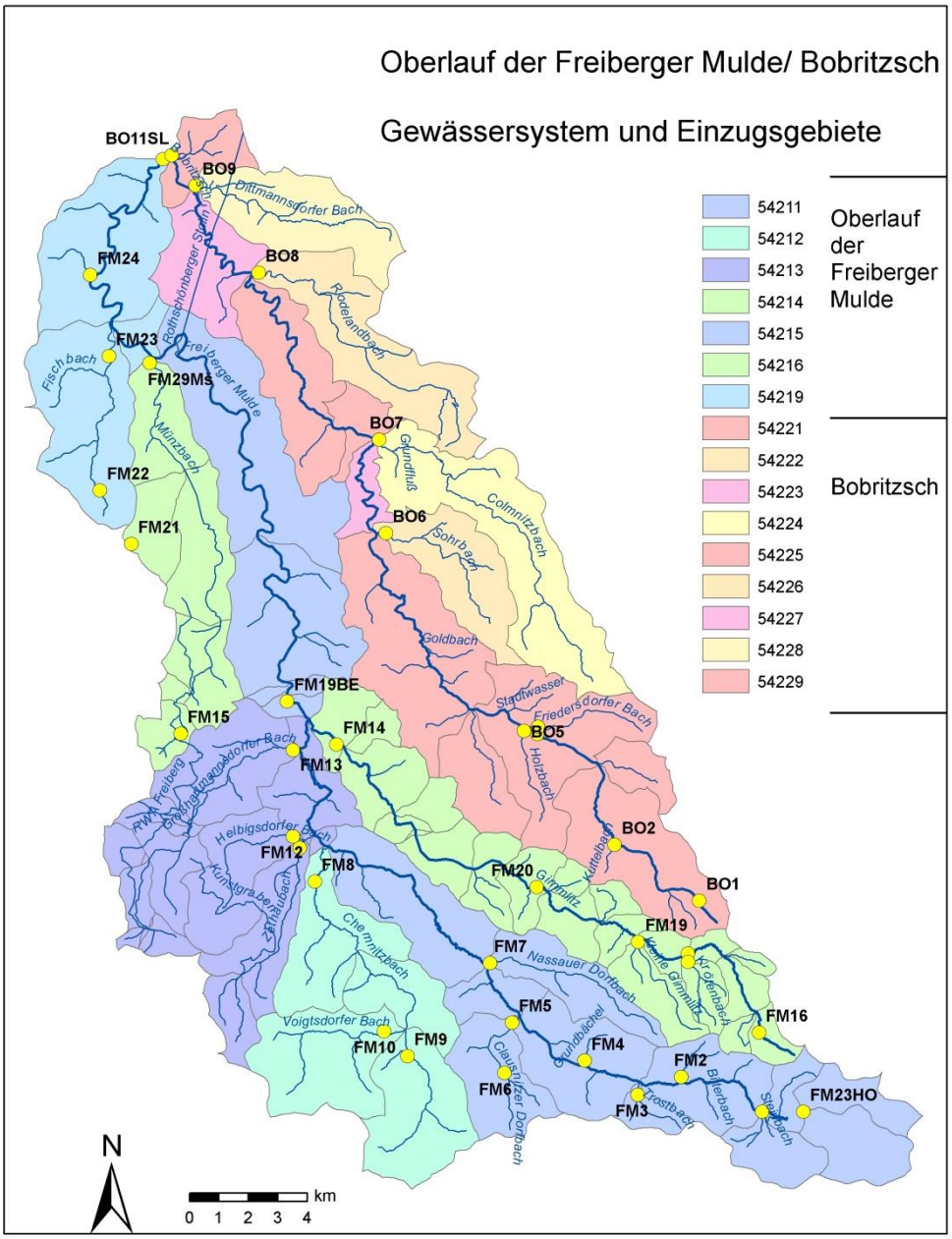


Abb. 6-5: Lage der Probenahmepunkte im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Freiberger Mulde und Bobritzsch

Die Wassertemperaturen variierten an den Probenahmetagen zwischen 3,7 und 12,2 °C (Tab. 6-8). Die Schwankungen sind auf die Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten, Höhenlage, Gewässergröße und Wetterlage zurückzuführen. Dabei fällt die Mündung des Münzbaches mit 12,2 °C besonders auf. Der Münzbach ist in seinem Unterlauf durch einen hohen Abwasseranteil aus der Stadt Freiberg mit ca. 40.000 Einwohnern mit ihrer kommunalen Kläranlage geprägt. Das führt auch zu einer erhöhten elektrischen Leitfähigkeit von 726 µS/cm und einem pH-Wert von 8,2. Dieser Probenahmepunkt wird im weiteren von der Hintergrunddiskussion ausgeschlossen. Er stellt er jedoch mit seinen anthropogenen Potential und seiner bedeutenden Wassermenge eine wichtige

Einflussgröße auf die Wasserqualität der Freiberger Mulde dar. Die pH-Werte lagen im übrigen Untersuchungsgebiet zwischen 5,5 und 7,9. Die eigentlich aus Waldgebieten bekannten und erwarteten niedrigen pH-Werte von pH<6 wurden im bewaldeten Oberlauf von der Landesgrenze bis Clausnitz aber auch im Einzugsgebiet der Gimmlitz nicht angetroffen. Nur der Oberlauf des Münzbaches oberhalb des Erzenglerteiches wies mit 5,5 einen sehr niedrigen pH-Wert auf (Abb. 6-6). Die Sauerstoffsättigung lag in den beprobten Oberflächengewässern bis auf zwei Ausnahmen (Goldbach, Kleinwaltersdorfer Bach) aufgrund der geringen biologischen Aktivität zwischen 90 und 100 %. Die elektrische Leitfähigkeit als Maß für die Mineralisation der Wässer lag im oberlauftypischen Bereich von 65 bis 271 µS/cm. Werte unter 100 µS/cm sind dabei nur in siedlungsfreien Bächen anzutreffen. Das Redoxpotential lag in allen Gewässern zwischen 370 und 480 mV und zeigte somit die herrschenden oxidierenden Verhältnisse in den Fließgewässern an. Die Schwebstoffgehalte lagen in der Freiberger Mulde zwischen 2,9 und 3,9 mg/l, in ihren Zuflüssen zwischen 0,8 und 13,9 mg/l. Sie sind aufgrund der Normalwasserführung als durchschnittlich einzuschätzen. Die Einzelwerte sind in Anlage 6-1 zusammengestellt.

Tab. 6-8: Vor-Ort-Parameter und Schwebstoffgehalte in der oberen Freiberger Mulde (FM) und der Bobritzsch (BO)

		W-Temp.	pH	O2-Gehalt	O2-Sättigung	el. Leitf.	Eh	Schweb
		[°C]		[mg/l]	[%]	[µS/cm]	[mv]	[mg/l]
FM*	Min	3,7	5,5	8,9	72	65	372	0,84
	Max	7,7	7,9	12,8	100	271	459	13,8
	Mittel	6,0	7,0	11,5	96	124	423	2,36
	Median	6,5	7,2	11,5	98	121	426	1,64
	n	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*
BO	Min	6,0	6,8	10,4	90	98	384	1,5
	Max	8,9	7,6	11,9	100	288	480	6,1
	Mittel	7,8	7,2	11,0	95	169	426	3,2
	Median	7,8	7,2	10,8	93	165	425	2,7
	n	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*

*FM ohne FM29MÜ, FM12OB

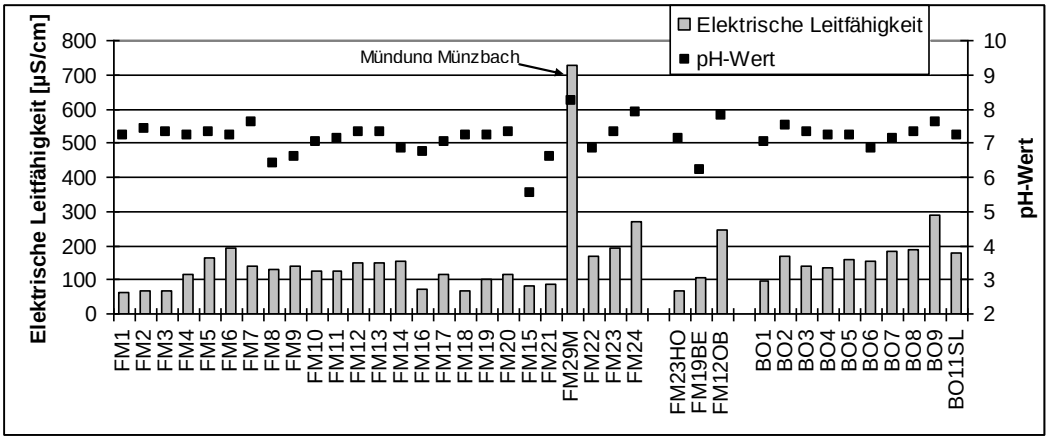


Abb. 6-6: Schwankungsbreite der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Wertes in den Wässern der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

Elementgehalte in Wässern und Sedimenten

Die Elementgehalte in der Wasserphase im Oberlauf der Freiberger Mulde schwanken von der Landesgrenze bis zur Mündung der Bobritzsch. Dabei ist zu bemerken, dass die Freiberger Mulde die Landesgrenze bereits mit signifikanten Elementgehalten überschreitet, die im Verlauf bis Berthelsdorf allerdings wieder verdünnt werden. Das betrifft die Elemente As, Ba, Mn, Ni und Zn. Der erste beprobte Zufluss (Rotes Wasser/ Steinbach) weist im Vergleich zur Mulde im Oberlauf höhere Bi-, Mn-, Mo-, Sn-, U- und Zn-Konzentrationen auf. Im Allgemeinen sind die Elementgehalte in den Muldezuflüssen niedrig. Höhere Al-, Co-, Ni- und Zn-Konzentrationen werden im Oberlauf des Münzbaches angetroffen, welcher bereits durch seinen relativ geringen pH-Wert von 5,5 auffiel. Der Münzbach ist an seiner Mündung deutlich anthropogen geprägt. Neben As sind vor allem Cd, Cr, Cu und Zn in höheren Konzentrationen anzutreffen. Hinsichtlich der Elementkonzentrationen ähnelt das Einzugsgebiet der Bobritzsch dem der oberen Freiberger Mulde. Anzumerken ist jedoch, dass hier immer messbare As-Gehalte detektierbar sind, wohingegen die Zn-Konzentrationen geringer sind. Bei der Bewertung gemäß WRRL wird Cd als kritisches Element in beiden Einzugsgebieten gesehen, da die Gesamtkonzentrationen teilweise über der Qualitätsnorm von 1 µg/l liegen.

Die Elementgehalte in den Aufschlusslösungen der Sedimente liegen mit Ausnahme einiger Analysen von Hg, Se und W über der Bestimmungsgrenze der einzelnen Elemente. Die Schwankungsbreite der Elemente in den Sedimenten <20 µm ist jedoch sehr hoch und erreicht häufig eine Zehnerpotenz. Dabei sind sowohl die absoluten Gehalte als auch die Spannweite der Gehalte im Einzugsgebiet der Oberen Freiberger Mulde höher als im Einzugsgebiet des Bobritzsch.

Tab. 6-9 gibt einen Überblick über die Schwankungsbreite der Konzentrationen in der Wasserphase und in den Sedimenten, die Einzelwerte sind in Anlage 6-1 enthalten.

Tab. 6-9: Schwankungsbreite der Elementgehalte in filtrierten (f) und unfiltrierten (uf) Wässern und in Sedimenten <20 µm (S) im Oberlauf der Freiberger Mulde (FM) und der Bobritzsch (BO)

	[µg/l]	Ag_f	Al_f	As_f	B_f	Ba_f	Be_f	Bi_f	Cd_f	Co_f
FM*	Min	<0,5	11,6	<0,5	9,08	22,4	<5	<2,5	<0,5	6,64
	Max	<0,5	498	9,0	49,5	138	<5	3,88	1,2	<0,5
	Mittel	<0,5	63	2,1	20	55	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Median	<0,5	35	1,7	19	46	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	P90	<0,5	110	3,9	29	86	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	*n***	*26*	*26*	*22*	*26*	*26*	*0*	*1*	*4*	*1*
BO	Min	<0,5	26,8	1,72	17,8	39,5	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Max	<0,5	109	8,0	44,6	106	<5	<2,5	0,972	<0,5
	Mittel	<0,5	53	3,8	29	64	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Median	<0,5	46	3,6	30	56	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	P90	<0,5	110	7,6	44	100	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	n	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*	*0*	*0*	*4*	*0*

	[µg/l]	Ag_uf	Al_uf	As_uf	B_uf	Ba_uf	Be_uf	Bi_uf	Cd_uf	Co_uf
FM*	Min	<0,5	40,8	1,06	12,6	25,2	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Max	<0,5	619	9,06	53,8	150	<5	13,1	1,22	6,66
	Mittel	<0,5	160	3,1	21	62	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Median	<0,5	110	2,5	20	54	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	P90	<0,5	370	6,0	29	98	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	*n***	*0*	*26*	*26*	*26*	*26*	*0*	*1*	*7*	*2*
BO	Min	<0,5	28,4	3,72	17,9	40,8	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Max	<0,5	263	8,35	45	118	<5	<2,5	1,29	<0,5
	Mittel	<0,5	153	5,1	30	69	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	Median	<0,5	136	4,8	30	62	<5	<2,5	<0,5	<0,5

	P90	<0,5	260	8,1	45	120	<5	<2,5	<0,5	<0,5
	n	*0*	*10*	*10*	*10*	*10*	*0*	*0*	*10*	*0*

	[mg/kg]	Ag_S	Al_S	As_S	B_S	Ba_S	Be_S	Bi_S	Cd_S	Co_S
FM*	Min	0,304	nb	37,4	nb	140	1,61	0,625	1,05	9,9
	Max	15,5	nb	404	nb	1200	27,4	6,88	20,6	52,9
	Mittel	1,8	nb	96	nb	390	8,3	1,6	9,5	19
	Median	0,85	nb	76	nb	379	6,2	1,2	9	16
	P90	4,4	nb	160	nb	580	21	3,4	18	38
	*n***	*26*	*nb*	*26*	*nb*	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*
BO	Min	0,426	nb	40,7	nb	184	1,77	0,672	3,34	12,5
	Max	1,55	nb	249	nb	723	8,31	3,34	24,6	21,7
	Mittel	0,82	nb	83	nb	401	4,7	1,4	13	17
	Median	0,8	nb	69	nb	410	4,4	1,3	12	17
	P90	1,5	nb	230	nb	700	8,3	3,2	24	22
	*n***	*10*	*nb*	*10*	*nb*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*

Tab. 6-9 (Fortsetzung)

	[µg/l]	Cr_f	Cu_f	Fe_f	Hg_uf	Li_f	Mn_f	Mo_f	Ni_f	Pb_f
FM*	Min	<1	<1	nb	<0,5	2,37	1,46	<0,5	0,71	<0,5
	Max	1,34	4,67	nb	<0,5	13,2	164	4,8	12,4	1,47
	Mittel	<1	1,7	nb	<0,5	4,6	20	<0,5	2,1	<0,5
	Median	<1	1,5	nb	<0,5	3,8	5,4	<0,5	1,3	<0,5
	P90	<1	2,9	nb	<0,5	8,2	70	<0,5	4,9	<0,5
	*n***	*1*	*22*	nb	*0*	*26*	*26*	*7*	*26*	*4*
BO	Min	<1	1,94	nb	<0,5	1,65	5,86	<0,5	1,08	<0,5
	Max	<1	4,41	nb	<0,5	10,8	34,1	0,5	4,3	<0,5

	Mittel	<1	2,9	nb	<0,5	5,1	15	<0,5	2,4	<0,5
	Median	<1	2,7	nb	<0,5	3,5	11	<0,5	2,3	<0,5
	P90	<1	4,4	nb	<0,5	10,7	34	<0,5	4,2	<0,5
	n	*0*	*10*	nb	*0*	*10*	*10*	*1*	*10*	*0*

	[µg/l]	**Cr_uf**	**Cu_uf**	**Fe_uf**	**Hg_uf**	**Li_uf**	**Mn_uf**	**Mo_uf**	**Ni_uf**	**Pb_uf**
FM*	Min	<0,5	<1	nb	<0,5	2,4	1,98	<0,5	1,79	<0,5
	Max	2,53	5,76	nb	<0,5	13,3	182	9,94	13,7	2,86
	Mittel	<0,5	2,4	nb	<0,5	4,7	25	<0,5	3,7	[0,89]
	Median	<0,5	2,3	nb	<0,5	3,9	8,9	<0,5	2,9	[0,68]
	P90	<0,5	4,6	nb	<0,5	8,6	77	<0,5	6,4	[2,4]
	*n***	*1*	*24+2*	nb	*0*	*26*	*26*	*11*	*26*	*20+6*
BO	Min	<0,5	2,3	nb	<0,5	1,7	6	<0,5	2,16	<0,5
	Max	<0,5	4,69	nb	<0,5	11	40,7	0,742	6,03	2,43
	Mittel	<0,5	3,3	nb	<0,5	5,2	20	<0,5	3,8	1,1
	Median	<0,5	3	nb	<0,5	3,6	15	<0,5	4	0,98
	P90	<0,5	4,7	nb	<0,5	11	40	<0,5	5,9	2,4
	n	*10*	*10*	nb	*0*	*10*	*10*	*10*	*10*	*9+1*

	[mg/kg]	**Cr_S**	**Cu_S**	**Fe_S**	**Hg_S**	**Li_S**	**Mn_S**	**Mo_S**	**Ni_S**	**Pb_S**
FM*	Min	38	21,2	25900	<0,1	33,7	370	0,482	28,3	114
	Max	91	314	88000	3,15	110	5200	8,59	101	1170
	Mittel	55	74	40000	0,36	64	1600	1,6	46	289
	Median	51	50	36000	0,15	59	1300	1,2	41	213
	P90	85	150	58000	1,2	90	3500	2,6	71	640
	*n***	*26*	*26*	*26*	*22+4*	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*
BO	Min	32,6	33,9	24300	<0,1	33,2	1010	0,681	24,4	179

	Max	55,2	97,2	43200	1,83	66,7	1920	1,91	44,3	396
	Mittel	45	52	34000	0,54	52	1500	1,2	34	252
	Median	45	45	33000	0,2	53	1500	1,2	35	244
	P90	55	94	43000	1,8	66	1900	1,9	44	390
	*n***	*10*	*10*	*10*	*8+2*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*

* Freiberger Mulde ohne FM29MÜ, FM12OB

** Anzahl der Werte über der Bestimmungsgrenze, + Berücksichtigung der Werte unter der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze bei der statistischen Berechnung

Tab. 6-9 (Fortsetzung)

	[µg/l]	Sb_f	Se_f	Sn_f	Ti_f	Tl_f	U_f	V_f	W_f	Zn_f
FM*	Min	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	2,82
	Max	<1	<5	<3	nb	<0,1	1,87	<1	<0,5	142
	Mittel	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	16
	Median	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	8,8
	P90	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	32
	*n***	*0*	*0*	*0*	nb	*0*	*1*	*0*	*0*	*26*
BO	Min	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	7,37
	Max	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	41,2
	Mittel	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	23
	Median	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	22
	P90	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	40
	n	*0*	*0*	*0*	nb	*0*	*0*	*0*	*0*	*10*

	[µg/l]	Sb_uf	Se_uf	Sn_uf	Ti_uf	Tl_uf	U_uf	V_uf	W_uf	Zn_uf
FM*	Min	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	7,59
	Max	<1	<5	5,3	nb	<0,1	8,73	1,17	<0,5	172
	Mittel	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	26
	Median	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	17

	P90	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	49
	*n***	*0*	*0*	*1*	nb	*0*	*2*	*1*	*0*	*26*
BO	Min	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	12,3
	Max	<1	<5	<3	nb	<0,1	0,557	1,17	<0,5	41,8
	Mittel	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	25
	Median	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	26
	P90	<1	<5	<3	nb	<0,1	<0,5	<1	<0,5	41
	n	*0*	*0*	*0*	nb	*0*	*1*	*2*	*0*	*10*

	[mg/kg]	**Sb_S**	**Se_S**	**Sn_S**	**Ti_S**	**Tl_S**	**U_S**	**V_S**	**W_S**	**Zn_S**
FM*	Min	0,067	<2	0,519	323	0,424	2,41	46,1	<0,1	142
	Max	1,15	5,89	5,57	1220	1,32	19,4	98,3	0,891	1900
	Mittel	0,33	[2,6]	1,8	836	0,78	5,9	69	[0,25]	660
	Median	0,23	[2,6]	1,6	860	0,78	5	67	[0,20]	500
	P90	0,77	[4,0]	3,4	1200	1	9,3	91	[0,54]	1600
	*n***	*26*	*21+5*	*26*	*26*	*26*	*26*	*26*	*18+8*	*26*
BO	Min	0,148	<2	0,63	520	0,523	2,67	42,8	<0,1	401
	Max	0,442	4,15	3,47	1130	0,973	8,11	67,8	0,321	832
	Mittel	0,26	[2,3]	2,1	746	0,7	5,6	58	[0,14]	580
	Median	0,24	[2,4]	2	620	0,71	5,9	57	[0,13]	550
	P90	0,44	[4,0]	3,5	1100	1	8	67	[0,31]	830
	*n***	*10*	*7+3*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*	*7+3*	*10*

Die nachfolgenden Diagramme (Abb. 6-7 bis 6-12) verdeutlichen die regionale Schwankungsbreite der für das Einzugsgebiet als charakteristisch angesehenen Elemente As, Pb, Cd, Zn, Cu und ihre Einschätzung gemäß WRRL (zuzüglich Cr).

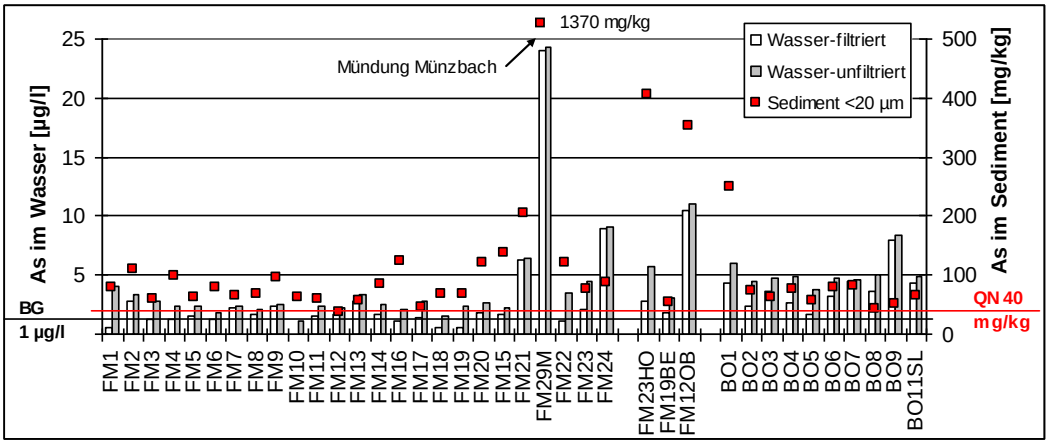


Abb. 6-7: Schwankungsbreite der Arsengehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

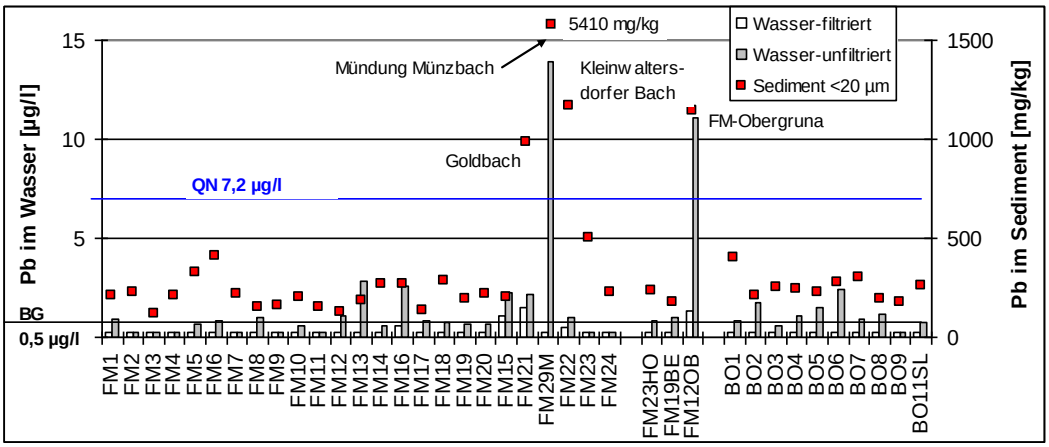


Abb. 6-8: Schwankungsbreite der Bleigehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

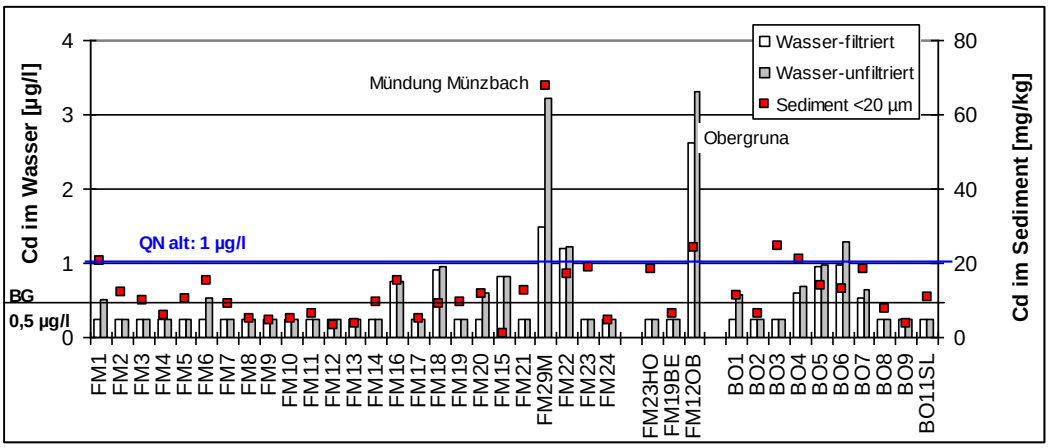


Abb. 6-9: Schwankungsbreite der Cadmiumgehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

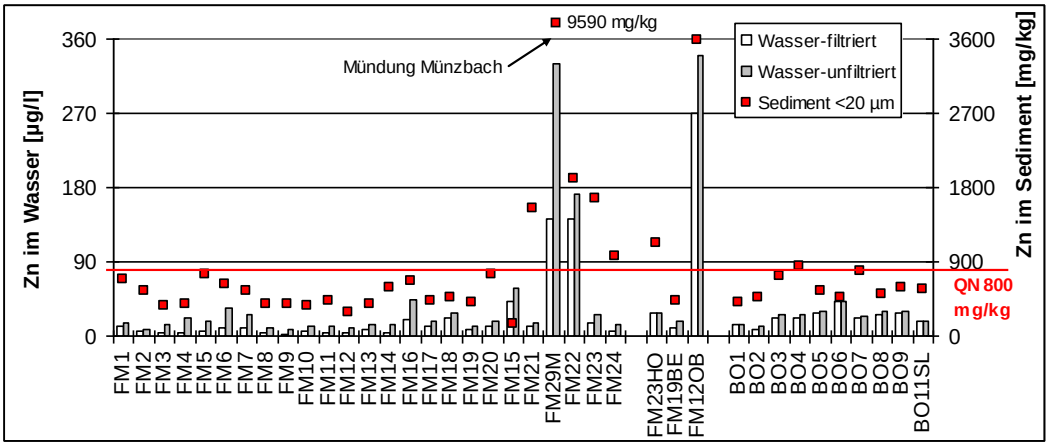


Abb. 6-10: Schwankungsbreite der Zinkgehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

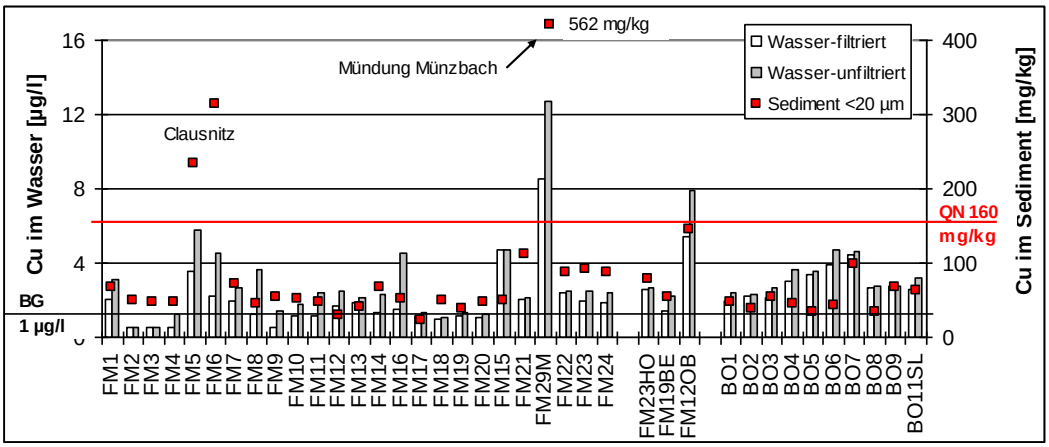


Abb. 6-11: Schwankungsbreite der Kupfergehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

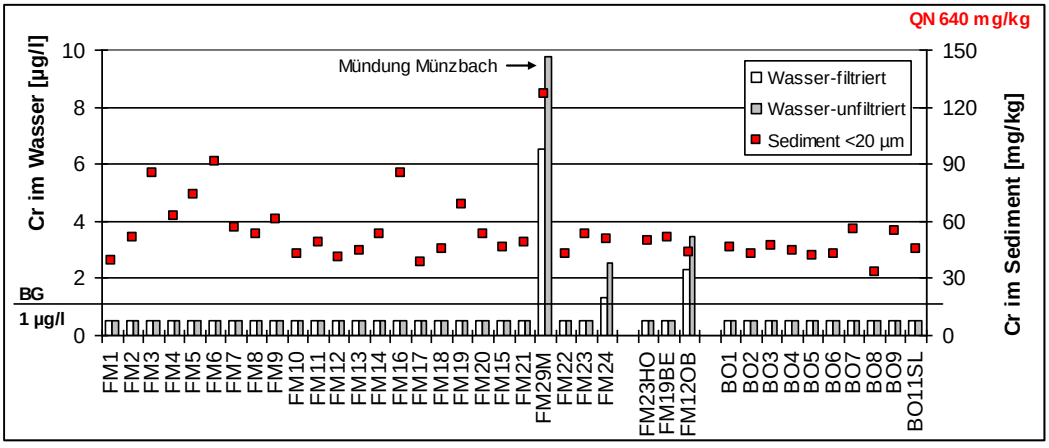


Abb. 6-12: Schwankungsbreite der Chromgehalte in den Wässern und Sedimenten der oberen Freiberger Mulde (FM) und Bobritzsch (BO)

Regionale Differenzierung

In den Tabellen 6-10 und 6-11 sind die Probenahmepunkte den Wasserkörpern, charakterisiert durch die GKZ, zugeordnet. Neben der geologischen Charakterisierung werden die in den Gebieten auftretenden Mineralisationen und bedeutenden Lagerstättenreviere benannt. In der Spalte Empfehlungen sind Vorschläge der mindestens abzugrenzenden Einzugsgebiete (OWK-Gruppen) enthalten.

Tab. 6-10: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der oberen Freiberger Mulde zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
542111 Freiberger Mulde	bunte Geologie und umfangreiche Mineralisationen auf tschechischer Seite, M104, M105, Lagerstätte Moldava-Vápenice (bis 1993 Abbau von Fluorit, Baryt, historischer Bergbau auf Ag-, Pb-, Cu-Sulfide)	**1 FM23HO**, Input Freiberger Mulde an der Landesgrenze, deutlich lagerstättenbeeinflusst: Wässer: Ba, Sedimente: Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Mn, Mo, Ni, Tl, U, W, Zn
542114 Steinbach/Roter Fluß	Granit (ÄG), Rhyolithoide i.Gä	**2** FM1, erhöhte Elementgehalte - Wässer: Bi, Mo, U, Sedimente: Bi, Be, Cd, Mn, U, Rhyolithoide i.Gä.oide haben erhöhte U-Gehalte
5421151 (tw.) Bach am Brettellenweg	Paragneis, untergeordnet Rhyolithoide i.Gä., Orthogneis, Phyllit	**3** FM2, erhöhte Elementgehalte – Sedimente: Ag, As, Be, Hg, Se, U, Rhyolithoide i.Gä. haben erhöhte As, U-Gehalte
5421152 Bach am Trostgrundweg	Paragneis, untergeordnet bas. Magmatite	**3** FM3
5421153 (tw.) Grundbächel	Paragneis	**3** FM4
542112, 542113 **5421151** (tw.) FM	Paragneis, untergeordnet Rhyolithoide i.Gä., Orthogneis, Phyllit, bas. Magmatite	**3** Vorschlag: neuer Punkt als Summe Oberlauf mit überwiegendem Anteil an mineralisationsarmen Paragneisen ergänzen, oh. Mdg. Clausnitzer Dorfbach, kann FM2, FM3 und FM4 ersetzen
5421154 Clausnitzer Dorfbach	Paragneis, GM-Gneise, M109!, M105	**4** FM5, deutliche Beeinflussung durch Bergbaurevier Clausnitz (Cu-Abbau), in Wässern: Cu, in Sedimenten: Ag, Cd, Cu **4** FM6
542116 Nassauer Dorfbach	Paragneis, untergeordnet Rhyolithoide i.Gä., geringe Mineralisationen M109	**5** FM7, gering erhöhte Ba-Gehalte (Ba-Mineralisationen im EZG)
542129, **542123**	Paragneis, Gm-Gneis, Orthogneis, bas.	**6** FM8, stellt Summe aus FM9 und

Chemnitzbach	Magmatite, M105, A123	FM10 dar, keine auffälligen Gehalte, kann FM9 und FM10 ersetzen
542121 Chemnitzbach	Orthogneis, GM-Gneis, Paragneis, M105	**6** FM9
542122 Voigtsdorfer Bach	Orthogneis, GM-Gneis, Paragneis, M105, M104, M108	**6** FM10
5421323, 5421321 Zethauer Bach	Paragneis, untergeordnet GM-Gneis, Orthogneis, M103, M105	**7** FM11, unterscheidet sich kaum von FM12, alternativ zu FM11 und FM12 kann die Mündung des Zetahubaches vor der FM bebrobt werden (neuer Punkt)
5421324 Helbigsdorfer Bach	Paragneis, M109, M105, M104, M103	**7** FM12 siehe FM11
5421349, 5421346, 54213459, 54213451, 54213441, 54213343, 54213411, 54213449, 54213419, 5421342 Weigmannsdorfer Bach	Paragneis-anat., Paragneis, M106, (M105)	**8** FM13 unauffällige Elementgehalte
5421499, 5421494, 5421493, 5421492, 54214919, 54214911, 5421459, 5421457 Gimmlitz	Paragneis, Paragneis-anat., M105, M103, M109	**9** FM14, Trennung der Gimmlitz in 2 Abschnitte wird vorgeschlagen, hier Beprobung des Unterlaufs, erhöhte Hg-Geh. im Sediment
5421455 bis 5421451, 542143 Gimmlitz	Paragneis, Paragneis-a, Rhyolithoide i.Gä.oide, M109, (randlicher Einfluss Lagerstätte Frauenstein-Reichenau)	**10** FM20 geringer Einfluss des Lagerstättenreviers Frauenstein, eine Beprobung der Gimmlitz oh. der Tsp. Lichtenberg kann hier vorgenommen werden (FM16-FM19 können entfallen)
542144 Kleine Gimmlitz	Paragneis, (Orthogneis, Phyllit)	**10** FM19
542142 Krötenbach	Paragneis, Orthogneis, Phyllit, Rhyolithoide i.Gä.	**10** FM18
5421419, Gimmlitz **5421414** bis **5421412**	Paragneis, Rhyolithoide i.Gä.oide, Phyllit	**10** FM17
5421411 Gimmlitz	Paragneis, Rhyolithoide i.Gä.oide, A124 (Pb-Zn)	**10** FM16, geringer Einfluss der Pb-Zn-Vererzung
542112, **542113** **5421151** (tw.) **5421153** (tw.), **5421159, 542117,**	überwiegend Paragneis, unterordnet Paragneis-anat., M105, M104, M103, M109	**11 FM19BE**, entspricht EZG oberhalb Lagerstättenrevier Freiberg

542131, 542133, 542139, 5421511		
542169, 542164 (tw.), **542163, 5421619, 5421613, 5421611** (tw.) Münzbach	Paragneis-anat., sehr hohe Dichte an Mineralisationen, M109, M104, M106, M103, M105, Lagerstättenreviere Freiberg-Zentralteil, Brand	**12** FM29MÜ, Münzbach, an Mündung stark anthropogen beeinflusst, dieser Punkt ist nicht zur Charakterisierung des Backgrounds geeignet, im EZG ist es generell problematisch, rein geogene Standorte zu finden
542164 (tw.) Goldbach	An Gebietsgrenze	**12** FM21, Input Goldbach, Sedimente durch Inhalt der Freiberger Lagerstätte gekennzeichnet (Ag, Cd, Cu, Pb, Zn),
5421611 (tw.) Münzbach	An Gebietsgrenze	**12** FM15, Input Münzbach, starke Versauerung bedingt gute Löslichkeit vieler Elem. (Al, Mn, Zn), Probenahmepunkt sollte flussabwärts verschoben werden (ca. bis Berthelsdorf)
542192	Paragneis-anat., Paragneis, Löss/-lehm, M104, M109, M105, A125, Lagerstättenreviere Halsbrücke (Ag-Pb-Zn), Felsithorizont Großschirma	**13** FM22 Input an EZG-Grenze, durch Freiberger Lagerstätte gekennzeichnet (Cd, Zn im Wasser, As, Cd, Pb, Zn im Sediment), FM23 ebenfalls durch Freiberger Lagerstätte gekennzeichnet, Zufluss oh. Zechenteich konnte wg. Bauarbeiten an B173 nicht beprobt werden
542199 (tw.)	Paragneis, Glimmerschiefer, M109, M103, M106, M104, Lagerstättenreviere Halsbrücke, Felsithorizont Großschirma, Klein-/Großvoigtsberg	**14** FM24
5421519, 542153, 542159, 542191, 542199 (tw.)	überwiegend Paragneis-anat., sehr hohe Dichte an Mineralisationen, M109, M104, M106, M103, M105, Lagerstättenreviere Freiberg-Ostteil (Ag-Pb-Zn), Zentralteil (Ag-Pb-Zn), Halsbrücke (Ag-Pb-Zn)	**15 FM12OB**, Output des Gebietes, EZG mit Einfluss der Lagerstättenreviere Freiberg/Halsbrücke

M – Mineralisationstyp, A – Assoziationstyp (beides gemäß Abb. 6-3)

Tab. 6-11: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der Bobritzsch zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
542211 (tw.) Bobritzsch	Paragneis	**1 BO1**, oh. Lag. Frauenstein-Reichenau, aufgrund der hohen Elementgehalte als Inputpunkt nicht geeignet
542211 (tw.) Kuttelbach	Paragneis, liegt randlich in Lag. Frauenstein-Reichenau (Ag)	**2** BO2, Geringer Lagestätteneinfluss, jedoch höchster Ag-Gehalt im Sediment, Punkt kann entfallen
542213 (tw.), **542212**, **542211** (tw) Bobritzsch	Paragneis, z.T.anatektisch, (Paragneis, Orthogneis), M109, M105, M104, Lag. Frauenstein-Reichenau (Ag)	**2 BO3**, Charakterisiert BO uh. Lagerstätte Frauenstein-Reichenau
542213 (tw.) Bobritzschzuflüsse: Friedersdorfer Bach Hölzbach	Paragneis, z.T.anatektisch	**3a** BO4, Friedersdorfer Bach **3b** BO5, Hölzbach Gehalte BO4 und BO5 liegen in der gleichen Größenordnung
542214 Burkersdorfer Bach	Paragneis, z.T.anatektisch, Paragneis, M105,	**4**, sollte ergänzt werden*
54222 Sohrbach	Granit (ÄG), Paragneis, z.T.anatektisch, M105, (M109)	**5** BO6
54224 Colmnitzbach	Granit (ÄG), Paragneis, saure Vulkanite, Paragneis, z.T.anatektisch, (M105, M109)	**6** BO7
54226 Rodelandbach	Paragneis, z.T.anatektisch, Kreide, saure Vulkanite, (Löss/-lehm), (M109)	**7** BO8
54228 Dittmannsdorfer Bach	Löss/-lehm, (Kreide, Paragneis), M109	**8** BO9
54229, 54227, 542259, 5452251, 54223, 542219, 542214, 542213 (tw.) Bobritzsch	Paragneis, z.T.anatektisch, Paragneis, (Rhyolithoide i.Gä.oide in Gängen, Granit (ÄG), Phyllit, Löss/-lehm), M109, M103, M105, M104, (Lag. Freiberg-Ostteil (Ag-Pb-Zn))	**9 BO11SL**, charakterisiert BO von Lagerstätte Frauenstein-Reichenau bis Mündung

M – Mineralisationstyp, A – Assoziationstyp (beides gemäß Abb. 6-3)

* Der Burkhardtsdorfer Bach wurde aufgrund möglicher anthropogener Einflüsse (vorwiegend aus der Landwirtschaft, untergeordnet Siedlung) nicht beprobt. Er ist jedoch als eigener Gewässerkörper ausgewiesen. Dafür wurden die beiden oberhalb liegenden Bäche Hölzbach (BO5) und Friedersdorfer Bach (BO4) beprobt, wobei der Hölzbach die geringeren Elementgehalte in den Sedimenten aufweist. Die Ergebnisse der Punkte BO4, BO5 könnten gemittelt werden. Um den Anforderungen der Ausweisung der Wasserkörper gerecht zu werden, sollte der Punkt BO3 an die Bobritzsch oberhalb der Mündung des Burkhardtsdorfer Baches verschoben werden sowie auch der Burkhardtsdorfer Bach beprobt werden. Die Punkte BO2, BO4 und BO5 können entfallen.

Nach Auswertung der Analysenergebnisse mit Blick auf mögliche anthropogene Belastungen im Sinne des intensiven Bergbaus und seiner Hinterlassenschaften sowie auf stark siedlungsbedingte Einflüsse müssen die Punkte FM12OB und FM29MÜ von der Betrachtung im Sinne des geogenen Backgrounds ausgeschlossen werden. Der Eintritt der Freiberger Mulde auf sächsisches Gebiet ist mit deutlich erhöhten lagerstättenbedingten Elementgehalten verbunden. Die weiteren Einflüsse durch die zufließenden Bäche sind teils lithogener oder lithogen-chalkogener Natur (z.B. FM2) bzw. geringeren Einflüssen aus dem Altbergbau (z.B. FM5 Clausnitz) geschuldet. Mineralisationsbedingte erhöhte Elementkonzentrationen im Oberlauf der Bobritzsch werden wie die der Freiberger Mulde im weiteren Verlauf verdünnt.

2.7 Referenzgebiet Obere Zwickauer Mulde

2.7.1 Gebietsbeschreibung

Hydrographie

Das Relief des Erzgebirges ist geprägt durch Täler, Hochflächen und Einzelberge. Die meisten Täler verlaufen in der Richtung der Nordabdachung des Gebirges, nur einige bereits ältere Haupttalabschnitte, so auch das der Zwickauer Mulde, verlaufen quer oder strumpfwinklig dazu. Die Quelle der Roten Mulde liegt ca. 2 km östlich der Gemeinde Schöneck im Vogtland in einer Höhe von 770 m üNN, die Quelle der Weißen Mulde liegt ca. 5 km südöstlich davon, nahe der Ortschaft Kottenheide. Die Rote und die Weiße Mulde vereinigen sich nach wenigen Kilometern in der Talsperre Muldenberg, die auch noch den Saubach aufnimmt. Das Untersuchungsgebiet reicht bis zum Zufluss des Schwarzwassers, dessen Mündung in Aue auf einer Höhe von 345 m üNN liegt.

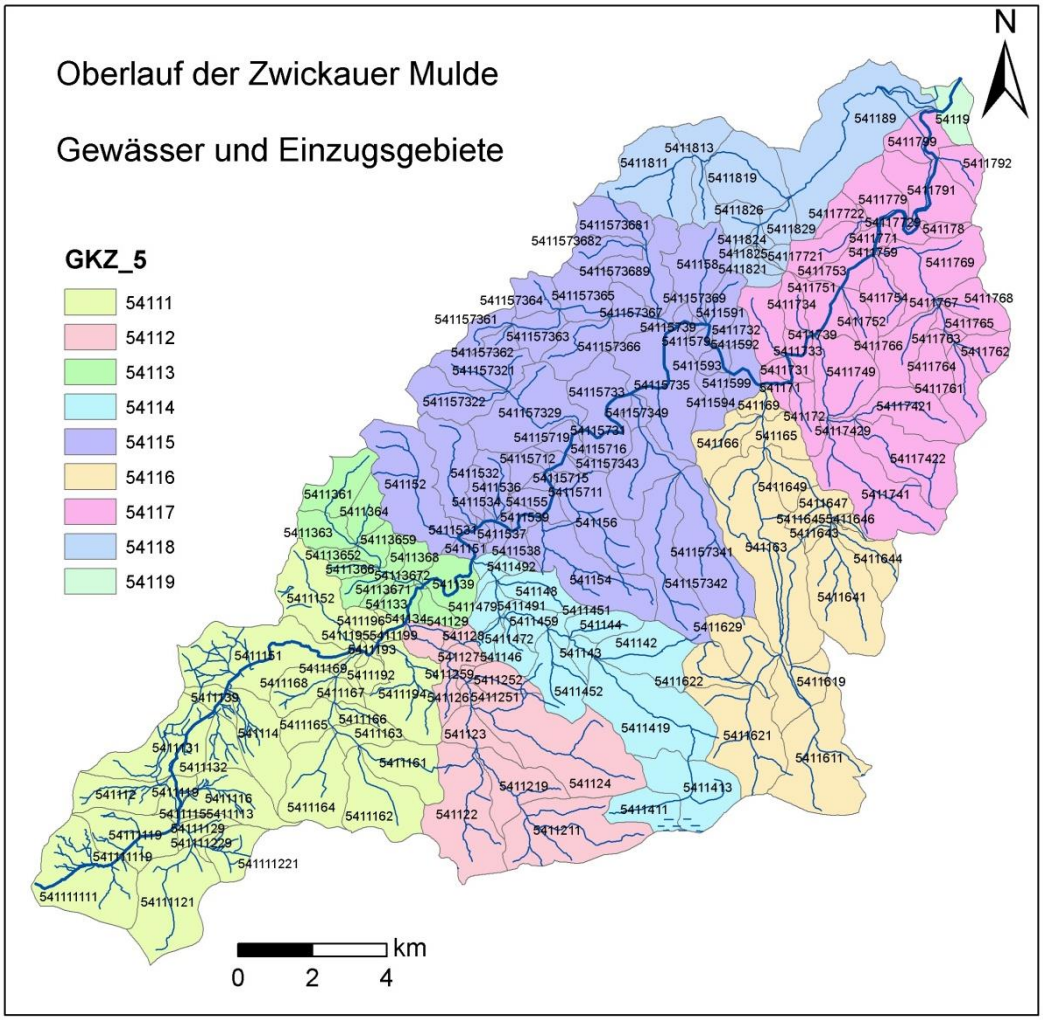


Abb. 7-1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes der oberen Zwickauer Mulde

Im Oberlauf der Zwickauer Mulde befinden sich weiterhin die Talsperren Eibenstock, Sosa und Carlsfeld. Die wichtigsten Zuflüsse im Untersuchungsgebiet sind Kleine Pyra, Große Pyra (54112), Wilzsch (54114) und Große Bockau (54116) rechtsseitig sowie der Zschorlaubach (54118) linksseitig (Tab. 7-1)**.** Das 316 km² umfassende Untersuchungsgebiet ist in Abb. 7-1 dargestellt.

Tab. 7-1: Flächenanteile der Teileinzugsgebiete der oberen Zwickauer Mulde gemäß GKZ_5

GKZ_5	54111	54112	54113	54114	54115	54116	54117	54118	54119
Anteil [%)	19,2	8,3	3,8	7,8	24,9	12,4	16,1	7,0	0,4

Geologie

Im Probenahmegebiet der oberen Zwickauer Mulde treten nur vier petrographische Einheiten auf, wobei Granite des jüngeren Intrusivkomplexes und Phyllite den deutlich größten Flächenanteil haben. Basische Vulkanite kommen nur in sehr geringen Anteilen im Einzugsgebiet des Probenahmepunktes ZM 40 vor, Granite des älteren Intrusivkomplexes oberhalb der Mündung des Schwarzwassers. Durch die Homogenität der betrachteten Einzugsgebiete und die teilweise sehr ähnlichen Hintergrundwerte für die anstehenden Gesteine zeigen sehr viele Einzugsgebiete Werte für die Elementgehalte, welche sich nur geringfügig voneinander unterscheiden. Nur für die Einzugsgebiete ZM5 bis ZM8, ZM12, ZM18, ZM26, ZM30, ZM36 bis ZM38 und ZM40 sind gewichtete Mittelwerte zu berechnen. Für die Gebiete ZM1 bis ZM4 und ZM9 gelten die mittleren Gehalte des Phyllits, der dort 100 % der Fläche einnimmt, als Hintergrundwert. In allen übrigen Gebieten liegt durchgängig der jüngere Granit im Untergrund vor (Tab. 7-2 und Abb. 7-2).

Tab. 7-2: Verbreitung der Hauptgesteinsarten im Untersuchungsgebiet Obere Zwickauer Mulde

Petrographische Einheit	Anteil [%]
Granit, Jüngerer Intrusivkomplex	75,6
Granit, Älterer Intrusivkomplex	0,8
Phyllit	23,0
Basische Vulkanite	0,5

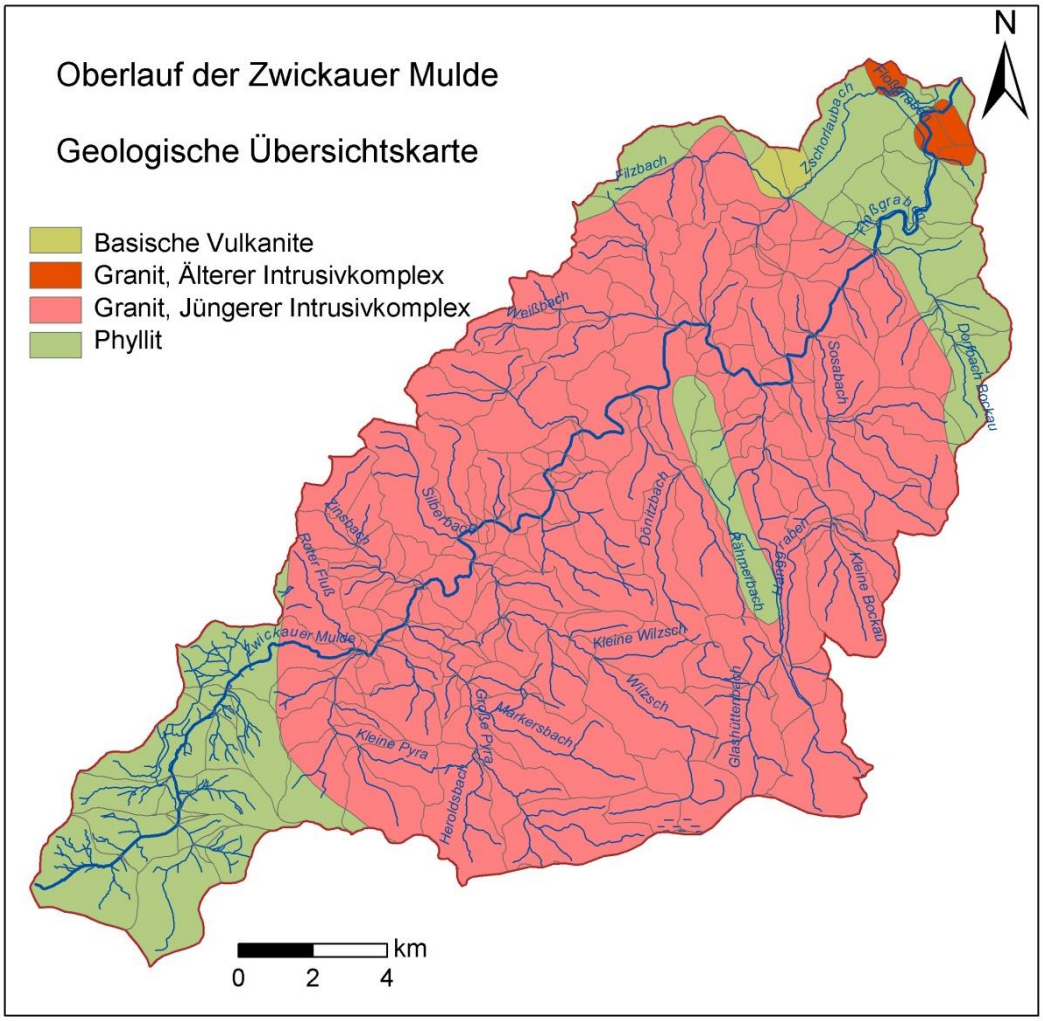


Abb. 7-2.: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes der oberen Zwickauer Mulde (auf Basis der GÜK des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

Aufgrund der Dominanz des Eibenstocker Granits und seiner geochemischen Spezialisierung ergeben sich im Untersuchungsgebiet erhebliche Abweichungen in den mittleren Elementgehalten der Gesteine im Vergleich zu Gesamt-Sachsen (Tab. 7-3). Es ist eine Verarmung der Elemente Co, Cr, Cu, Ni und eine erhebliche Anreicherung des Elements Sn festzustellen.

Tab. 7-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen des Untersuchungsgebietes Obere Zwickauer Mulde (ZM) im Vergleich zu Sachsen, Werte aus KARDEL et al. 1996, Totalgehalte, Angaben in mg/kg

	As	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	U	Zn
ZM	17	37	200	4,5	19	8,1	11	20	37	8,7	76
Sachsen	13	37	420	12	57	24	20	20	4,4	k.A.	60

7.1.3. Lagerstätten und Mineralisationen

Im Verlauf der geologischen Entwicklung des Gebietes entstanden hydrothermale Lagerstätten und Mineralisationen sowohl des Hoch-, Mittel- und Tieftemperaturbereiches. Im Bereich des Westerzgebirges/Vogtlandes werden im Untersuchungsgebiet entsprechend der historischen Entwicklung des sächsischen Erzbergbaus 6 Lagerstättenreviere unterschieden (HÖSEL ET AL. 1997) (Tab.7-4, Abb. 7-3).



Abb. 7-3: Übersichtskarte der Mineralisationen und Lagerstätten im Untersuchungsgebiet der oberen Zwickauer Mulde (WASTERNACK ET AL. 1995)

Tab. 7-4: Bedeutende Lagerstättenreviere im Einzugsgebiet der Oberen Zwickauer Mulde (HÖSEL ET AL. 1997)

Revier	Haupt- und Nebenkomponenten der Rohstoffgewinnung
Brunndöbra	Baryt
(Schneckenstein)	U
Mühlleiten	Sn, (W, Cu)
Auersberg	Sn, Turmalin
Gottesberg	Sn, (W, Cu)

Zschorlau	W
Schneeberg	Ag-Co-Ni-(Bi-U)

Im Bereich des Eibenstocker Granitmassivs finden sich flächendeckend Mineralisationen der Kassiterit- (z.T. Kassiterit-Wolframit-) Quarz-Assoziation [qksw] (Sn, W, As, Mo) und eine weite Verbreitung von Zinnstein in Seifen (z.B. Sauschwemme südlich des Auersberges). Weiterhin ist das Untersuchungsgebiet von langen Eisenerzgängen durchzogen, die der Quarz-Hämatit-Assoziation [qhm] (Fe, Fluorit) zugeordnet werden.

Böden und Landnutzung

Das Lockermaterial, die Gesteinsverwitterungsdecken, wurde überwiegend in der Weichselkaltzeit gebildet. Seine Eigenschaften zeigen eine deutliche Abhängigkeit vom anstehenden Gestein und den geomorphologischen Bedingungen der Verwitterung, Umlagerung und Sedimentation. Im Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde überwiegen Braunerde-Podsole aus Hanglehm über basenarmem magmatischen Festgestein (Jüngerer Granit) (78,8 %) gegenüber Podsol-Braunerden aus Hanglehm über basenarmem metamorphen Festgestein (Phyllit) (21,2 %). Ein großer Teil der Teileinzugsgebiete wird jeweils nur durch eine der beiden Leitbodengesellschaften bestimmt, in 13 Einzugsgebieten liegen beide vor (Abb. 7-4).

Die entstandenen Verwitterungsdecken sind auf Graniten blockhaltig und grusig-sandig, auf Glimmerschiefern sehr skelettreich und lehmsandig, auf Tonschiefern mit mäßigem Skelettgehalt schluffig. Dabei werden der Bodenwasserhaushalt und das Nährstoffangebot von sehr unterschiedlichen Stein- und Feinerdegehalten und der vertikalen Gliederung bestimmt. Weiterhin können in Senken und sanften Unterhängen lehmige Kolluvialbildungen und in den Auen geröllhaltige kiesigsandige Auensedimente, die häufig von jüngeren Auensedimenten überlagert sind, auftreten. Aber auch die durch den Bergbau bedingten Strukturen wie Halden und Bingen haben Einfluss auf die Bodendecke (MANNSFELD ET AL., 1995).

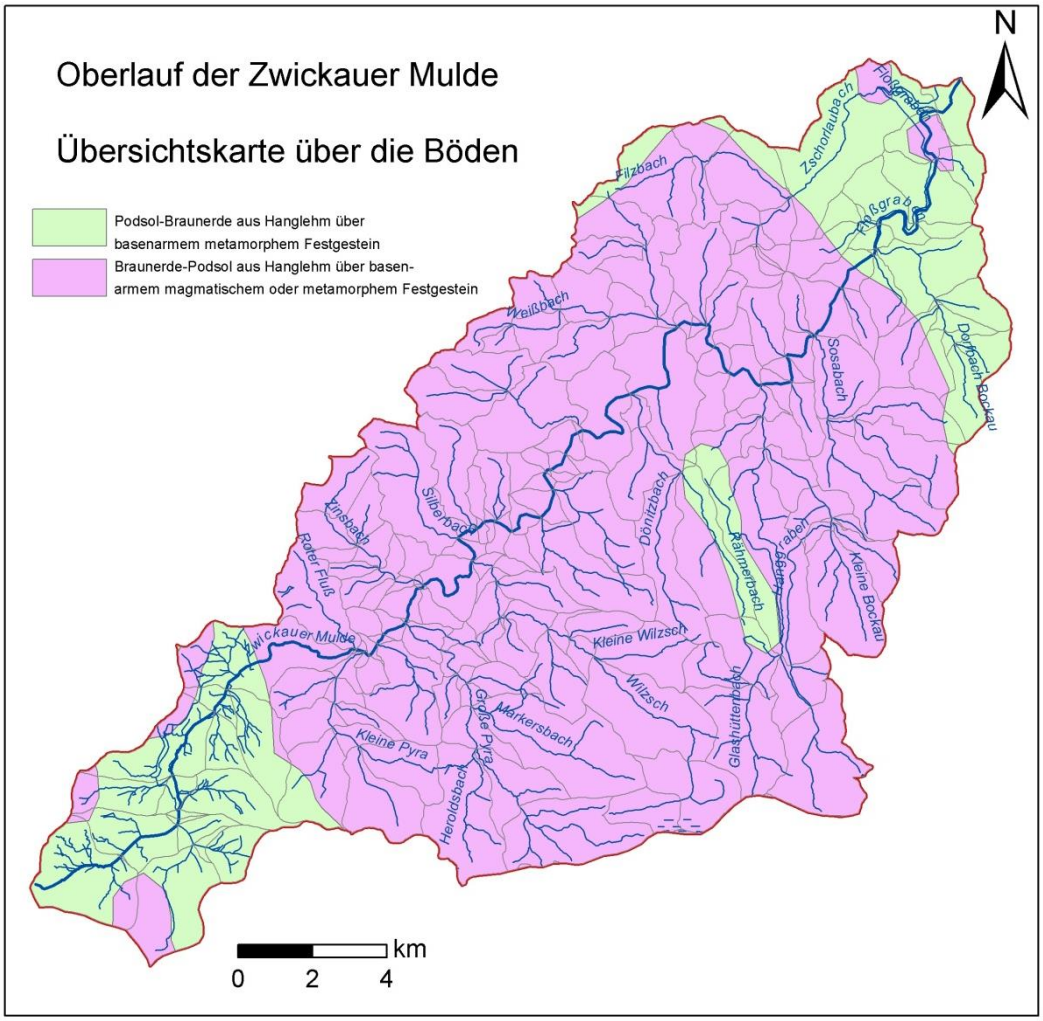


Abb. 7-4: Übersichtskarte über die Böden im Untersuchungsgebiet der oberen Zwickauer Mulde (auf Basis der BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus Kardel et al. 1996)

In Abhängigkeit von Bodentyp und Relief entwickelten sich unterschiedliche Nutzungsformen. Es überwiegen in den höheren Lagen und an steilen Reliefformen zusammenhängende Waldflächen mit kleinen Grünlandflächen. Der Waldanteil im Untersuchungsgebiet nimmt ca. ¾ der Fläche ein. Mit abnehmender Höhe über NN und zunehmend flacherem Relief steigt der Anteil an Ackerflächen und größeren Grünlandflächen. Der Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen ist im Untersuchungsgebiet vergleichsweise gering (Tab. 7-5). Nennenswert sind die Orte Schönheide, Eibenstock, Bockau und Aue.

Tab. 7-5: Landnutzung im Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde

Nutzung	Wasser	Wald	Grünland	Acker	Siedlung, Verkehr	Tagebau, Halden
Fläche [%]	1,8	73,4	11,7	9,4	3,7	0,1

Bei der Berechnung der flächenbezogenen theoretischen Elementgehalte in den Ober- und Unterböden für das Untersuchungsgebiet ergeben sich gegenüber Gesamt-Sachsen Anreicherungen nahezu aller Elemente mit Ausnahme von Ni, Cr, Cu und V (Tab. 7-6).

Tab. 7-6: Mittlere Elementgehalte (P50) in Böden des Untersuchungsgebietes der oberen Zwickauer Mulde (ZM) im Vergleich zu Sachsen (RANK ET AL. 1999), Totalgehalte, Angaben in mg/kg

		As	B	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg
ZM	**Oberboden***	22	45	2,0	0,76	0,46	27	12	0,08
ZM	**Unterboden**	17	46	2,7	0,52	0,47	34	12	0,07
Sachsen	**Oberboden**	14	37	1,4	0,23	0,37	34	12	0,09
Sachsen	**Unterboden**	9,0	42	1,6	0,14	0,32	39	13	0,05

		Mo	Ni	Pb	Tl	U	V	W	Zn
ZM	**Oberboden***	0,56	8,8	83	1,1	2,8	45	3,6	61
ZM	**Unterboden**	0,51	12	51	1,3	2,8	49	4,2	73
Sachsen	**Oberboden**	0,52	12	59	0,44	2,0	46	1,5	56
Sachsen	**Unterboden**	0,41	16	37	0,54	2,0	52	1,2	49

*gewichtet über die Flächenanteile der Nutzungsarten

2.7.2 Ergebnisse der Detailuntersuchungen

Meteorologische und hydrologische Situation

Meteorologische Situation

Der November war zu kalt, deutlich zu nass und die Sonnenscheindauer lag weit unter den Normalwerten. Zu Monatsbeginn sorgte Hochdruckeinfluss für ruhiges Herbstwetter. Die täglichen Niederschlagsmengen waren unbedeutend. Am 03.11. lenkte ein Tief über Skandinavien wolkenreiche Meeresluft nach Sachsen. Es kam verbreitet zu leichtem Regen mit Tagessummen zwischen 2 und 5 mm. In den Kammlagen des Erzgebirges fielen bis 15 mm Niederschlag. In der Nacht zum 06.11. zog erneut ein Tiefausläufer mit einem Regengebiet über die Region. Dabei wurden 1 bis 6 mm Niederschlag gemessen. Auf dem Fichtelberg bildete sich eine Schneedecke von 4 cm, in Zinnwald von 3 cm. Mit einer nordwestlichen Strömung überquerten ab dem 07.11. immer wieder Tiefausläufer Sachsen und gestalteten das Wettergeschehen mit Regen, Schnee oder Schneeregen unbeständig und niederschlagsreich. Bis zum 15.11. wurden Tagessummen zwischen 5 und 20 mm, zum Teil auch darüber, gemessen, die in den Kammlagen als Schnee fielen. Die Schneedecke auf dem Fichtelberg wuchs auf 95 cm, in Zinnwald auf 67 cm. In Chemnitz bildete sich eine Schneedecke von 14 cm aus. Nach dem 15.11. beruhigte sich unter schwachem Hochdruckeinfluss das Wetter. Aufgetretene Niederschläge waren von geringer Bedeutung. Ab dem 23.11. sorgten Tiefausläufer erneut für leicht unbeständiges und kaltes Wetter, wobei die 24-stündigen Niederschlagssummen meist unter 4 mm lagen. Tagestemperaturen zwischen 1 und 4 Grad führten bis zum 24.11. auch in höheren Lagen zu einem leichten Abtauen der Schneedecke. Anschließend kam es bei Temperaturen um den Gefrierpunkt am 25.11. und 26.11. in Südwestsachsen und im Mittelgebirgsraum zu verbreiteten Niederschlägen. Diese lagen jedoch im Allgemeinen unter 10 mm und gingen bis in tiefere Lagen in Schnee über. Am

27.11. führte leichter Hochdruckeinfluss kurzzeitig zu einer Wetterberuhigung. Mit seiner Abschwächung gelangten ab dem 29.11. von Nordwesten Tiefausläufer nach Sachsen, wobei die täglichen Niederschlagsmengen meist unterhalb 5 mm lagen. Die Schneedecke auf dem Fichtelberg betrug zum Monatsende 68 cm, in Zinnwald 60 cm, in Chemnitz 1 cm. Die Niederschlagsmengen im November lagen in Sachsen an den meisten meteorologischen Stationen mit 180 bis 240 % deutlich über den Normalwerten. Das Gebietsmittel des Niederschlags im November wird für Sachsen mit 92 mm angegeben, das sind 173 % vom Mittel 1961 – 1990. Die Monatsmitteltemperaturen lagen an den meteorologischen Stationen um 0,4 bis 1,6 Grad unter dem klimatologischen Durchschnitt (LfUG 2007b).

Hydrologische Situation

Zu Monatsbeginn befand sich die Wasserführung an den Pegeln der sächsischen Fließgewässer im Allgemeinen bei 40 bis 100 % des MQ (November), in den Flussgebieten der Weißen Elster und der Mulden bei 130 bis 150 % des MQ (November). Infolge der ergiebigen Niederschläge in der Zeit vom 06.11. bis zum 15.11. kam es zu einem Anstieg der Wasserführung in allen sächsischen Fließgewässern. In den Flussgebieten der Mulden kam es am 11.11. an den Pegeln Wolkenburg/ Zwickauer Mulde und Jahnsdorf 1/ Würschnitz, am 12.11. an den Pegeln Erlln/Freiberger Mulde und Golzern 1/ Vereinigte Mulde und am 13.11. am Pegel Bad Düben 1/ Vereinigte Mulde zum Überschreiten der Richtwasserstände der Alarmstufe 1. Ab dem 14.11. befanden sich die Wasserstände an allen Hochwassermeldepegeln im Flussgebiet unter den Richtwerten der Alarmstufe 1. Aufgrund der geringen Niederschläge, die zum Teil als Schnee fielen, stellte sich nach dem 15.11. eine gleichbleibende bis fallende Tendenz der Wasserführung ein, die sich bis zum Monatsende fortsetzte. Am letzten Monatstag lagen die Durchflüsse im Allgemeinen zwischen 50 und 160 % des MQ (November), in den Flussgebieten der Mulden noch deutlich über 200 % des MQ (November). Die mittleren Monatsdurchflüsse lagen im November an den Pegeln der sächsischen Fließgewässer zwischen 65 und 210 %, in den Einzugsgebieten der Mulden zwischen 255 und 330 % der langjährigen Vergleichswerte (LfUG 2007b). Da es keine Pegel zum aktuellen Vergleich von Durchflussmengen im oberen Einzugsgebiet der Zwickauer Mulde gab, wurde besonders der Pegel Johanngeorgenstadt 2/ Breitenbach zur Charakterisierung der Abflüsse in höheren Lagen herangezogen. Dort lag die Durchflussmenge gering über MQ (November). An den anderen Pegeln lagen die Abflüsse während der Beprobung deutlich über den MQ-Werten, erreichten jedoch die MHQ-Werte noch nicht (Tab. 7-7).

Tab. 7-7: Gewässerkundliche Hauptwerte des Durchflusses ausgewählter Pegel der Zwickauer Mulde (ZM) und des Schwarzwassers (SW) für den Monat November (LFUG 2007b) im Vergleich zur Situation während der Probenahme (Aktuell)

Pegel	**EZG** [km²]	**MNQ** [m³/s]	**MQ** [m³/s]	**MHQ** [m³/s]	**Aktuell** [m³/s]
Rautenkranz / ZM	k.A	k.A	k.A	k.A	2,8...5,2
Neidhardtsthal / ZM	k.A	k.A	k.A	k.A	2,4...6,0
Schönheide 3 / ZM	152	0,951	2,50	9,63	k.A.
Aue 3 / ZM	681	4,42	9,29	23,9	15,8...19,8
Joh. 2 / Breitenbach	26,7	0,301	0,691	2,31	0,6...1,2
Aue 1 / SW	362	2,81	4,97	15,0	10,6...12,1

Vor-Ort-Parameter

Die Lage der Probenahmepunkte im Untersuchungsgebiet der oberen Zwickauer Mulde ist in Abb. 7-5 dargestellt. Die Zwickauer Mulde wurde an den Punkten ZM1TA, ZM2SH und ZM5AU beprobt, die Zuflüsse sind mit ZM1 bis ZM19, ZM19a, ZM21 bis ZM31, ZM31a, ZM32 bis ZM40 gekennzeichnet. Die Proben wurden im Zeitraum vom 08.11. bis 29.11.2007 entnommen.

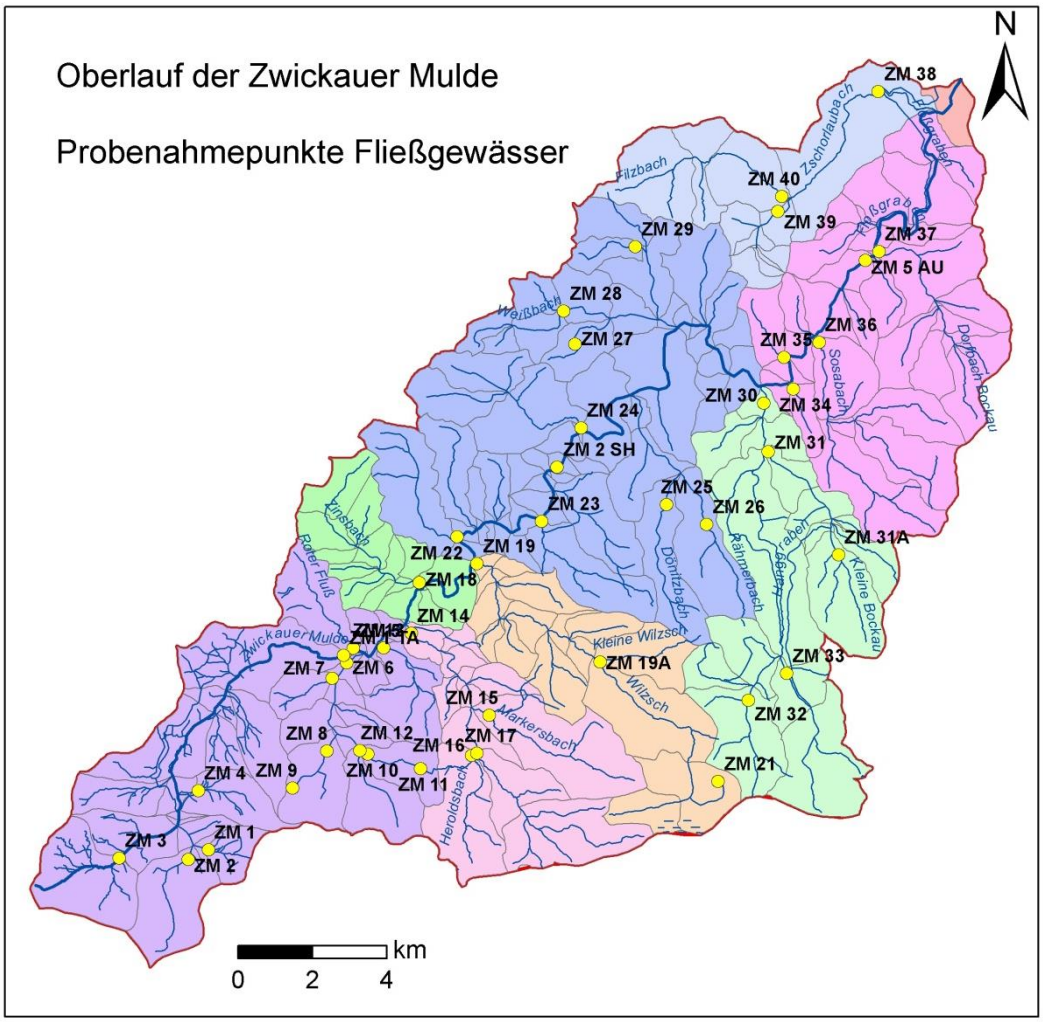


Abb. 7-5: Lage der Probenahmepunkte im Untersuchungsgebiet Oberlauf Zwickauer Mulde

Die pH-Werte schwankten zwischen 3,9 (ZM 4) und 6,3 (ZM 36). Die Wassertemperaturen von 0,7 bis 5,9 °C zeigten eine deutliche Abhängigkeit von den Lufttemperaturen und damit vom Probenahmetag. Die Sauerstoffgehalte schwankten mit einer Ausnahme (ZM21) zwischen 11,7 und 13,5 mg/l, die Sauerstoffsättigung lag außer in der Probe ZM 21 (57 %) bei über 90 %. Die elektrische Leitfähigkeit in den Oberflächenwässern des Untersuchungsgebietes bewegte sich zwischen 37 und 250 µS/cm, wobei generell von einem niedrigen Niveau um 50 µS/cm auszugehen ist, welches typisch für gering mineralisierte Wässer grundgebirgsgeprägter siedlungsarmer Oberläufe ist. Werte deutlich über 100 µS/cm verzeichnen Bodabach, Schönheider Bach, Weißbach, Kalte Lohe, Marksbach, Spitzleithebach, Sosabach, Dorfbach Bockau und Zschorlaubach. Die Wässer der Zwickauer

Mulde sind generell höher mineralisiert als ihre Zuflüsse. Das Redoxpotential liegt mit 440 bis 640 mV im oxidierenden Bereich (Tab. 7-8, Abb. 7-6).

Tab. 7-8: Vor-Ort-Parameter und Schwebstoffgehalte in der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

		W-Temp.	pH	O2-Gehalt	O2-Sätt.	el. Leitf.	Eh	Schweb
		[°C]		[mg/l]	]%]	[µS/cm]	[mV]	[mg/l]
ZM	Min	0,7	3,9	7,1	57	37,0	441	<0,1
	Max	5,7	6,7	13,5	100	248,0	637	9,7
	Mittel	3,2	5,3	12,3	98	79,3	557	2,9
	Median	3,0	5,4	12,4	100	59,0	564	2,3
	n	41	41	41	41	41	41	40

ZM ohne ZM1TA, ZM2SH, ZM5AU

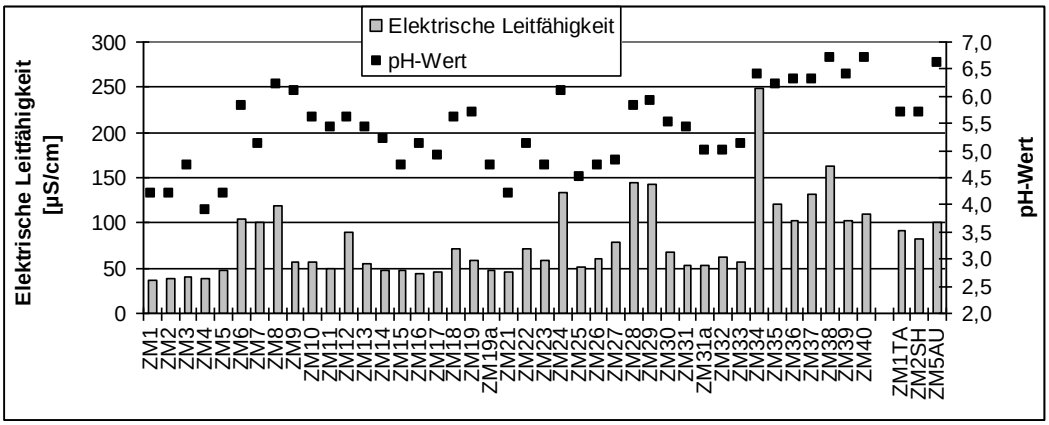


Abb. 7-6: Schwankungsbreite der elektrischen Leitfähigkeit und des pH-Wertes in den Wässern der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

Elementgehalte in den Wässern und Sedimenten

In den Wässern lagen für die Elemente Be, Bi, Sb, Se, Sn alle Werte unter der Bestimmungsgrenze. Für Ag, Cd, Co, Cr, Mo, Tl, V und W konnten nur bei einzelnen Proben Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze ermittelt werden. Auffällig ist die große Spannweite der Messwerte, was auf ein sehr heterogenes Untersuchungsgebiet hindeutet. Im Einzelfall werden in den Zuflüssen hohe Konzentrationen an As, Cd, Co, Cu, Li, Mn, U und Zn erreicht, die über denen in der Zwickauer Mulde liegen (Tab. 7-9). Alle Analysen aus dem Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde sind im Anhang 7-1 enthalten.

Tab. 7-9: Schwankungsbreite der filtrierten (f) und unfiltrierten (uf) Wasseranalysen und der Sedimente <20 µm (S) im Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

	[µg/l]	Ag_f	As_f	Ba_f	Be_f	Bi_f	Cd_f	Co_f	Cr_f

ZM	Min	<0,5	<1	18,1	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1
	Max	<0,5	17,8	75,2	<5	<2,5	2,2	5,1	1
	Mittel	<0,5	[2,7]	35	<5	<2,5	<0,5	[<1]	<1
	Median	<0,5	[1,0]	31	<5	<2,5	<0,5	[<1]	<1
	P90	<0,5	[9,6]	49	<5	<2,5	<0,5	[2,3]	<1
	*n **	*0*	*27+14*	*41*	*0*	*0*	*29*	*28+13*	*1*

	[µg/l]	**Ag_uf**	**As_uf**	**Ba_uf**	**Be_uf**	**Bi_uf**	**Cd_uf**	**Co_uf**	**Cr_uf**
ZM	Min	<0,5	0,5	20,8	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1
	Max	0,7	40,4	75,2	<5	<2,5	2,2	5,3	4
	Mittel	<0,5	3,5	38	<5	<2,5	[<0,5]	[<1]	<1
	Median	<0,5	1	35	<5	<2,5	[<0,5]	[<1]	<1
	P90	<0,5	11	50	<5	<2,5	[<0,5]	[2,4]	<1
	*n **	*1*	*41*	*41*	*0*	*0*	*13*	*28+13*	*2*

	[mg/kg]	**Ag_S**	**As_S**	**Ba_S**	**Be_S**	**Bi_S**	**Cd_S**	**Co_S**	**Cr_S**
ZM	Min	<0,1	21,8	94	0,9	0,8	0,2	3,1	12,8
	Max	3,8	4260	1540	101	254	9,0	91,7	82
	Mittel	0,8	311	293	19	30	2,2	19	36
	Median	0,5	87	210	12	7,2	1,0	12	32
	P90	2,3	710	580	41	140	8,1	54	56
	*n **	*38*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*

	[µg/l]	**Cu_f**	**Hg_f**	**Li_f**	**Mn_f**	**Mo_f**	**Ni_f**	**Pb_f**	**Sb_f**
ZM	Min	<1	<0,5	3,8	26	<0,5	0,5	<0,5	<1
	Max	28,9	<0,5	31	310	1,4	10,1	3,1	<1
	Mittel	4,3	<0,5	12	108	<0,5	2,7	[<1]	<1
	Median	2	<0,5	12	87	<0,5	1,3	[<1]	<1
	P90	13	<0,5	22	200	<0,5	7,6	[1,9]	<1

	*n **	*40+1*	*0*	*41*	*41*	*2*	*41*	*24+13*	*0*
	[µg/l]	**Cu_uf**	**Hg_uf**	**Li_uf**	**Mn_uf**	**Mo_uf**	**Ni_uf**	**Pb_uf**	**Sb_uf**
ZM	Min	<1	<0,5	3,9	26	<0,5	0,7	<0,5	<1
	Max	29	0,7	31	310	1,4	10,7	4	<1
	Mittel	5,5	<0,5	13	121	<0,5	3,3	1,2	<1
	Median	2,8	<0,5	12	106	<0,5	1,9	0,9	<1
	P90	18	<0,5	22	220	<0,5	9	2,4	<1
	*n **	*40*	*2*	*41*	*41*	*2*	*41*	*37*	*0*
	[mg/kg]	**Cu_S**	**Hg_S**	**Li_S**	**Mn_S**	**Mo_S**	**Ni_S**	**Pb_S**	**Sb_S**
ZM	Min	15,7	0,1	22,8	197	0,4	9,1	42,2	<0,2
	Max	1140	2,8	259	9860	6,2	150	293	3
	Mittel	116	[<0,4]	150	1674	1,8	31	99	[<0,4]
	Median	42	[<0,3]	166	1018	1,4	23	79	[<0,3]
	P90	210	[0,5]	230	4300	3,7	62	220	[0,5]
	*n **	*40*	*26*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*	*31*

Tab. 7-9 (Fortsetzung)

		Se_f	**Sn_f**	**Ti_f**	**Tl_f**	**U_f**	**V_f**	**W_f**	**Zn_f**
		µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
ZM	Min	<5	<3	<5	<0,1	<0,5	<1	<0,5	8,3
	Max	<5	<3	32,5	0,2	37,9	1,1	<0,5	175
	Mittel	<5	<3	9,7	<0,1	3,2	<1	<0,5	32
	Median	<5	<3	7,9	<0,1	1,9	<1	<0,5	18
	P90	<5	<3	17	<0,1	4,2	<1	<0,5	80
	*n **	*0*	*0*	*39*	*8*	*38+3*	*1*	*0*	*41*
		Se_uf	**Sn_uf**	**Ti_uf**	**Tl_uf**	**U_uf**	**V_uf**	**W_uf**	**Zn_uf**

		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
ZM	Min	<5	<3	<5	<0,1	<0,5	<1	<0,5	9,5
	Max	<5	<3	32,5	0,2	57,4	1,1	0,9	175
	Mittel	<5	<3	11	<0,1	4,5	<1	<0,5	35
	Median	<5	<3	9,7	<0,1	2,3	<1	<0,5	21
	P90	<5	<3	19	<0,1	5,7	<1	<0,5	84
	*n **	*0*	*0*	*39*	*8*	*38*	*2*	*2*	*41*

		Se_S	Sn_S	Ti_S	Tl_S	U_S	V_S	W_S	Zn_S
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ZM	Min	<2	0,3	140	0,2	2,1	14,7	0,1	84,7
	Max	9,1	142	1480	3	1380	114	14	1680
	Mittel	k.A.	8,6	581	1,5	96	46	2,1	309
	Median	k.A.	5	606	1,6	44	39	0,8	155
	P90	k.A.	13	910	2,4	170	79	6,6	870
	*n **	*16*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*	*40*

ZM ohne ZM1TA, ZM2SH, ZM5AU
* Anzahl der Werte über der Bestimmungsgrenze, + Berücksichtigung der Werte unter der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze bei der statistischen Berechnung

Im Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde sollte dem Element Uran erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Beim Uran treten in der Mehrheit der Proben Konzentrationen deutlich über der QN-Schwelle von 1,5 µg/l auf. Unter Einbeziehung des Geringfügigkeitsschwellenwertes von 5 µg/l für sächsische Grundwässer ergäbe sich eine UQN von 6,5 µg/l, die im Untersuchungsgebiet nur noch im Einzugsgebiet der Kleinen Pyra (Kleine Pyra uh. Mündung Bodabach, Thierbach, Bodabach) überschritten wird. Die Einflüsse durch die Sickerwässer der IAA Schneckenstein stellen die wichtigste anthropogene Quelle im Einzugsgebiet des Bodabaches dar, der die Wasserqualität der Kleinen Pyra entscheidend verschlechtert.

Bei der Analyse der Sedimente treten nur sehr wenige Werte unter der Bestimmungsgrenze (Ag, Hg, Sb, Se) auf. Die Spannweite der Konzentrationen ist bei allen Elementen sehr hoch. Bei einigen Elementen schwanken die Konzentrationen über mehrere Zehnerpotenzen (Tab. 7-9).

Im Einzugsgebiet der oberen Zwickauer Mulde werden die Elemente As und U in den Sedimenten als Hauptproblemelemente angesehen. Die vorgeschlagene Norm für U (0,5 mg/kg) wird an allen Punkten überschritten. Selbst bei der Addition eines geogenen Hintergrundwertes stellt die geringe ökotoxikologisch begründete Schwelle von 0,5 mg/kg einen im Erzgebirge schwer handelbaren Wert dar.

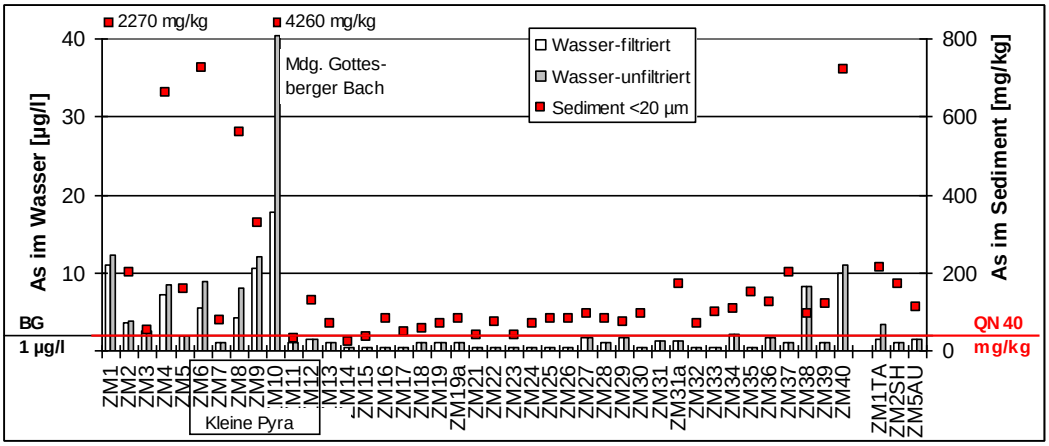


Abb. 7-7: Schwankungsbreite der Arsengehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

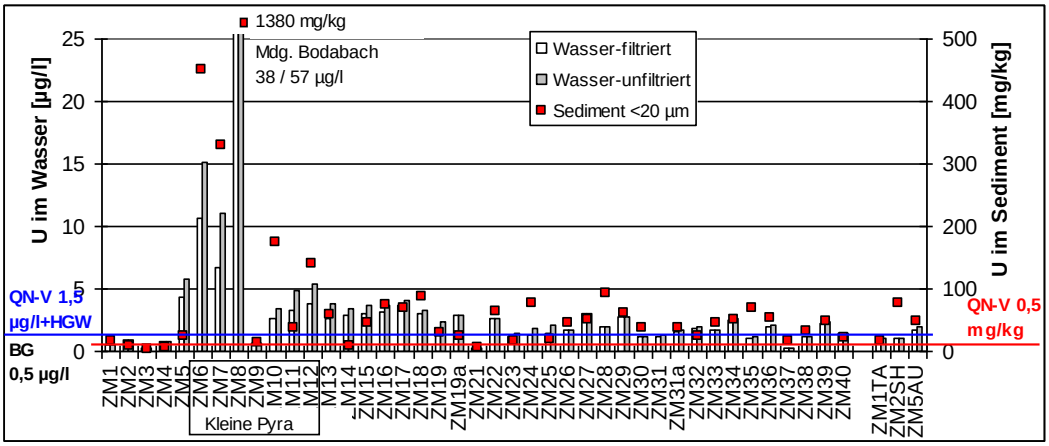


Abb. 7-8: Schwankungsbreite der Urangehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

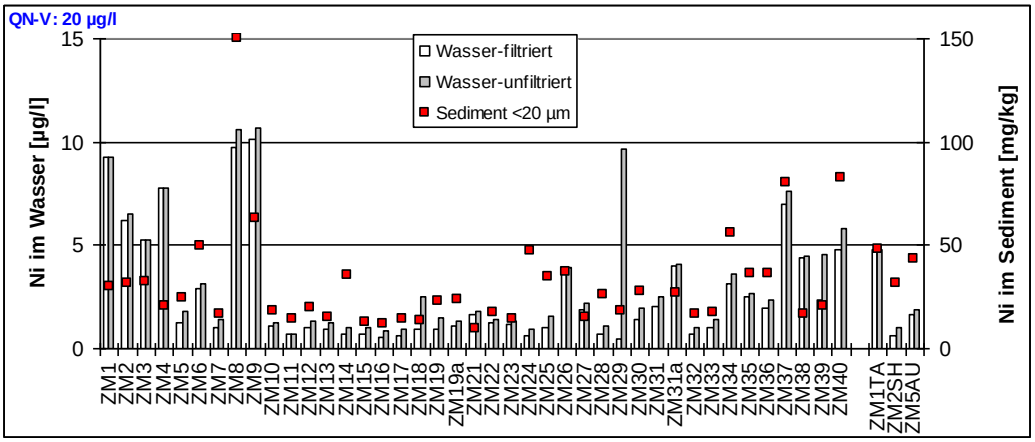


Abb. 7-9: Schwankungsbreite der Nickelgehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

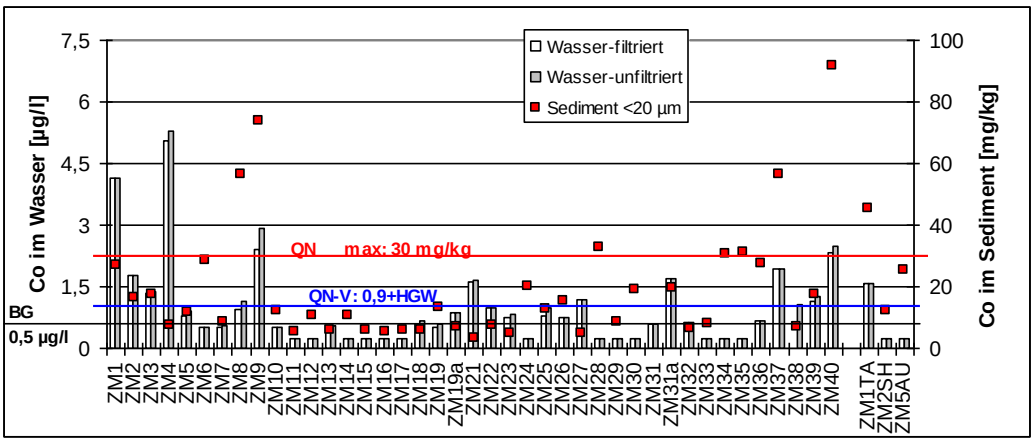


Abb. 7-10: Schwankungsbreite der Cobaltgehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

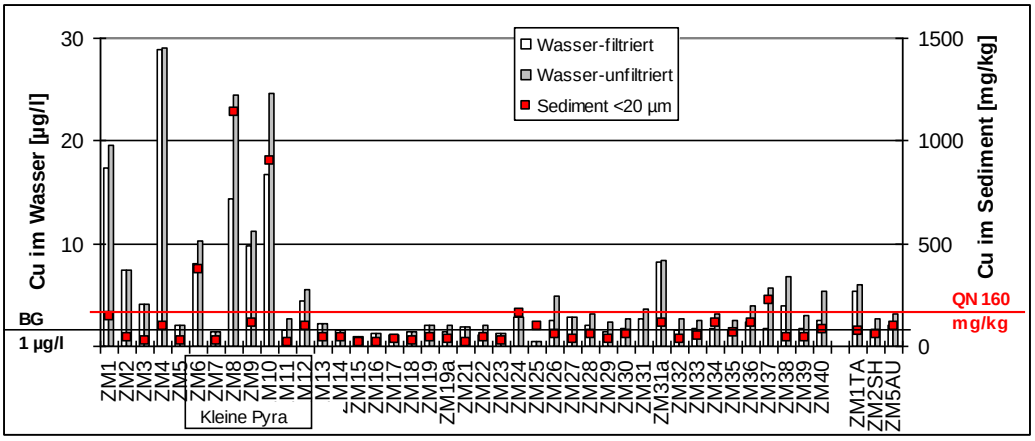


Abb. 7-11: Schwankungsbreite der Kupfergehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

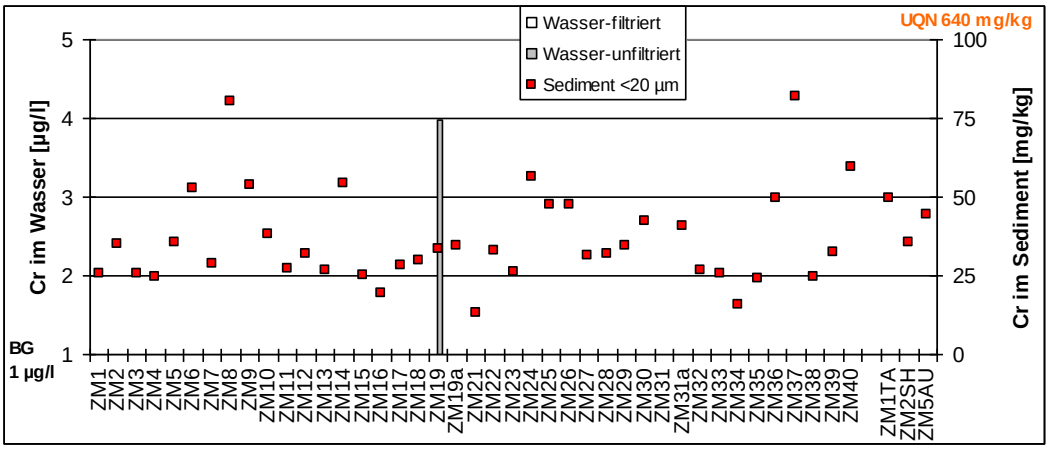


Abb. 7-12: Schwankungsbreite der Chromgehalte in Wässern und Sedimenten der oberen Zwickauer Mulde (ZM)

Regionale Differenzierung

In der Tabelle 7-10 sind die Probenahmepunkte den Wasserkörpern, charakterisiert durch die GKZ, zugeordnet. Neben der geologischen Charakterisierung werden die in den Gebieten auftretenden Mineralisationen und bedeutenden Lagerstättenreviere benannt. In der Spalte Empfehlungen sind Vorschläge der mindestens abzugrenzenden Einzugsgebiete (OWK-Gruppen) enthalten.

Tab. 7-10: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der oberen Zwickauer Mulde zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
541111221, 541111229 Saubach	Phyllit, geringe Mineralisationen M105	**1a** ZM1 offensichtlich Lagerstättenbezug Brunndöbra-Schneckenstein, Extremwerte im Sediment (As, Cu, Hg) problematisch *
54111121 Weiße Mulde	Phyllit, ohne wesentliche Mineralisationen	**1b** ZM2
54111111 Rote Mulde	Phyllit, ohne nennenswerte Mineralisationen	**1c** ZM3
5411116 Silberbach	Phyllit, geringe Mineralisationen M105 (M110, M104), Lag. Brunndöbra (ba)	**1d** ZM4 deutlich lagerstättenbeeinflusst (Sediment: As, Ba)
5111119, 54111129, 541113, 541115, 541119, 541112, 5411131, 5411132, 5411139, 541114, 5411151 ZM	Phyllit mit Übergang zum Granit (JG), geringe Mineralisationen M 105, M102, (M104, M112)	**2 ZM1TA** Ist als Summe Quelle-oh. Kleine Pyra ohne o.g. EZG zu verstehen, könnte flussaufwärts an die geologische Grenze Phyllit/Granit verlegt werden
5411152 Roter Fluss	Phyllit, Jüngerer Granit	**3** ZM5
5411169, 5411167, 5411166, 5411165, 5411163 Kleine Pyra	Jüngerer Granit, M105, M112, M110, Lag. Gottesberg (Sn)	**4** ZM6 ist Mündungsbereich, nicht als Background zu verwenden
5411168 Thierbach	Jüngerer Granit, M112	**5** ZM7
5411164 Bodabach	Jüngerer Granit, Phyllit, M112, M105, M110, M102, Lag. Schneckenstein (U) & IAA Schneckenstein	**6** ZM8 ist anthropogen beeinflusst durch IAA Schneckenstein **6** ZM9 Background
5411161 Gottesberger Bach	Jüngerer Granit, M105, Lag. Gottesberg (Sn)	**7** ZM10 durch Lag. Gottesberg beeinflusst, nicht für Background geeignet, **7** ZM11 kein natürl. Gewässer **
5411162 Kleine Pyra	Jüngerer Granit, M105, M112	**7** ZM12 erhöhte U-Geh. im Sed.

5411194 Wiesenbach	Jüngerer Granit, M112, M110, Lagerstätte Gottesberg (Sn)	**8** ZM13
541129, 541128, 541127, 541126, 5411259, 5411252, 5411251, 541123 Große Pyra	Jüngerer Granit M112, M110, M105	**9** ZM14, im Mündungsbereich erfolgt Verdünnung, flächengewichteter Mittelwert über EZG möglich (ZM14 bis ZM17)
5411254 Markersbach	Jüngerer Granit, M105	**9** ZM15
541122 Heroldsbach	Jüngerer Granit, M105, M112	**9** ZM16
5411219, 5411211 Große Pyra	Jüngerer Granit, M105	**9** ZM17
54113679, 54113671, 54113672, 5411361, 5411363, 5411364, 5411366, 5411368, 5411352, 5411359 Zinsbach	Jüngerer Granit, unbedeutende Mineralisationen (M105)	**10** ZM18
5411499, 5411491, 5411492, 5411479, 541148, 5411471, 5411472 541146, 5411459, 5411452, 5411451, 541144, 541143, 5411419 Wilzsch	Jüngerer Granit, M112, M105	**11** ZM19
541142 Kleine Wilzsch	Jüngerer Granit, M112, (M110)	**11** ZM19a
5411413 Zufluss TS Carlsfeld	Jüngerer Granit, M112, M110, M105	**11** ZM21 ***
541152 Silberbach	Jüngerer Granit	**12** ZM22, Ag_S
541152 Großer Riedertbach	Jüngerer Granit, M112	**13** ZM23
5411159, 5411193, 5411195, 5411196, 5411199, 541133, 541134, 541139, 541135, 541131 541151, 5411531 bis 5411539, 541155, 541156, 54115711 bis 54115716, 54115731 Zwickauer Mulde	überwiegend Jüngerer Granit M112, M105, M110 M112, M105	**14 ZM2SH**, Summe EZG Tannenbergsthal bis uh. Schönheider Bach bzw. uh. TS Eibenstock

541157329, 541157322, 541157321 Schönheider Bach	Jüngerer Granit, sehr geringe Mineralisationen M112, M110	**15** ZM24, siedlungsbeeinflusst
541157342 Dönitzbach	Jüngerer Granit, geringe Mineralisationen M112, M110	**16a** ZM25, südlicher Zufluss zur TS Eibenstock
541157341 Rähmerbach	Jüngerer Granit, unterordnet Phyllit, geringe Mineralisationen M112, M110, M105	**16b** ZM26, südlicher Zufluss zur TS Eibenstock 16a+b münden im VB Rähmerbach, bei einigen Elementen sign. Unt. (Ba, Be, Pb, Sn, W, Zn)
541157366 Gaidenbach	Jüngerer Granit, ohne nennenswerte Mineralisationen	**17a** ZM27, östlicher Zufluss zur TS Eibenstock
541157361 bis **541157365** Weißbach	Jüngerer Granit, ohne nennenswerte Mineralisationen	**17b** ZM28, östlicher Zufluss zur TS Eibenstock
5411573682 (**5411573681**) Kalte Lohe	Jüngerer Granit, ohne nennenswerte Mineralisationen	**17c** ZM29, nordöstlicher Zufluss zur TS Eibenstock 17a-c sign. Unt. (Be, Cd, Co, W, Zn)*
541169, 541166, 541165, 541163, 5411629, 5411622 Große Bockau	Jüngerer Granit, untergeordnet Phyllit, M105, M112, M110	**18** ZM30
5411621 Glashüttenbach	Jüngerer Granit, M105, M112, M110	**18** ZM32
5411619, 5411612 Große Bockau	Jüngerer Granit, M105, M112, (M110)	**18** ZM33
5411649, 5411647, 5411646, 5411645, 5411644, 5411643 Kleine Bockau	Jüngerer Granit, M105, M112, M110	**18** ZM31
5411641 Kleine Bockau	Jüngerer Granit, M105, M110, M112, Lagerstätte Auersberg (Sn, tu)	**18** ZM31a, Lagerstätteneinfluss gering
541172 Marksbach	Jüngerer Granit, M105, M110, M112, A113	**19** ZM34
5411732 Spitzleithebach	Jüngerer Granit, M105, M112	**20** ZM35
5411749, 54117429, 54117421, 54117422, 5411741 Sosabach	Jüngerer Granit, M105, M112, M110	**21** ZM36
5411771, 54117729, 54117721, 54117722 5411779 5411778, 5411791,	überwiegend Phyllit, unterordnet Älterer Granit, tw. geringe Mineralisationen M111, Lagerstätte Zschorlau (W), A124 M105, A124	**22 ZM5AU,** Summe EZG Schönheide bis Albernau

5411792, 5411799, 54119 Zwickauer Mulde	M110, M105, A124	
5411761 bis **5411769** Dorfbach Bockau	Phyllit, untergeordnet Jüngerer Granit, M109, M104, M105, M112, A124	**23** ZM37
541189 Zschorlaubach	Phyllit, Älterer Granit M111, Lagerstätte Zschorlau (W) M102, Lagerstätte Schneeberg (Ag, Co, Ni)	**24a** ZM38 starke Verdünnung des Lagerstätteneinflusses von Schneeberg, Einfluss W-Lagerstätte nicht nachweisbar*
5411819, 5411813, 5411811 Filzbach	Phyllit, Älterer Granit, M102, M109, M105, A125, A122, Lagerst. Schneeberg (Ag, Co, Ni)	**24b** ZM40, deutlicher Lagerstätteneinfluss (Ag, As, Bi!, Co, Mo, Ni, (Cu, Pb, Zn))*
5411829, 5411821 bis **5411826** Seiffenbach	Jüngerer Granit, M102, M105, M112, A125	**24c** ZM39*

M – Mineralisationstyp, A – Assoziationstyp (beides gemäß Abb. 7-3)
*flächengewichteter Mittelwert oder ggf. EZG separat betrachten
**flächengewichteter Mittelwert aus ZM7,9,11,12 oder Einzelbetrachtung
*** flächengewichteter Mittelwert oder nur Mündung??

Nach Auswertung der Analysenergebnisse mit Blick auf mögliche anthropogene Belastungen im Sinne des intensiven Bergbaus und seiner Hinterlassenschaften sowie auf stark siedlungsbedingte Einflüsse sollten neben den Punkten der Zwickauer Mulde ZM1TA, ZM2SH, ZM5AU (die in Tab. 7-9 bereits entfielen) auch die Punkte ZM1-Saubach, ZM6-Mdg. Kleine Pyra, ZM8-Mdg. Bodabach, ZM10-Mdg. Gottesberger Bach, ZM40-Filzbach von der Betrachtung im Sinne des geogenen Backgrounds ausgeschlossen werden.

Kritisch werden die erhöhten As-, Cu-, Co-, Ni-, Mn-, Zn-Gehalte oberhalb der TS Eibenstock gesehen, die nicht ausschließlich lithogenen Einflüssen (Phyllit) geschuldet sind.

Als Teileinzugsgebiet mit den größten anthropogenen Einflüssen ist jedoch das Einzugsgebiet der Kleinen Pyra zu nennen. Hier kommt in erster Linie der extreme Einfluss der Sickerwässer der IAA Schneckenstein auf die Wasser- und Sedimentqualität des Bodabaches zum Tragen. Auch unterhalb der Lagerstätte Gottesberg sind hohe Elementgehalte in Wässern und Sedimenten des Gottesberger Baches zu finden.

Der Filzbach wird in seinen Elementgehalten in den Sedimenten stark vom Schneeberger Lagerstättenrevier geprägt. Allerdings findet im weiteren Verlauf über den Zschorlaubach bis zur Mündung in die Zwickauer Mulde eine starke Verdünnung der Konzentrationen statt.

2.8 Referenzgebiet Schwarzwasser

2.8.1 Gebietsbeschreibung

Hydrographie

Das Einzugsgebiet des Schwarzwassers erstreckt sich über tschechisches und deutsches Territorium von den Kammlagen des Erzgebirges bis nach Aue. Auf sächsischem Gebiet gehört es zur geographischen Einheit des

Westerzgebirges. Das Schwarzwasser nimmt in Schwarzenberg die Große Mittweida auf. Hydrologisch gesehen, ergeben sich drei Teileinzugsgebiete (Abb. 8-1, 8-2):

- Schwarzwasser von der Grenze bis zur Mündung der Großen Mittweida (GKZ 54121-54127)
- Große Mittweida (GKZ 54128)
- Schwarzwasser von der Mündung der Großen Mittweida bis zur Mündung in die Zwickauer Mulde (GKZ 54129).

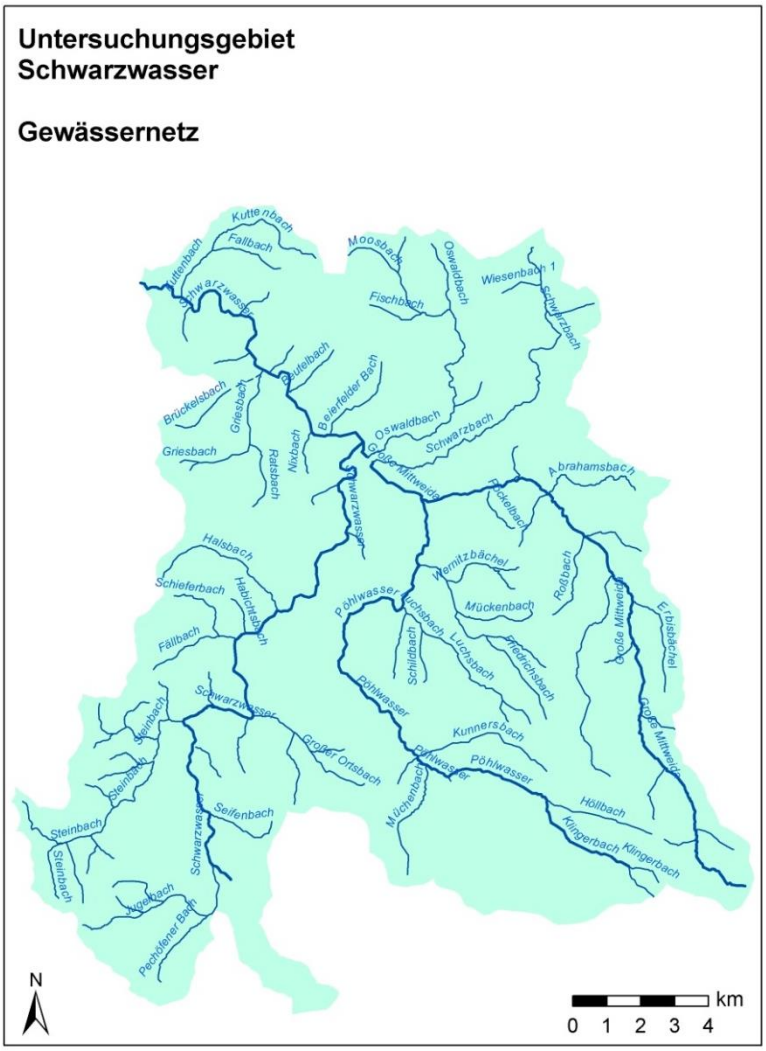


Abb. 8-1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet Schwarzwasser auf Basis TK25

Die Vergabe der Gebietskennzahlen (GKZ) erscheint im Einzugsgebiet sehr unregelmäßig. Anhand der 5stelligen GKZ lassen sich im Teileinzugsgebiet des Schwarzwassers oberhalb der Großen Mittweida weitere 7 Teileinzugsgebiete ausweisen, wobei das Schwarzwasser oberhalb des Großen Ortsbaches besonders stark untergliedert wurde (Tab. 8-1, Abb. 8-2).

Tab. 8-1: Flächenanteile der Teileinzugsgebiete SW1 (Schwarzwasser oh. Große Mittweida), GM (Große Mittweida), SW2 (Schwarzwasser uh. Große Mittweida) gemäß GKZ_5

Gebiet	SW1							GM	SW2
GKZ_5	**54121**	**54122**	**54123**	**54124**	**54125**	**54126**	**54127**	**54128**	**54129**
Anteil [%]	2,0	4,2	3,5	6,0	1,6	3,1	10,3	54,3	15,1
Summe [%]				30,6				54,3	15,1

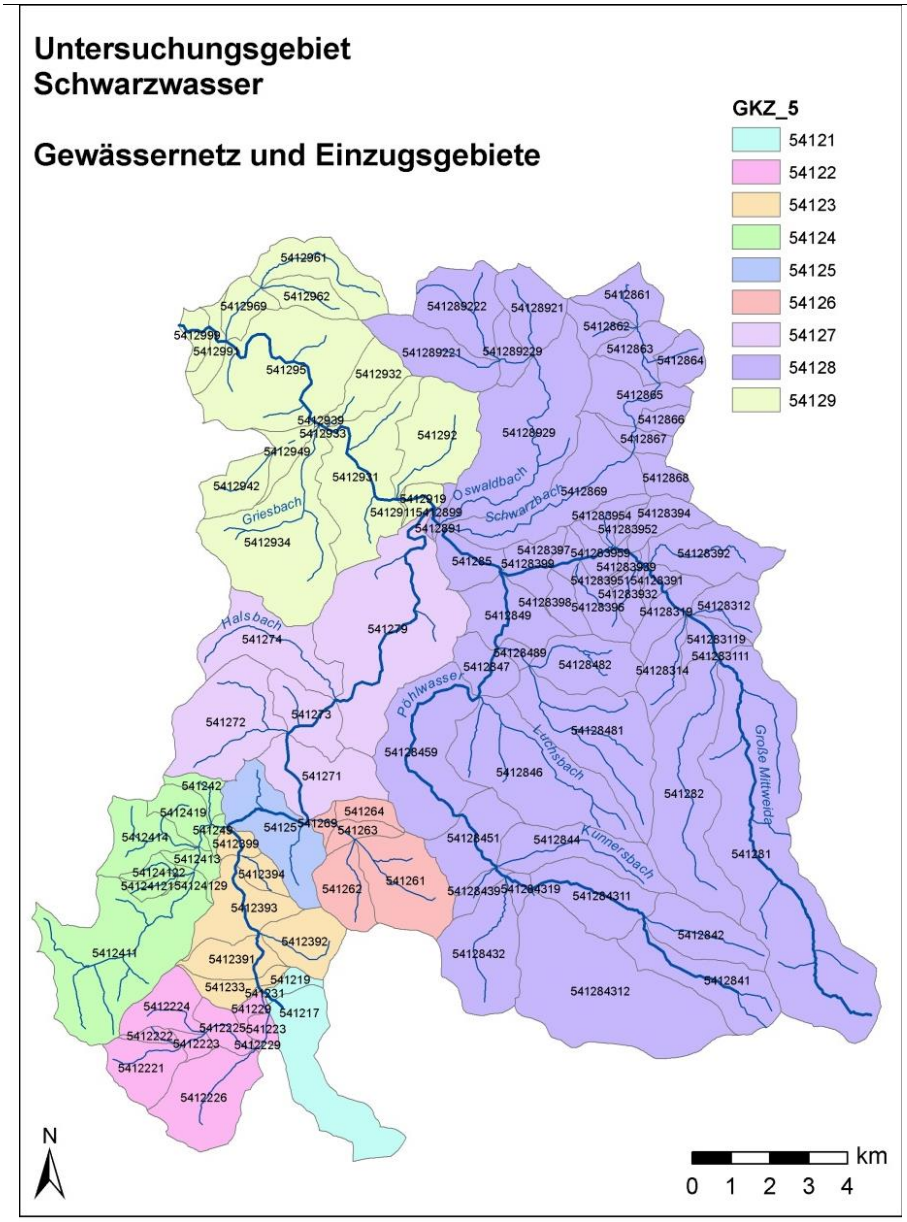


Abb. 8-2: Gebietskennzahlen (GKZ_5) der Wasserkörper auf Basis TK25

Die Größen der 109 Teilgebiete mit systematischer GKZ im Einzugsgebiet sind ebenfalls sehr unterschiedlich (0,007 bis 20,6 km^2). Aus diesem Grund kann eine Ableitung von geogenen Hintergrundwerten nicht mit einer theoretischen Beprobung der 109 Teilgebiete erledigt werden. Aufgrund der Inhohmogenitäten müssen Zusammenlegungen von GKZ vorgenommen bzw. bei großen und geologisch-lagerstättenkundlich heterogenen Gebieten auch Gliederungen geprüft werden.

Geologie

Geologisch wird das Einzugsgebiet des Schwarzwassers von den metamorphen Gesteinen des Schiefermantels (Glimmerschiefer und Phyllite) zu über 80 % geprägt (Tab. 8-2, Abb. 8-3). Der tektonische Aufbau der Umgebung von Schwarzenberg im Zentrum des Untersuchungsgebietes wird durch eine N-S gestreckte flache Gneiskuppel bestimmt, die mantelförmig von der Glimmerschiefer- und schließlich Phyllit-Formation umgeben wird. Der Glimmerschieferformation sind Kalksteine und Dolomite in Form von konkordanten Linsen eingeschaltet. Die Schwarzenberger Gneiskuppel wird am Galgenberg und Rockelmann (Schwarzenberg) sowie bei Erla von Granitstöcken durchbrochen, deren Aufbruchszone auch in jüngerer Zeit noch bewegt wurden (Roter Kamm). In der Kontaktzone sind vor allem die Kalksteine und Dolomite kontaktmetasomatisch verändert worden. Es entstanden Calcit- und Dolomitmarmore sowie Skarne (z.B. Pyroxen-, Pyroxen-Granat-Gesteine) Diese Skarne wurden im Zuge pneumatolytisch-hydrothermaler Umwandlungsvorgänge vielfach in Aktinolith-, Epidot- und Hornblendeskarne mit Quarz umgewandelt (SCHÜLLER ET AL. 1949).

Tab. 8-2: Anteil der petrographischen Einheiten am Untersuchungsgebiet (KARDEL ET AL. 1996)

Petrographische Einheit	Anteil [%]
Granit, Älterer Intrusivkomplex	1,5
Granit, Jüngerer Intrusivkomplex	8,5
Glimmerschiefer	51,2
Metagranitoide (Orthogneise, Augengneise)	2,1
Metarhyolithoide (Gm-Gneise)	0,9
Paragneis (Äußerer Graugneis)	4,2
Phyllit	31,6

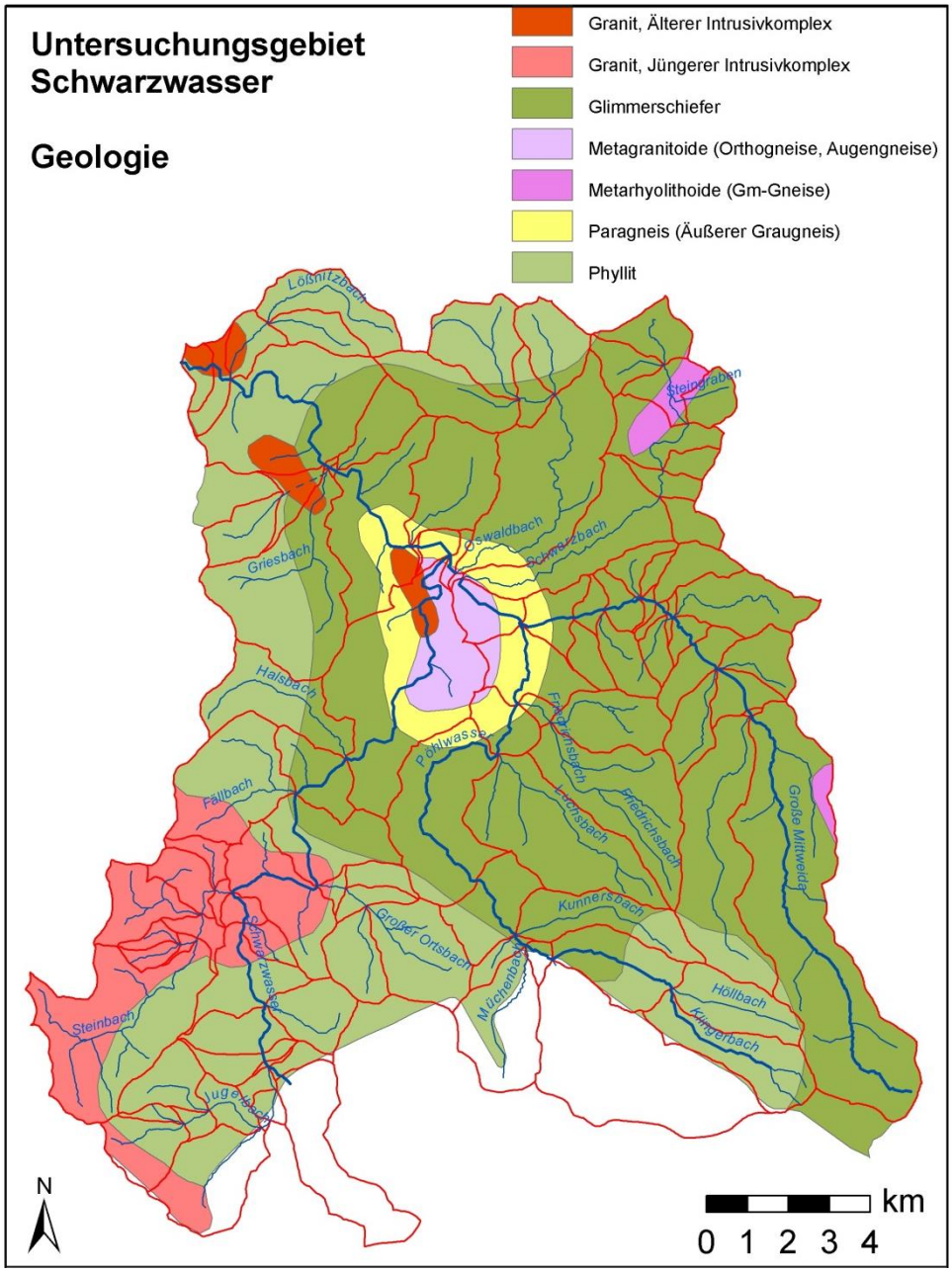


Abb. 8-3.: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes des Schwarzwassers (auf Basis der GÜK des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

Auf Grundlage der in Kap. 4 beschrieben Methode erfolgte die Berechnung der mittleren Elementgehalte in den Gesteinen des Untersuchungsgebietes auf der Basis der mittleren Elementgehalte in den Gesteinen gemäß KARDEL ET AL. 1996 (Tab. 8-3). In der Tabelle sind die für das Schwarzwasser ermittelten Gehalte denen von ganz Sachsen gegenübergestellt. Daraus wird ersichtlich, dass im Schwarzwassergebiet lithogen begründete höhere Elementgehalte an Elementen Ni, Zn und Sn auftreten.

Tab. 8-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen des Untersuchungsgebietes Schwarzwasser (SW) im Vergleich zu Sachsen, Werte aus KARDEL ET AL. 1996, Totalgehalte, Angaben in mg/kg

	As	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	U	Zn
SW	9,4	42	600	13	62	20	30	24	8,6	2,5	97
Sachsen	13	37	420	12	57	24	20	20	4,4	k.A.	60

Mineralisationen und Lagerstätten

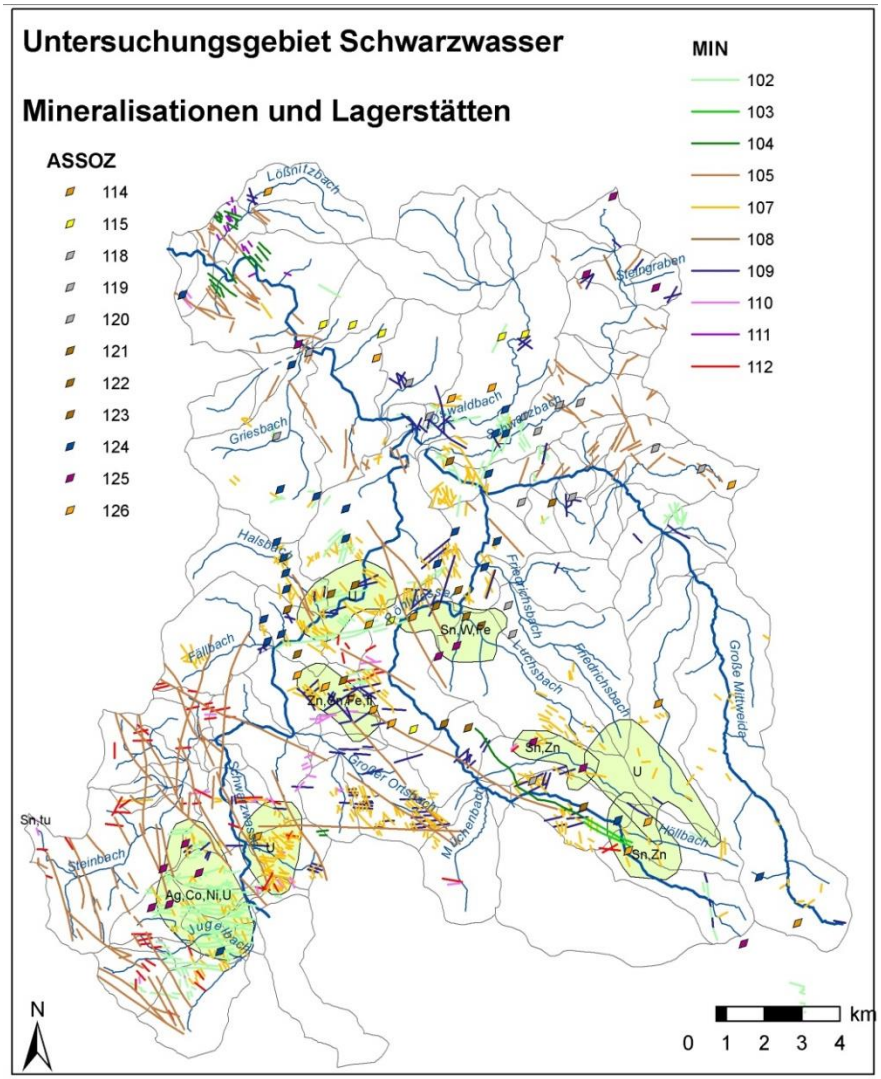
Im Untersuchungsgebiet sind nahezu alle im Erzgebirge/Vogtland anzutreffenden Mineralisationstypen vorhanden (Abb. 8-4). Im Gebiet um Schneeberg – Aue – Schwarzenberg – Johanngeorgenstadt treten bedingt durch die Tiefenstörung Gera - Jachymov eine Vielzahl von Mineralisationen auf. Uranvererzungen wurden vor allem im Gebiet Aue – Lauter und um Johanngeorgenstadt abgebaut. Damit vergesellschaftet sind häufig Vorkommen von Kobalt-, Nickel-, Silber-, Wismut- und Selenerzen. Im Gebiet der Schwarzenberger Gneiskuppel, bei Pöhla, Breitenbrunn und Antonsthal kommen zinnführende Skarne und Glimmergreisen vor (LFUG, 2006). Die bedeutendsten Lagerstättenreviere sind in Tab. 8-4 (HÖSEL ET AL. (1997) zusammengefasst.

Tab. 8-4: Bedeutende Lagerstättenreviere im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (HÖSEL ET AL. 1997)

Revier	Haupt- und Nebenkomponenten der Rohstoffgewinnung
Johanngeorgenstadt	Ag-Co-Ni-U
Rabenberg-Halbmeile	U
Hämmerlein	Sn-Zn-(Fe)
Tellerhäuser (Zinn)	Sn-Zn-(Fe)
Tellerhäuser (Uran)	U
Breitenbrunn	Zn-Sn-Fe-fl
Antonsthal	U-(Fe)
Pöhla-Globenstein	Sn-W-Fe

Nächste Seite:

Abb. 8-4: Übersicht über die Lagerstätten und Mineralisationen im Untersuchungsgebiet des Schwarzwassers (WASTERNACK ET AL. 1995)



Min	Gang-und stockförmige Lagerstätten und Mineralisationen
	Hydrothermale Lagerstätten und Mineralisationen des Mittel- und Tieftemperaturbereiches
102	Karbonat-Sulfarsenit-Assoziation (krsfas) Quarz-Arsenit-Assoziation (qas)
103	Baryt-Fluorit-Assoziation (bafl=fba)
104	Hämatit-Baryt-Assoziation (hmba=eba)
105	Fluorit-Quarz-Assotiation (flq) Quarz/Hornstein-Assotiation (e,t)
107	Karbonat-Pechblende-Assoziation (kku,mgu=dse)
108	Quarz-Hämatit-Assoziation (qhm) Quarz-Paradoxit-Fluorit-Assoziation/im SW-Vogtland (FPQ)
109	Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal zuzügl. Kassiterit-Silikat-Assoziation (qsf=eq,kb)
	Hydrothermale Lagerstätten und Mineralisationen des Hochtemperaturbereiches
110	Kassiterit-Sulfid-Assotiation (kssf) Kassiterit-Silikat-Assoziation (kssi) Kassiterit-Quarz-Assoziation (qksw)
111	Wolframit-Quarz-Assoziation (qw) Molybdän-Quarz-Assoziation (qmo)
	Metasomatische Gesteinsumwandlungen, überwiegend im Zusammenhang mit hochthermalen Lagerstätten und Mineralisationen
112	Li-Glimmer-Greisen Li-Glimmer-Topas-Greisen Muskovit-(Sericit-)Greisen, Li-arm Topas-Quarz-Greisen Sericit- und Chlorit-Metasomatite Turmalin-Quarz-Metasomatite und Gangfüllungen

Assoz	Schichtgebundene bzw. lagerförmige Lagerstätten und Mineralisationen
113	Paragenetische Zuordnung der Mineralisation unbekannt
118	Paragenetische Zuordnung der Mineralisation unbekannt
119	Paragenetische Zuordnung der Mineralisation unbekannt
120	Paragenetische Zuordnung der Mineralisation unbekannt
114	Magnetit-Hämatit-Assoziation
121	Chamosit-Thuringit-Assoziation
122	Chamosit-Thuringit-Assoziation
123	Chamosit-Thuringit-Assoziation
115	Pyrit-Pyrrhotin-(Chalkopyrit)-Assoziation
124	Polymetallische Assoziation
125	Assoziationen mit aufgeprägter Kassiterit- oder Scheelit-Hochtemperaturmineralisation
126	Schichtgebundene Pechblende-Assoziation

Bergbau

Neben den auf der Karte der Mineralisationen und Lagerstätten im Erzgebirge verzeichneten Hauptbergbaurevieren gibt es – besonders im Einzugsgebiet des Schwarzwassers - noch zahlreiche kleinere Lagerstättenreviere und Grubenfelder. Deren Produktionstätigkeit reicht häufig viel länger als die Tätigkeit der Wismut zurück und sie werden im Sprachgebrauch häufig zum so genannten „Altbergbau“ zusammengefasst.

Um eine Übersicht über die Vielzahl dieser Bergbauaktivitäten zu erhalten, wurden zwei Werkverträge an die Firma AlphaGeoservice Niederbobritzsch vergeben.
Die Arbeiten gliedern sich nach den wichtigen Revieren und umfassen sowohl

- Angaben zur Lage im Teileinzugsgebiet, zum Vorfluter,
- Lagerstättentyp, morphologischer Mineralisationstyp, Mineralisation, wichtige Erzminerale,
- belegte Betriebszeit, belegtes Ausbringen, wichtige Grubenbaue, Aufschlusstiefe,
- Reste übertage, Entwässerung
- als auch
- Angaben der zu erwartenden Elementausträge,
- zur wirtschaftlichen Bedeutung in der jeweiligen Betriebszeit im Untersuchungsgebiet,
- zur potenziellen hydrogeochemischen Bedeutung für das Untersuchungsgebiet.

Neben den in Tab. 8-3 aufgeführten Revieren wurden auch die Grubenbaue der Reviere Steinheidel-Steinbach, Jugel, Aue, Lauter-Bernsbach, Raschau-Grünstädtel, Elterlein-Scheibenberg, Morgenleithe, Bermsgrün, Crandorf, Rittersgrün-Nordwest erfasst.

Der Gesamtbericht aus den beiden Werkverträgen ist in Anlage 8-2 abgelegt. Die Abb. 8-5 verdeutlicht die enorme Dichte der Grubenbaue im Einzugsgebiet. Die Inhalte der Karte wurden mit Hilfe einer studentischen Hilfskraft in das ArcGIS übertragen und fanden Berücksichtigung in der Komplexkarte zum Schwarzwassereinzugsgebiet (vgl. Anlage 8-4).

Aus der Tabelle in Anlage 8-2 bzw. aus der Karte (Nr. gemäß Abb. 8-5) geht eine bedeutende Zahl von Gruben hervor, die aufgrund ihrer reichen Vererzung eine große geochemische Bedeutung für die Vorfluter besitzen (in Klammern kursiv sind die aus den Mineralisationen zu erwartenden Elementausträge vermerkt):

- Nr. 1: Grube Himmelfahrt bzw. Schacht 2 bei Steinbach, Ausbringen von U, Bi, Entwässerung durch Alfred Erinnerung Stl. in den Hinteren Milchbach (U)
- Nr. 4: Rother und Weißer Löwe bei Steinheidel, Ausbringen von Sn, Arsenkies, Entwässerung durch Rother und Weißer Löwe Stl. in Steinheideler Bach (As, S)
- Nr. W2: Johanngeorgenstadt, Ausbringen von U, Ag, Bi-Co-Erze, Entwässerung über Glück Auf Stolln in das Schwarzwasser (As, Co, Ni, U, Fe, S)
- Nr. W5: Seifenbach mit Neuoberhaus, Ausbringen U (ca. 300 t), Entwässerung durch Stl. 146/ Friedrich-August Stl. in Schwarzwasser (U, As, Fe, S)
- Nr. W6: Freibad (Hakenkrümme) Aue, Ausbringen U, diffuse Austräge (Fe, As, Co, Ni, S)
- Nr. 34: Reichenbach Stl. mit Frisch Glück Stl. im Kuttengrund bei Aue, Ausbringen von Arsenkies, entwässert durch Tiefen Reichenbach Stl. in Kuttenbach (As, Fe, S)
- Nr. W16: Katharina Langenberg, Ausbringen von U, entwässert durch Treuen Freundschaft Stl. in das Schwarzwasser (As, Fe, Cu, S, Co, Ni)

- Nr. 56: Gottes Geschick, St. Catharina Langenberg, Ausbringen von Ag, Braunstein, Fe-Erz, Bi-Co-Erz, Arsenkies, Fe-Ocker, entwässert durch Treuen Freundschaft Stl. in das Schwarzwasser (As, Fe, Cu, S, Co, Ni)
- Nr. 57: Stamm Asser Langenberg, Ausbringen von Fe-Erz, Braunstein, Arsenkies, Arsenikmehl, Schwefelkies, Vitriolkies, Farbenerde, Bi-Co-Erz, Ag, entwässert durch Treuen Freundschaft Stl. in das Schwarzwasser (As, Fe, Cu, S)
- Nr. 81: Unverhofft Glück Fundgrube bzw. Schurf 10 im Halsbachtal, Ausbringen von Ag, Cu, Arsenkies, Kupferkies, Zinkblende, Ag-Pb-Zn-Erze, entwässert durch Jung Adler Stl. in Halsbach (Pb, Zn, Cu, S, As)
- Nr. 95/W21: Weißer Hirsch Estl./ Weißer Hirsch (Sch. 235) Antonsthal, Ausbringen von Ag, Bi/ U, entwässert durch Weißer Hirsch Stl., Schurf 2 in das Schwarzwasser (U, As, Fe, Cu, Zn, S, Co, Ni)
- Nr. W22: Tannenbaum ("Sentjabrskoje", Schacht 98), Ausbringen von U, entwässert vermutl. über Scht. 235 in Schwarzwasser (U, As, Fe, Cu, Zn, S, Co, Ni)
- Nr. W23: Mai ("Majskoje", Schacht 248), Ausbringen von U, entwässert vermutl. über Scht. 235 in Schwarzwasser (U, As, Fe, Cu, Zn, S, Co, Ni)
- Nr. 99: St. Margarethe Breitenbrunn, Ausbringen von U, Fe-Erz, Zinkblende, Magnetkies, Schwefelkies, Sn, Ag, Cu, Pb, Entwässerung über oberen und unteren Otto Stl. in Schwarzwasser (U, As, Fe, Cu, Zn, S, Co, Ni)
- Nr. 100: St. Christoph Breitenbrunn, Ausbringen von Sn, Arsenkies, Schwefelkies, Fe-Erz, Zinkblende, Ag- und Cu-Erze, entwässert über St. Christoph Stl. in Dorfbach (As, Fe, Cu, Zn, S)
- Nr. 101: Fortuna (Sachsenerz-AG) bei Breitenbrunn, Ausbringen von Flussspat (As, Fe, Cu, Zn, S)
- Nr. W25: Segen Gottes Unterrittersgrün, entwässert durch Stl. 220/220? in Pöhlwasser, Ausbringen von U (U)
- Nr. W26: Pöhla, Globenstein, Ausbringen von Magnetit, entwässert durch Schurf 24 in Luchsbach (U)
- Nr. W28: Hämmerlein, Tellerhäuser, Ausbringen von U, entwässert durch Stolln Pöhla in WBA in Luchsbach (U)
- Nr. W29: Schacht 247 Ehrenzipfel, Ausbringen von U (U, Zn)

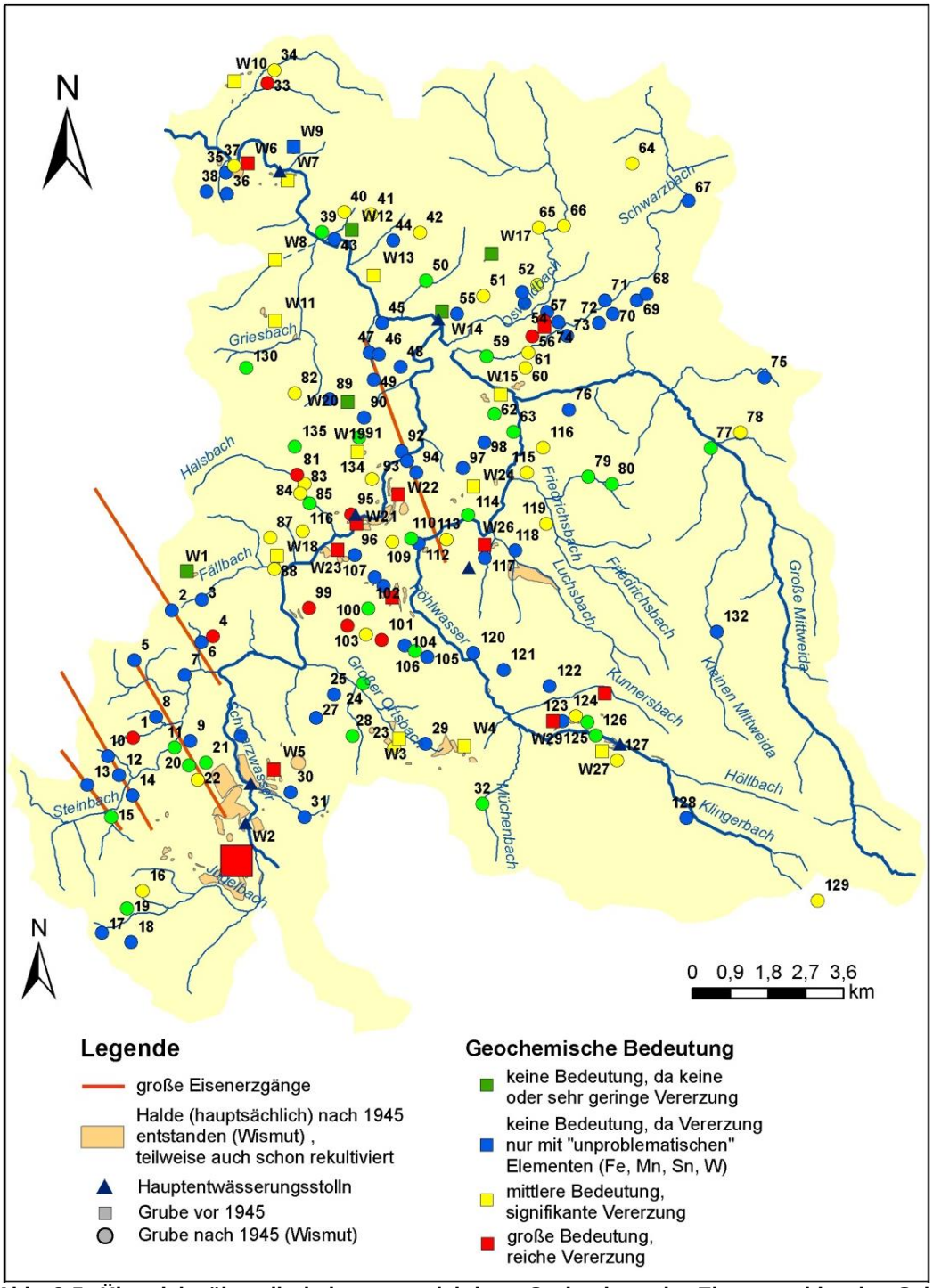


Abb. 8-5: Übersicht über die bekannten wichtigen Grubenbaue im Einzugsgebiet des Schwarzwassers, untergliedert in die Zeiten vor/nach 1945, über Haldenflächen sowie Aussagen zu ihrer potenziellen hydrogeochemischen Bedeutung

Im Einzugsgebiet überwiegen Podsol-Braunerden aus Hanglehm über basenarmem metamorphen Festgestein gegenüber Braunerde-Podsolen aus Hanglehm über basenarmem magmatischen oder metamorphen Festgestein (Abb. 8-6).

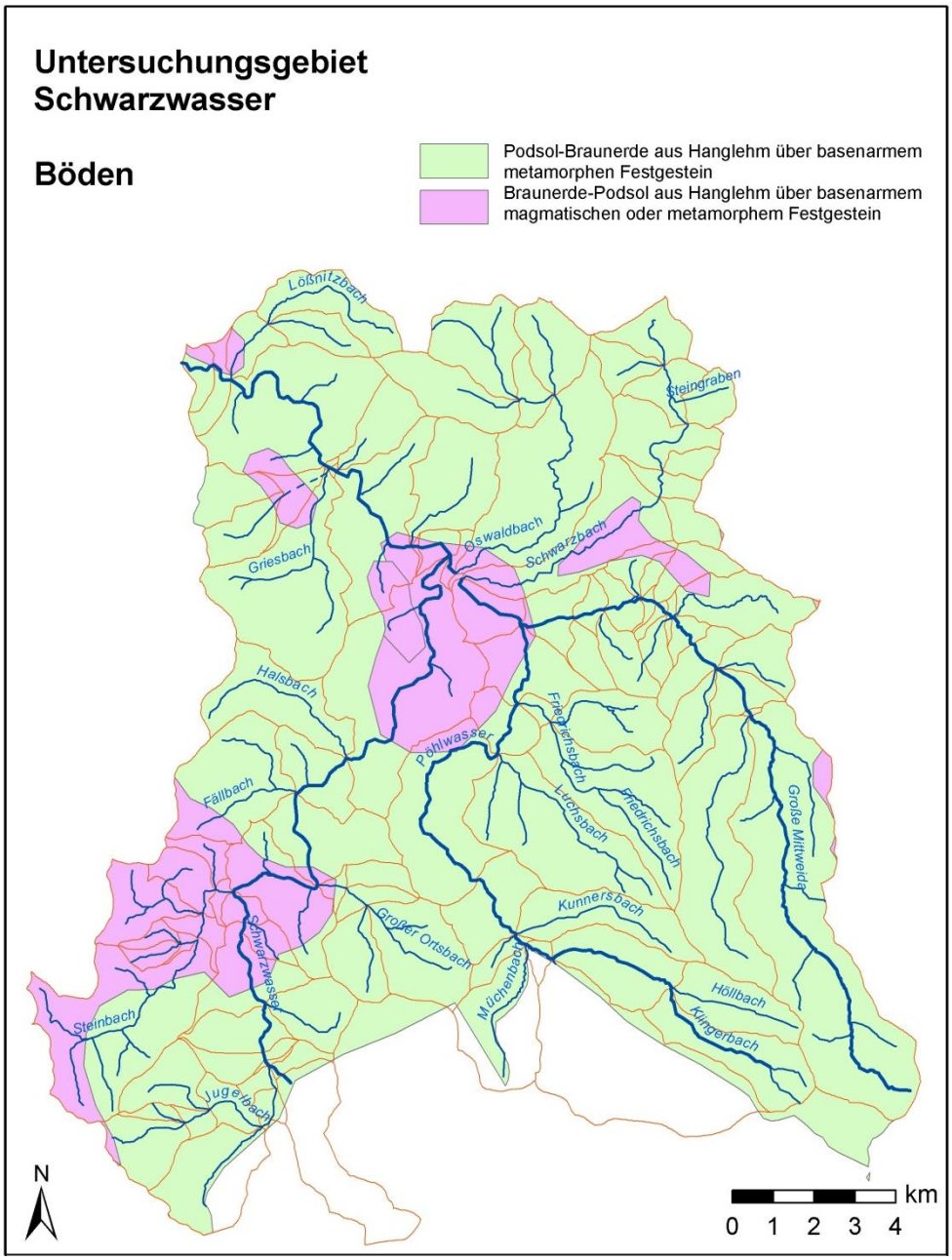


Abb. 8-6: Verbreitung der Bodenarten im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (auf Basis der BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus Kardel et al. 1996)

Gemäß der Verschneidungsmethodik (vgl. Kap. 4) ergeben sich die in Tab. 8-5 zusammengestellten mittleren Elementgehalte in den Ober- und Unterböden. Hier zeigen sich, im Vergleich zum Gestein, bereits größere Un-

terschiede des Untersuchungsgebietes zu Gesamtsachsen, wobei bei fast allen Elementen im Schwarzwassergebiet höhere Gehalte zu verzeichnen sind.

Tab. 8-5: Mittlere Elementgehalte (P50) in Böden des Untersuchungsgebietes Schwarzwasser (SW) im Vergleich zu Sachsen, Werte aus RANK ET AL. 1999, Totalgehalte, Angaben in mg/kg

		As	B	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg
SW	**Oberboden**	25	59	2,5	0,65	0,52	55	20	0,11
SW	**Unterboden**	15	68	2,7	0,32	0,46	60	20	0,08
Sachsen	**Oberboden**	14	37	1,4	0,23	0,37	34	12	0,09
Sachsen	**Unterboden**	9,0	42	1,6	0,14	0,32	39	13	0,05
		Mo	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
SW	**Oberboden**	0,72	19	84	0,86	2,5	91	3,0	92
SW	**Unterboden**	0,56	27	48	0,77	2,5	93	2,6	97
Sachsen	**Oberboden**	0,52	12	59	0,44	2,0	46	1,5	56
Sachsen	**Unterboden**	0,41	16	37	0,54	2,0	52	1,2	49

In der Literatur fanden sich Hinweise, dass aufgrund der geogenen und anthropogenen Belastungen (Bergbauhalden, Aufbereitung, Verhüttung) die Böden dieses Gebietes teilweise erhöhte Gehalte an Arsen und Schwermetallen aufweisen, die über den Prüf- und Maßnahmenwerten der BBodSchV liegen. Eine Auswahl der Untersuchungsergebnisse zeigt Tab. 8-6.

Tab. 8-6: Nutzungsabhängige mittlere Elementgehalte (P50/P90) in Oberböden des Sondermessnetzes Schneeberg-Aue-Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt, Totalgehalte, Angaben in mg/kg (LFUG 2006)

	As	Cd	Pb	U
Acker P50/P90	89 / 230	0,78 / 1,2	94 /150	2,3 / 6,1
Grünland P50/P90	110 / 255	0,80 / 1,9	100 / 200	2,6 / 7,6
Forst P50/P90	150 / 510	0,25 / 0,57	130 / 200	< 2 / 5,6

Hinsichtlich der bodenschutzrechtlichen Bestimmungen erscheint lediglich das Gehaltsniveau von Arsen auf Standorten der Nutzungsart Grünland problematisch. Die Gehalte liegen jedoch noch weit unter denen des Freiberger Raumes und des Gebietes um Ehrenfriedersdorf – Geyer. Die ermittelten U-Gehalte bewegen sich nur gering über den für Sachsen ermittelten Hintergrundwerten (LFUG 2006).

Überschreitungen von Prüfwerten beim Pfad Boden-Mensch sind nur für das Element As und untergeordnet für Pb relevant. Bei allen anderen Elementen ergaben sich keine Anhaltspunkte für den Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung. Flächenhafte Prüf- und Maßnahmenwertüberschreitungen für den Pfad Boden-Pflanze kön-

nen im Sondermessnetz für die Elemente As, Cd und Pb auftreten. Der As-Maßnahmenwert für Grünland von 50 mg/kg wird im Untersuchungsgebiet relativ häufig überschritten; ebenfalls kommt es in Abhängigkeit von den bodenkundlichen Verhältnissen am Standort zu Überschreitungen des As-Prüfwertes (200 mg/kg bzw. 50 mg/kg) für Ackernutzung. Die Prüfwerte für Blei für die Nutzungsart Ackerbau/Nutzgarten werden an mehreren Proben westlich von Schwarzenberg überschritten, für Cadmium treten Überschreitungen auf Ackerstandorten nur punktuell auf. Der Maßnahmenwert für Grünland wird weder für Cd noch für Pb überschritten. Es bestehen ebenfalls Anhaltspunkte dafür, dass bei den Elementen As, Pb und Cd die Prüfwerte für den Pfad Boden-Grundwasser überschritten sein können (KARDEL ET AL. 2002).

Durch das Referat Bodenkartierung/Geochemie (RANK & KARDEL 2008) wurden dankenswerterweise die aktuell verfügbaren Bodenanalysen im Einzugsgebiet des Schwarzwassers zur Verfügung gestellt (Abb. 8-7). Die Analytik der Böden wurde vom Totalaufschluss auf KW-Auszug umgestellt, wodurch sich Umrechnungen in die eine oder andere Richtung notwendig machten. Die Tab. 8-7 wurde auf der Basis der KW-Auszüge bzw. der transformierten KW-Auszüge erstellt und mittels mittleren Faktoren auf Gesamtgehalte umgerechnet. Für einige Elemente werden nur Gesamtgehalte angegeben.

Tab. 8-7: Mittlere Elementgehalte (P50) aktueller Untersuchungen in Böden des Untersuchungsgebietes Schwarzwasser, ohne Nutzungsbezug, Rank & Kardel (2008), Angaben in mg/kg

	As_K	Cd_K	Cr_K	Pb_K	Cu_K	Ni_K	Zn_K	Tl_K		Mn_T	Sn_T
Oberboden	89	0,50	53	100	32	24	130	0,86		700	35
Unterboden	62	0,27	60	41	30	31	120	0,84		760	21

	As_T	Cd_T	Cr_T	Pb_T	Cu_T	Ni_T	Zn_T	Tl_T		U_T	W_T
Oberboden	110	0,62	81	100	32	27	154	1,2		1,0	10
Unterboden	77	0,34	93	41	30	35	144	1,2		2,0	9,0

K-Königswasserauszüge, T-Totalgehalte

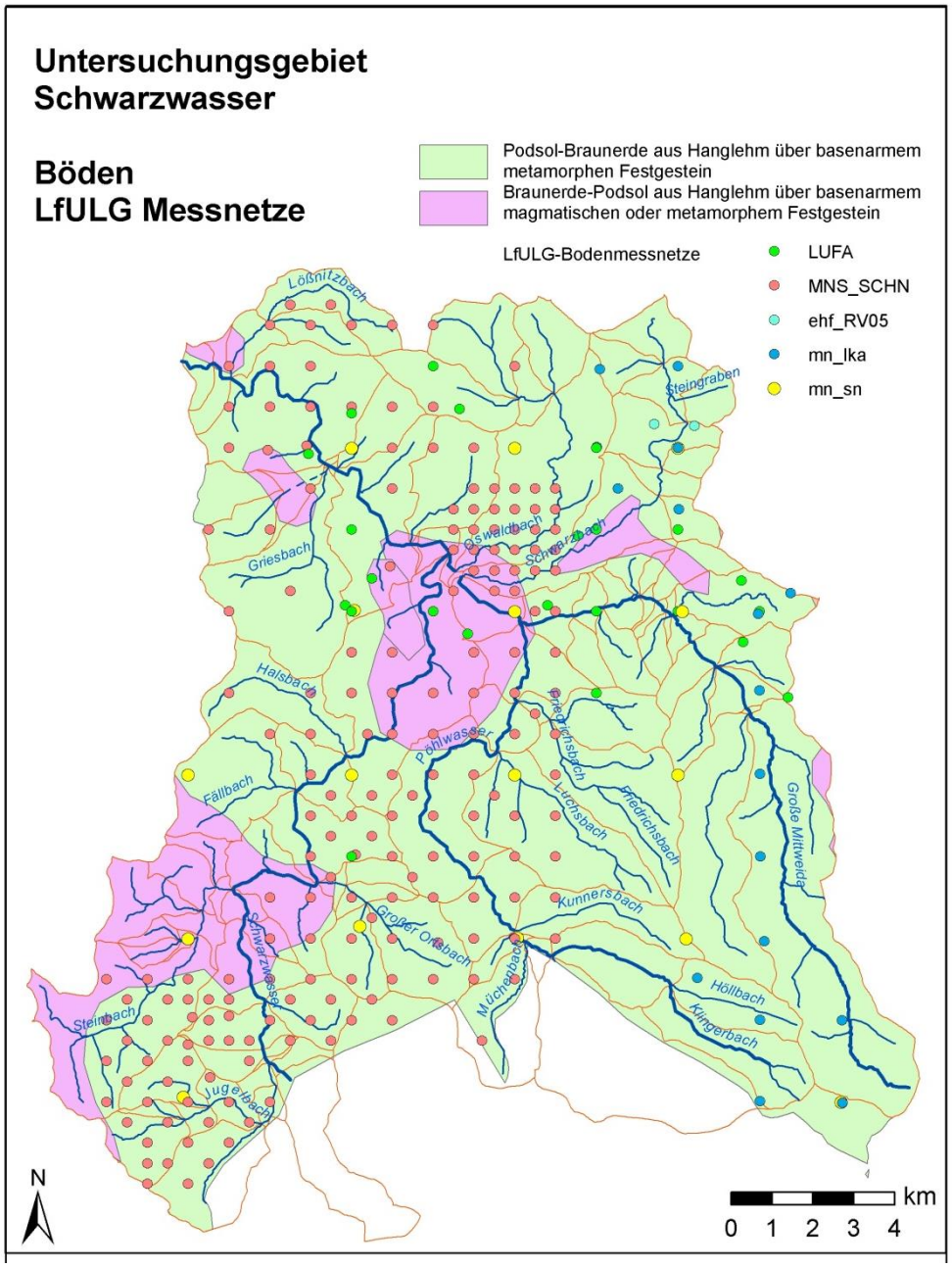


Abb. 8-7: Lage der Probenahmepunkte aus verschiedenen Bodenuntersuchungen (RANK & KARDEL 2008)

Im Vergleich der Tabellen 8-6 und 8-7 zeigt sich, dass die realen Gehalte der Böden im Vergleich zu den theoretisch ermittelten Gehalten auf Grundlage sächsischer Böden (substrat- und nutzungsabhängig) im Einzugsgebiet des Schwarzwassers wesentlich höher liegen. Die Faktoren in Tab. 8-8 stellen das Element As mit Anreicherungsfaktoren von 4,4 im Ober- bzw. 5,1 im Unterboden an die Spitze. Die Anreicherungsfaktoren sind in der Regel in den Unter- und Oberböden ähnlich. Höhere Faktoren in den Unterböden sprechen für einen Eintrag aus den Gesteinen/Mineralisationen, in den Oberböden dagegen für pedogene/anthropogene Prozesse.

Tab. 8-8: Anreicherungsfaktoren zwischen den Elementgehalten in realen Böden (RANK & KARDEL 2008) und theoretisch ermittelten Werten (RANK ET AL. 1999)

	As	Cd	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Tl	Mn	U	W
Oberboden	4,4	1,2	1,5	1,2	1,6	1,4	1,7	1,4	1,2	0,8	3,3
Unterboden	5,1	0,7	1,6	0,9	1,5	1,3	1,5	1,6	1,2	0,8	3,5

Die errechneten Anreicherungsfaktoren zwischen den Elementgehalten in realen Böden (RANK & KARDEL 2008) und den theoretisch ermittelten Werten in den Gesteinen (KARDEL ET AL., 1996) (Tab. 8-9) liegen in der ähnlichen Größenordnung. Für das Element As zeigt sich mit 8,2 der höchste Faktor, aber auch die Sn-Gehalte in den Böden sind gegenüber dem Gestein mit 2,4 deutlich erhöht.

Tab. 8-9: Anreicherungsfaktoren zwischen den Elementgehalten in realen Böden (RANK & KARDEL 2008) und theoretisch ermittelten Werten in den Gesteinen (KARDEL ET AL., 1996)

	As	Cd	Cr	Pb	Cu	Ni	Zn	Sn	Mn	U	W
Unterboden	8,2	k.A.	1,5	1,7	1,5	1,2	1,5	2,4	1,2	0,8	k.A.

Nutzung & Vegetation

Im Untersuchungsgebiet dominiert die Flächennutzung durch ausgedehnte Waldgebiete (57,6 %), wobei die Nadelwälder mit 36,4 % der Fläche dominieren. Die ackerbauliche Nutzung tritt mit 11,1 % deutlich hinter der Grünlandnutzung mit 24,5 % zurück. Siedlungs- und Verkehrflächen sind mit einem Anteil von 6,5 % bevorzugt in den Tälern zu finden. Die erfassten Flächen von Halden und Abgrabungen werden mit 0,2 %, das entspricht einer Fläche von weniger als 1 km^2, angegeben (Tab. 8-10).

Tab. 8-10: Landnutzung im Einzugsgebiet des Schwarzwassers

Nutzung	Wasser	Wald	Grünland	Acker	Siedlung, Verkehr	Tagebau, Halden
Fläche [%]	0,3	57,6	24,3	11,1	6,5	0,2

Recherche in vorhandenen Datenbeständen des LfULG

Daten aus der Geochemischen Prospektion

Gegenstand der Untersuchungen im Vorläuferprojekt (GREIF & KLEMM 2005) waren bereits die Analysen aus der Geochemischen Prospektion der 70er/80er Jahre (Abb. 8-9), aus denen die Medianwerte für die Gebietskennzahlen ermittelt wurden (Tab. 8-11).

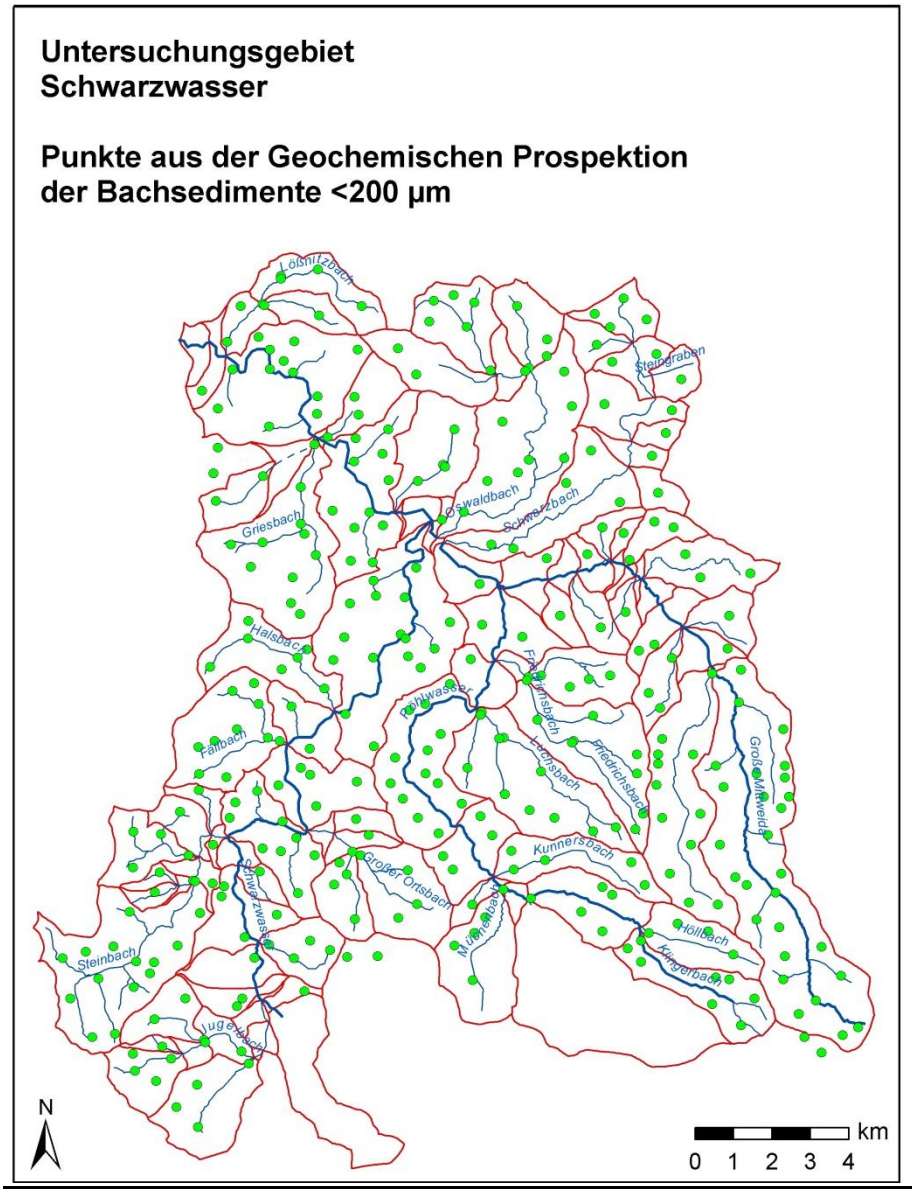


Abb. 8-9: Lage der Punkte der Bachsedimentprospektion im Erzgebirge (PÄLCHEN ET AL. 1982) (bezogen auf ihr Einzugsgebiet)

Tab. 8-11: Mittlere Elementgehalte (P50) in Bachsedimenten (<200 µm) des Schwarzwassers nach GEBKZ (GREIF & KLEMM 2005), Angaben in mg/kg

GEBKZ	Gebiet	As	B	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Hg	Li
54121-27	SW oh GM	70	225	418	7,0	7,0	34	35	0,18	123
54128	GM	54	87	470	4,5	9,0	45	36	0,10	62
54129	SW uh. GM	73	115	540	4,5	9,0	45	45	0,22	95

GEBKZ	Gebiet	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	W	Zn	
54121-27	SW oh. GM	667	1,0	24	50	152	4750	18	175	
54128	GM	775	0,5	27	67	8,0	5390	7,0	245	
54129	SW uh. GM	777	1,0	36	56	17	6120	14	260	

SW - Schwarzwasser, GM - Große Mittweida, oh. – oberhalb, uh. – unterhalb

Anhand der Verschneidung der Bachsedimentdaten <200 µm mit den Gebietskennzahlen können die Wasserkörper (GKZ) bis ins Detail charakterisiert werden. Jedoch liegen selbst bei der hohen Probendichte der geochemischen Prospektion der 70/80er Jahre in einigen Wasserkörpern nur Einzeldaten vor. Die aggregierten Daten sind für das Untersuchungsgebiet Schwarzwasser in Anlage 8-3 zusammengefasst. Tab. 8-12 gibt eine Übersicht über die angetroffene Schwankungsbreite der Elementgehalte gemäß GKZ.

Tab. 8-12: Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte (P50) in Bachsedimenten (<200 µm) des Schwarzwassers nach GKZ, Angaben in mg/kg

GEBKZ	Gebiet		As	B	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Li
54121-27	SW oh. GM	**Min**	6,0	92	100	3,2	1,8	5,8	6,0	51
		Max	276	994	742	15	82	67	152	767
54128	GM	**Min**	26	58	372	2,5	4,0	19	16	26
		Max	243	1250	655	12	19	214	267	122
54129	SW uh. GM	**Min**	50	78	360	3,5	7,0	24	25	56
		Max	589	132	698	7,5	32	74	202	172
GEBKZ	**Gebiet**		**Mn**	**Ni**	**Pb**	**Sn**	**Ti**	**W**	**Zn**	
54121-27	SW oh. GM	**Min**	280	7,0	23	12	1650	3,0	10	
		Max	3000	76	340	1810	14900	75	1110	
54128	GM	**Min**	276	15	32	4,5	2580	1,0	83	
		Max	2180	61	338	1240	12200	65	3820	
54129	SW uh. GM	**Min**	603	24	46	8,0	2930	5,0	110	
		Max	1010	48	141	72	8310	50	579	

SW - Schwarzwasser, GM - Große Mittweida, uh. – unterhalb, oh. – oberhalb

Daten aus dem Messnetz Oberflächenwasser

Das Messnetz Oberflächenwasser des LfULG ist eine weitere Datenquelle, die bereits im Vorgängerprojekt (GREIF & KLEMM 2005) für den Zeitraum 1998-2003 geprüft und als unzureichend für die Zielstellung bewertet wurde. Sie ist in diesem Projekt ausschließlich für das Einzugsgebiet des Schwarzwassers noch einmal betrachtet worden. Es wurde der Zeitraum 1999-2007 herangezogen (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_20933.html, Oktober 2008) (Tab. 8-13, Abb. 8-10). Bei der Zusammenstellung der Daten sind folgende Punkte anzumerken:

- im Zeitraum 1999-2007 lagen 1250 Wasser- und 88 Sedimentanalysen für insgesamt 22 Probenahmenpunkte vor,
- für keinen Punkt gibt es eine konsistente Beprobung und Analyse der Wasser-Gesamt-, Wasser-gelöst- und Sediment-Proben im idealen 1-2-Monatsrhythmus,
- am besten untersucht wurden folgende Punkte:
  - das Schwarzwasser an der Grenze
  - das Schwarzwasser oh. Schwarzenberg
  - das Schwarzwasser an der Mündung
  - das Pöhlwasser an der Mündung und
  - die Große Mittweida an der Mündung

  → diese Punkte repräsentieren den Ist-Zustand in den Teileinzugsgebieten und sind auch in diesem Projekt untersucht worden,
- die Methoden der Sedimentprobenahme änderten sich über den Betrachtungszeitraum mehrmals (betrifft sowohl die wahrscheinliche Entnahmetiefe als auch die Qualität)
- die Elementpalette ist besonders bei den Sedimenten nicht komplett, häufig fehlen U-Analysen, die für dieses Gebiet angezeigt sind.

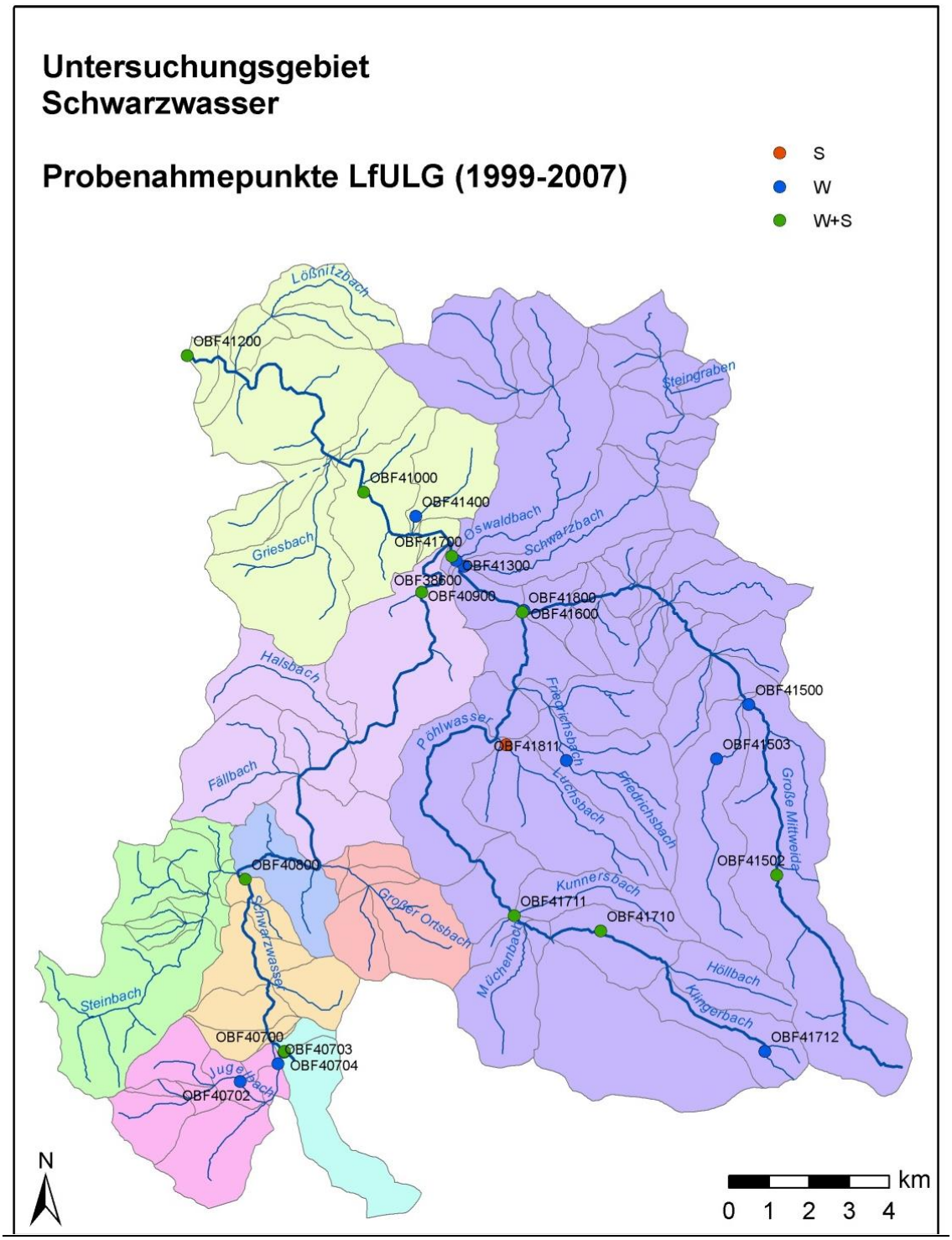


Abb. 8-10: Lage der Probenahmepunkte aus dem Messnetz Oberflächenwasser (1999-2007)

Tab. 8-13 gibt einen Vergleich der LfULG-Messstellen mit den Messstellen der TU BAF.

Tab. 8-13: Probenahmestellen des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG im Vergleich mit Messstellen der TU BAF

MKZ	Gewässer	Ort	GKZ	LfULG	TUBAF
OBF40704	Ziegenbach	Grenze	541217	W	
OBF40700	Schwarzwasser	Johanng. Grenze	541219	W+S	SW1 W+S
OBF40702	Schwefelbach	oh. Johanng.	5412225	W	(SW3 W+S)
OBF40703	Breitenbach	Wittigsthal	541229	W	(SW4 W+S)
OBF40800	Schwarzwasser	uh. Johanng.	5412399	W+S	
OBF40900	Schwarzwasser	oh. Schwarz.	541279	W+S	(SW18 W+S)
OBF41500	Große Mittweida	Dietrichsmühle	541281	W	
OBF41502	Große Mittweida	Katzenstein	541281	W+S	GM1 W+S
OBF41503	Kleine Mittweida	oh. Entnahme Rohwasser	541282	W	(GM2 W+S)
OBF41600	Große Mittweida	Raschau	54128399	W	GM6 W+S
OBF41800	Pöhlwasser	Mündung	54128399	W+S	POE12 W+S
OBF41712	Klingerbach	oh. Tellerhäuser	5412841	W	(POE1 W+S)
OBF41710	Pöhlwasser	oh. Ehrenzipfel	541284311	W+S	
OBF41711	Pöhlwasser	oh. Rittersgrün	54128439	W+S	
OBF41820	Luchsbach	Mündung	5412846	S	(POE7/8 W)
OBF41811	Friedrichsbach	oh. Entnahme Rohwasser	54128481	W	(POE11 W+S)
OBF38600	Schwarzbach	Mündung	5412869	W	GM7 W+S
OBF41300	Oswaldbach	Mündung	54128929	W	GM9 W+S
OBF41700	Große Mittweida	Mündung	5412899	W+S	
OBF41400	Beierfelder Dorfb.	Mündung	541292	W	SW19 W
OBF41000	Schwarzwasser	uh. Schwarz.	5412931	W+S	
OBF41200	Schwarzwasser	Mündung	5412999	W+S	SW24 W

Johanng. – Johanngeorgenstadt, Schwarz. – Schwarzenberg, W – Wasser, S – Sediment,
( ) - näherungsweise

Von den Einzelanalysen an den Messstellen wurden die Mittelwerte gebildet, die in Tab. 8-14 bis 8-16 zusammengefasst werden. Da die Mittelwerte als Übersicht und Diskussionsgrundlage dienen sollen, wurde auf eine detaillierte Ausreißerprüfung an dieser Stelle verzichtet, einzelne offensichtlich extrem abweichende Werte wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 8-14: Mittelwerte von Wasseranalysen im Einzugsgebiet der Großen Mittweida auf Grundlage ausgewählter Stellen des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG, Angaben in µg/l

		Große Mittweida										
MKZ		**41500**	**41502**	**41503**	**41600**	**41800**	**41710**	**41711**	**41811**	**38600**	**41300**	**41700**
W_AG	gel.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
W_AG	ges.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
W_AL	gel.	52,6	39,1	72,2	26,4	38,8	30,7	86,9	85,9	26,7	62,5	35,4
W_AL	ges.	115	187	290	307	434	116	130	251	150	295	563
W_AS	gel.	2,03	<0,5	0,98	2,11	3,48	0,71	0,81	<0,5	2,73	2,25	2,92
W_AS	ges.	1,18	0,72	1,68	3,42	6,54	0,93	1	1,26	6,43	2,86	6,56
W_B	gel.	13	10,6	11,7	16,8	23,7	9,5	10,1	10,2	29,6	47,2	51,7
W_B	ges.	9,5	10,5	14,6	14,2	23,2	11,5	7,6	10,3	26,8	50,1	55,6
W_BA	gel.	17,9	12,3	29,5	25,6	52,3	29,4	26,3	41,3	49,7	41,3	40,3
W_BA	ges.	16,4	11,8	29,5	28,6	55,9	31,9	25,7	42,6	50,9	42,1	48,4
W_BE	gel.	<0,2	<0,2	0,25	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
W_BE	ges.	<0,2	<0,2	0,31	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
W_BI	gel.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
W_BI	ges.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
W_CD	gel.	0,21	0,15	0,46	0,14	0,41	0,34	0,63	0,8	0,68	0,63	0,3
W_CD	ges.	0,21	0,1	0,47	0,24	0,59	0,48	0,57	0,83	1,15	0,77	0,44
W_CO	gel.	0,26	0,17	0,76	<0,1	0,26	<0,1	0,41	0,96	0,9	0,69	0,3
W_CO	ges.	0,29	0,25	0,82	0,6	0,48	0,4	0,42	1	1,88	0,64	0,78
W_CR	gel.	<1	<1	<1	<1	<1	<0,25	<1	<1	<1	1,88	<1
W_CR	ges.	<1	<1	<1	1,17	1,99	0,74	1,7	<1	<1	4,71	<1
W_CU	gel.	<2	<2	<2	<2	2,66	1,35	<2	<2	4,24	3,18	2,47
W_CU	ges.	3,45	<2	<2	5	5,73	3,54	4,6	<2	9,1	5,78	7,19
W_HG	gel.	<0,02		<0,02	<0,02	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
W_HG	ges.			<0,02		<0,02		<0,02	<0,02			
W_LI	gel.	1,43		2,06	10,3	3,67		2,75	2,67	6,94	3,4	5,83
W_LI	ges.	1,18		1,98	12,1	3,8		2,62	2,78	7,53	3,37	9,48
W_MN	gel.	7,6	4,5	29,1	6,5	17,5	5	18,3	21,8	58,4	43,5	23,3
W_MN	ges.	8,6	10,2	45,1	35,8	43	17,1	16,4	23,9	103	48,4	77
W_MO	gel.	<0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	<0,2
W_MO	ges.	0,4		<0,2	0,4	1	6,6	0,9	7,2	0,4	4,2	1,1
W_NI	gel.	1,8	1,5	3	1,2	3,7	<0,5	2,5	5,3	6,4	7,9	3,5
W_NI	ges.	4	4	5,8	3,7	6,5	2,7	6,5	10,5	10	12,7	6,6

W_PB	gel.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		<0,2	<0,2	<0,5	0,3	1
W_PB	ges.	<0,2	<0,2	<0,2	1,1	2,9		0,3	<0,2	1,5	1,3	3,3
W_TL	gel.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
W_TL	ges.	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,78	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
W_U	gel.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,98		0,28	<0,2	<0,2	0,35	0,98
W_U	ges.	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2,54		0,4	<0,2	<0,2	<0,2	1,18
W_V	gel.	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
W_V	ges.	<0,3		<0,3	0,85	<0,3		<0,3	<0,3	<0,5	<0,3	3,16
W_ZN	gel.	8,69	7,63	21,6	9,9	29,7	12,5	40,9	45,9	84,1	95	29,1
W_ZN	ges.	8,3	14,4	22,1	17,1	42,9	19,3	38,7	49,1	127	118	43,1

Tab. 8-15: Mittelwerte von Wasseranalysen im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (SW) ober-/unterhalb der Großen Mittweida (GM) auf Grundlage des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG, Angaben in µg/l

		SW oh. GM						**SW uh. GM**		
MKZ		**40704**	**40700**	**40702**	**40703**	**40800**	**40900**	**41400**	**41000**	**41200**
W_AG	gel.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
W_AG	ges.		< 0,1		< 0,1	< 0,1	< 0,1		< 0,1	< 0,1
W_AL	gel.	208	127	249	145	94,5	91,6	63,3	63	56,5
W_AL	ges.		444		377	383	211		603	438
W_AS	gel.	3,48	2,19	1,06	1,48	6,15	5,29	3,74	5,5	7,93
W_AS	ges.		5,39		2,93	12,5	6,98		26,1	15,8
W_B	gel.	11,9	11,9	12,9	9,4	27,1	27	60,9	60,8	68,2
W_B	ges.		12,7		7,8	25,3	20,7		60	65,8
W_BA	gel.	16,7	21,7	25	21,5	20,6	27,9	47,7	36	36,3
W_BA	ges.		24,7		22,8	21,8	28,5		44,3	40,6
W_BE	gel.	0,32	0,27	0,54	0,36	0,28	0,29	< 0,2	< 0,2	< 0,2
W_BE	ges.		0,35		0,53	0,45	0,33		< 0,2	< 0,2
W_BI	gel.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
W_BI	ges.		< 0,2		< 0,2	< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2
W_CD	gel.	0,21	0,24	0,5	0,24	0,29	0,32	0,4	0,49	0,53
W_CD	ges.		0,29		0,3	0,39	0,37		1,36	0,94
W_CO	gel.	0,32	0,57	0,84	0,48	0,81	0,5	0,57	0,4	0,64
W_CO	ges.		0,91		0,65	1,18	0,46		2,23	1,23
W_CR	gel.	2,13	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2,16	< 1	1,46
W_CR	ges.		< 1		7,5	< 1	1,42		1,7	3,23
W_CU	gel.	3,03	2,31	3,48	< 2	2,91	2,85	3,94	4,59	3,9

W_CU	ges.		4,08		3,93	4,15	3,69		12	8,09
W_HG	gel.		< 0,02		< 0,02		< 0,02			< 0,02
W_HG	ges.		< 0,02		< 0,02	< 0,02				0,28
W_LI	gel.		4,26		5,83		8,62			7,41
W_LI	ges.		4,46		6,04		8,68			7,69
W_MN	gel.	25,8	74,7	135	77,8	147	87,1	67,4	45,7	52,6
W_MN	ges.		102		100	175	79		99,2	77,2
W_MO	gel.		< 0,2		< 0,2		< 0,2			0,5
W_MO	ges.		0,5		5,2		0,4			4,8
W_NI	gel.	6,5	3,3	5,2	3,1	5,8	4,8	8	8	15,7
W_NI	ges.		5,9		24,1	8,3	7,3		23,8	24,4
W_PB	gel.	1,2	0,7	0,5	< 0,2	< 0,5	2,3	< 0,5	1,9	1,2
W_PB	ges.		1,7		0,8	2,2	0,7		8,6	3,6
W_TL	gel.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
W_TL	ges.		< 0,1		< 0,1	< 0,1	< 0,1		< 0,1	0,2
W_U	gel.	0,48	0,67	0,8	0,49	8,73	1,94	0,35	1,76	1,59
W_U	ges.		1,05		0,77	5,61	2,24		2,17	2,23
W_V	gel.		< 0,3		< 0,3		< 0,3			1,24
W_V	ges.		0,47		< 0,3		0,43			1,43
W_ZN	gel.	22,9	23,3	63,4	26,3	57,2	51,1	85,8	49,9	42,2
W_ZN	ges.		28,5		34	70,3	54,5		78	61,8

Tab. 8-16: Mittelwerte der Sedimentanalysen (Fraktion <20 µm) im Einzugsgebiet des Schwarzwasser auf Grundlage des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG, Angaben in mg/kg, Maximalwerte fett

MKZ	S_AS	S_BI	S_CD	S_CO	S_CR	S_CU	S_FE	S_HG	S_MN	S_NI	S_PB	S_TL	S_U	S_ZN
Schwarzwasser oh. Gr. Mittweida														
OBF40700	263		9,41		49,2	116	53800	0,32	2490	60,1	151	1,55		731
OBF40800	497		11,5		63,5	157	62300	0,56	4300	103	217	1,65		1480
OBF40900	349		25,7		60,6	187	52900	0,61	6340	134	237	**1,8**		2020
Große Mittweida														
OBF41502	104		6,45		62,5	53,5	43500	0,23	1550	58	170	0,77		485
OBF4180	280	< 1	22	58,5	84,9	266	5890	0,51	2620	91,9	205	1,14	77,	1330

0							0						5	
OBF41710	98		19,4		101	90,3	55000	0,24	4130	106	141	0,93		956
OBF41711	250		25		68	230	24300	0,27	2750	80	165	1,1		1100
OBF41820	**960**	< 1	**35,7**	**160**	96,3	108	57000		**8470**	157	157		87,5	**2130**
OBF41700	216		14,6		73,9	213	57700	0,84	2240	80	221	0,98		1360
Schwarzwasser uh. Gr. Mittweida														
OBF41000	295	7,95	24,3	99	**180**	**528**	**71500**		6920	115	**408**		68,3	1900
OBF41200	338	**11,8**	32	130	101	366	57200	**2,79**	3360	**485**	272	1,48	46	1680

Die *Sedimente* des Schwarzwassers erfahren zwischen der Grenze in Johanngeorgenstadt und der Mündung in Aue eine enorme Anreicherung an einigen Elementen. Während die As-Gehalte bereits hoch sind, erfahren die Elemente Cd, Cr, Cu, Hg, Ni und Zn mindestens eine Verdopplung ihrer Konzentrationen. Aber auch in einigen Zuflüssen sind erhöhte Elementkonzentrationen ablesbar, v. a. im Luchsbach (As, Cd, Co, Ni, U, Zn).

Die Konzentrationen der *Wässer* nehmen bei den meisten Elementen (As, B, Cd, Ni, U, Zn > Faktor 2) im Flussverlauf von der Grenze bis zur Mündung ebenfalls zu, wobei die Anreicherungen nicht so gravierend sind wie bei den Sedimenten. Starke Konzentrationszunahmen auf dem letzten Abschnitt zwischen Schwarzenberg und Aue können auch anthropogener Herkunft sein (z.B. Ni). Einige Elemente finden sich jedoch bevorzugt in einigen Abschnitten der Oberläufe. Im Gebiet um Johanngeorgenstadt treten aufgrund des dichten Nadelwaldbestandes (und geringerer pH-Werte) erhöhte Al-Gehalte (gelöst) auf, verbunden mit messbaren Be-Gehalten. Die in diesem Bereich messbaren U-Gehalte (>0,2 mg/l) erreichen unterhalb von Johanngeorgenstadt ihr Maximum. Im Teileinzugsgebiet der Großen Mittweida sind das Pöhlwasser und die Große Mittweida an der Mündung mit messbaren U-Gehalten in der Wasserphase hervorzuheben.

2.8.2 Ergebnisse der Detailuntersuchungen

Meteorologische und hydrologische Situation

Meteorologische Situation

Der Juni 2008 war deutlich zu warm, zu trocken und überdurchschnittlich sonnig. Zu Beginn des Monats lag Sachsen im Grenzbereich zwischen feuchter Luft im Südwesten und trockener Luft im Nordosten. Ein Tiefausläufer sorgte am 01.06. für lokal begrenzte Schauer und Gewitter. Der Zustrom schwülwarmer Luft aus Südwesten brachte in der zweiten Tageshälfte des 03.06. kräftige Schauer, örtlich auch schwere Gewitter mit Starkregen und Hagel. Im Vogtland, in der Oberlausitz und im Einzugsgebiet der Moldau war der Niederschlag mit 20 bis 40 mm gebietsweise ergiebig, vereinzelt wurden auch deutlich höhere Werte gemessen; an der TS Pirk 62,9 mm und an der TS Werda 92,2 mm (LfUG 2008a). Die Auswirkungen dieser Niederschläge waren noch entlang des Schwarzbaches zwischen Elterlein, Langenberg und Schwarzenberg zu sehen. Danach gelangte am Rande eines Hochs über Skandinavien von Nordosten zunehmend trockene und warme Luft in die Region. Bis zum 11.06.

blieb es bei hochsommerlichen Temperaturen meist niederschlagsfrei. Ab 12.06. floss von Nordwesten Meeresskaltluft nach Sachsen und leitete damit einen ungeständigen und kühlen Witterungsabschnitt ein (LfUG 2008a).

Die Probenahme vom 5.-12. Juni konnte während einer sehr stabilen meteorologischen Phase stattfinden, ohne nennenswerte Niederschläge. Das Gebietsmittel des Niederschlags in Sachsen für Juni 2008 wird mit 56 mm angegeben, das sind 73 % vom Mittel 1961 – 1990. Die geringsten Niederschlagsmengen waren im Westerzgebirge mit nur 30 bis 40 % der Vergleichswerte zu verzeichnen. Die Monatsmitteltemperaturen lagen an den meteorologischen Stationen mit 1,8 bis 2,4 Grad über dem klimatologischen Durchschnitt (LfUG 2008a).

Hydrologische Situation

Infolge der geringen Niederschlagsmengen im Monat Mai war auch zu Beginn des Monats Juni eine fallende Tendenz der Wasserführung in den sächsischen Fließgewässern zu verzeichnen. Dies wurde nur im Einzugsgebiet der Mulden kurzzeitig durch die ergiebigen Niederschläge vom 31.05./01.06. verzögert. Zu Beginn des Monats lagen die Durchflüsse bei 30 bis 90 % des MQ (Juni). Die örtlich unwetterartigen Starkniederschläge vom 03.06. führten nur an einigen Pegeln zu merklichen Wasserstandsanstiegen von 30 bis 60 cm, jedoch nicht zum Überschreiten der Hochwassermeldegrenzen. Danach setzte an allen Pegeln wieder eine fallende Tendenz der Wasserführung ein. Am Monatsende lagen die Durchflüsse im Allgemeinen zwischen 25 und 70 % des MQ (Juni). Die mittleren Monatsdurchflüsse lagen im Juni 2008 im Allgemeinen zwischen 30 und 90 % der langjährigen Vergleichswerte (LfUG 2008a). Die Abflusswerte während der Probenahme im Juni 2008 lagen zwischen MNQ (Juni) und MQ (Juni), wobei am Pegel Johanngeorgenstadt 2/ Breitenbach der MNQ und am Pegel Markersbach 1/ Große Mittweida nahezu MQ erreicht wurde.

Tab. 8-17: Gewässerkundliche Hauptwerte des Durchflusses ausgewählter Pegel des Schwarzwassers für den Monat Juni (LFUG 2003) im Vergleich zur Situation während der Probenahme (Aktuell)

Pegel/ Gewässer	EZG [km^2]	MNQ [m^3/s]	MQ [m^3/s]	MHQ [m^3/s]	Aktuell [m^3/s]
Johanngeorgenstadt 2/ Breitenbach	26,7	0,264	0,606	3,45	0,16...0,20
Sachsengrund/ Große Pyra	k.A.	0,079	0,149	0,621	k.A.
Markersbach 1/ Große Mittweida	k.A.	0,324	0,511	1,67	0,42...0,52
Johanngeorgenstadt 4/ Schwarzwasser	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,64...0,78
Aue 1 / Schwarzwasser	362	2,93	5,49	18,6	2,3...3,7

Vor-Ort-Parameter

Eine Übersicht über die Probenahmepunkte gibt Abb. 8-11. Die ermittelten Vor-Ort-Parameter und die Analysenergebnisse der Wässer und Sedimente sind in Anlage 8-1 zusammengefasst.

Bereits bei den Vor-Ort-Parametern zeigen sich gravierende Unterschiede (Tab. 8-18). Besonders über dem Eibenstocker Granit sind in den Bachwässern im Teileinzugsgebiet des Steinbachs nur geringe pH-Werte, teilweise unter pH 5, anzutreffen. Deutlich anthropogene Züge tragen kleine Fließgewässer mit elektrischen Leitfähigkeiten >250 µS/cm, so der Bach aus Oberscheibe, der Beierfelder Dorfbach, der Fischbach sowie das Schwarzwasser unterhalb Schwarzenberg (Abb. 8-12). Das Redoxmilieu ist oxidierend, die Sauerstoffgehalte für die aquatischen Organismen optimal, die Sauerstoffsättigung sank nicht unter 90 % ab. Größere Schwankungen traten wiederum beim Schwebstoffgehalt auf, es wurden Gehalte zwischen <0,1 und 8 mg/l bestimmt.

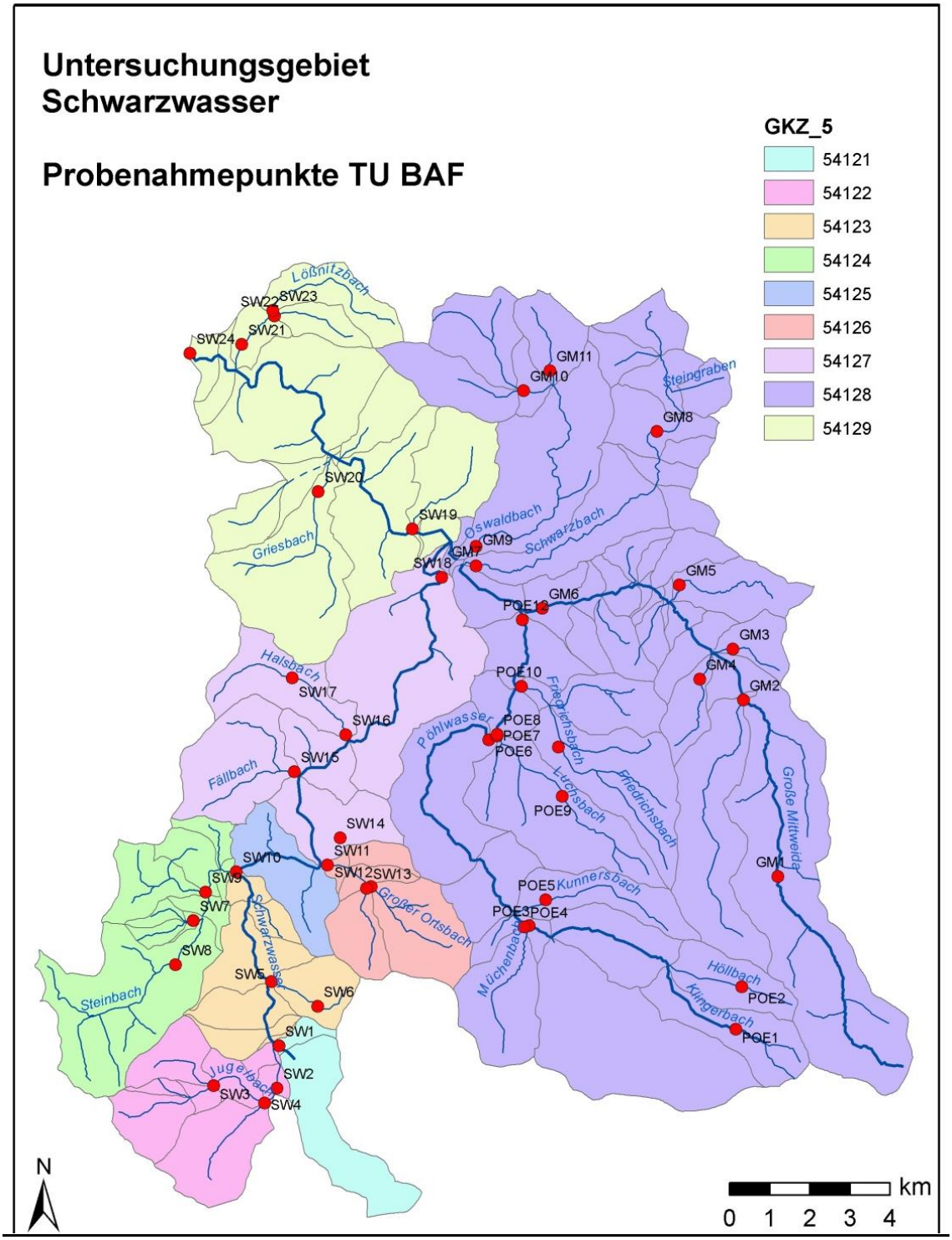


Abb. 8-11: Übersicht über die Probenahmepunkte im Einzugsgebiet des Schwarzwassers

Tab. 8-18: Übersicht über die Schwankungsbreite der Vor-Ort-Parameter im Einzugsgebiet des Schwarzwassers

		W-Temp.	pH	O2-Gehalt	O2-Sätt.	el. Leitf.	Eh	Schweb
		[°C]		[mg/l]	[%]	[µS/cm]	[mV]	[mg/l]
GM	Min	8,7	4,6	8,7	90	51	361	<0,1
	Max	15,9	7,4	11,0	102	350	687	8,0
	Mittel	12,9	6,6	9,7	97	167	462	3,2
	Median	13,4	6,6	9,8	99	175	431	2,9
	n	*11*	*11*	*8*	*8*	*11*	*11*	*10*
PÖ	Min	8,1	6,0	9,3	95	44	402	<0,1
	Max	15,0	7,1	10,8	100	198	557	2,8
	Mittel	11,6	6,4	10,1	99	88	482	1,3
	Median	11,5	6,4	10,0	100	79	477	1,4
	n	*12*	*12*	*10*	*10*	*12*	*12*	*8*
SW*	Min	9,3	4,3	9,8	98	30	415	<0,1
	Max	14,9	7,3	10,8	106	284	657	6,3
	Mittel	11,6	5,8	10,1	100	83	519	1,9
	Median	11,6	6,1	10,1	100	61	504	1,7
	n	*21*	*21*	*10*	*10*	*21*	*21*	*18*

GM – Große Mittweida, PÖ -Pöhlwasser SW – Schwarzwasser

*SW ohne SW18, SW24

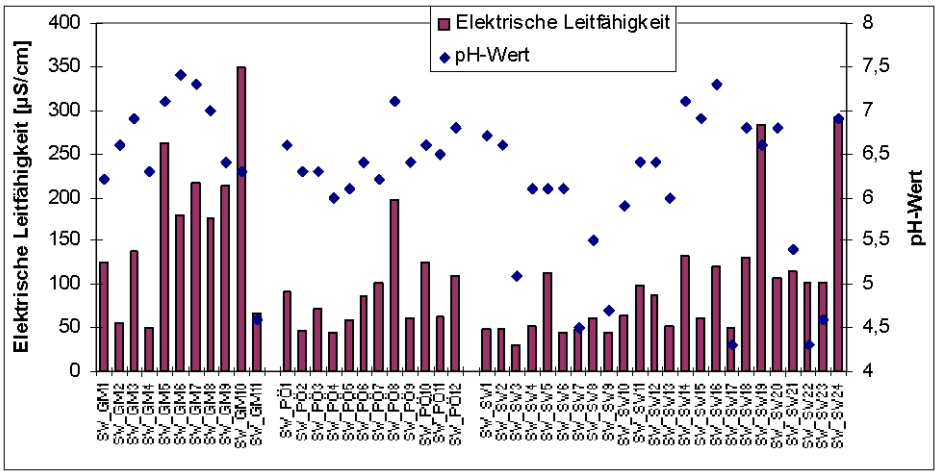


Abb. 8-12: Übersicht über die pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (GM – Große Mittweida, Pö – Pöhlwasser, SW - Schwarzwasser)

Elementgehalte in Wässern und Sedimenten

Der Probenahmepunkt SW-SW14 in Breitenbrunn unterhalb des St. Christoph Stolln wurde aufgrund seiner primär bergbaubedingten Belastung aus der statistischen und graphischen Bearbeitung ausgeschlossen. Arsen ist im Sediment des Baches unterhalb des St. Christoph Stolln in Breitenbrunn mit 2990 mg/kg ebenso wie Kupfer (2250 mg/kg), Cadmium (57,8 mg/kg) und Zink (8790 mg/kg) extrem angereichert.

Die folgende Tabelle (Tab. 8-19) gibt einen Überblick über die Schwankungsbreite der Wasser- und Sedimentanalysen, wobei zwischen den Absolutwerten und den Schwankungsbreiten differenziert werden muss. Im Wasser liegen zahlreiche Analysen unter bzw. nahe der jeweiligen Bestimmungsgrenze (Ag, Be, Bi, Cr, Hg, Mo, Sb, Se, Sn, Tl, V, W). Hier ist auch eine Unterscheidung zwischen gesamt und gelöst schwierig. Einige Elemente weisen in den Wässern eine sehr hohe Schwankungsbreite auf, die von Werten kleiner der Bestimmungsgrenze bis zu zwei Größenordnungen reicht (Al, As, Ba, Li, Mn, Ni, U, Zn).

Die Schwankungsbreite der Sedimente <20 µm kann im Einzugsgebiet des Schwarzwassers bei mineralisationsbürtigen Elementen wie Sn, W und U bis zu zwei Zehnerpotenzen erreichen. Einzelne Extremwerte widerspiegeln häufig den Einfluss des Bergbaus auf die Fließgewässer. So nimmt Uran im Sediment des Seifenbaches einen Spitzenwert (2040 mg/kg) ein, der wiederum zwischen Oberlauf und Mündung einen Anreicherungsfaktor von 170 bedingt.

Tab. 8-19: Übersicht über die Schwankungsbreite der filtrierten (f) und unfiltrierten (uf) Wasseranalysen und der Sedimente <20 µm (S) im Einzugsgebiet der Großen Mittweida (GM), des Pöhlwassers (PÖ) und des Schwarzwassers (SW)

		Ag_f	Al_f	As_f	Ba_f	Be_f	Bi_f	Cd_f	Co_f	Cr_f
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
GM	Min	<0,1	9	<0,5	11,7	<1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,5
	Max	<0,1	1600	4,8	59,7	<1	<0,5	1,5	5,8	2,2
	Mittel	<0,1	180	2,2	37	<1	<0,5	[0,45]	[0,94]	<0,5
	Median	<0,1	26	1,8	43	<1	<0,5	[0,27]	[0,14]	<0,5
	P90	<0,1	1300	4,7	59	<1	<0,5	[1,5]	[5,0]	<0,5
	*n***	*0*	*11*	*10+1*	*11*	*0*	*0*	*8+3*	*6+5*	*4*
PÖ	Min	<0,1	19,5	<0,5	21,4	<1	<0,5	0,2	<0,1	<0,5
	Max	<0,1	124	9,8	62	<1	<0,5	1	0,3	0,6
	Mittel	<0,1	56	[2,4]	37	<1	<0,5	0,54	[0,14]	<0,5
	Median	<0,1	44	[1,3]	30	<1	<0,5	0,52	[0,12]	<0,5
	P90	<0,1	120	[8,8]	61	<1	<0,5	0,95	[0,33]	<0,5
	*n***	*0*	*12*	*9+3*	*12*	*0*	*0*	*12*	*9+3*	*1*
SW*	Min	<0,1	14	0,6	13,7	<1	<0,5	0,14	<0,1	<0,5

	Max	<0,1	1860	8,2	59,4	1,4	<0,5	5	16,7	1,3
	Mittel	<0,1	260	2,1	31	<1	<0,5	0,84	[2,0]	[0,70]
	Median	<0,1	53	1,4	31	<1	<0,5	0,28	[0,29]	[0,51]
	P90	<0,1	730	4	52	<1	<0,5	3,2	[12]	[1,2]
	*n***	*0*	*21*	*21*	*21*	*2*	*0*	*21*	*17+4*	*11+10*
		Ag_uf	**Al_u**	**As_uf**	**Ba_uf**	**Be_uf**	**Bi_uf**	**Cd_uf**	**Co_uf**	**Cr_uf**
		µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
GM	Min	<0,1	63,5	<0,5	13,7	<1	<0,5	<0,1	0,1	<0,5
	Max	0,1	1940	6,4	64,1	<1	<0,5	1,5	6,7	3,4
	Mittel	<0,1	410	3	41	<1	<0,5	0,48	1,2	[0,89]
	Median	<0,1	300	2,9	46	<1	<0,5	0,3	0,38	[0,58]
	P90	<0,1	1600	6,1	63	<1	<0,5	1,5	5,8	[3,1]
	*n***	*1*	*11*	*10+1*	*11*	*0*	*0*	*9+2*	*11*	*6+5*
PÖ	Min	<0,1	50,7	<0,1	22	<1	<0,5	0,2	0,1	<0,5
	Max	0,3	214	11	62	<1	<0,5	1	0,4	0,9
	Mittel	<0,1	160	[3,2]	38	<1	<0,5	0,5	0,2	[<0,5]
	Median	<0,1	190	[1,4]	30	<1	<0,5	0,5	0,2	[<0,5]
	P90	<0,1	210	[11]	61	<1	<0,5	0,95	0,41	[0,83]
	*n***	*1*	*12*	*9+3*	*12*	*0*	*0*	*12*	*12*	*4*
SW*	Min	<0,1	51,1	<0,1	17,2	<1	<0,5	0,1	0,1	<0,5
	Max	<0,1	1860	8,2	59,4	1,4	<0,5	5	16,7	1,7
	Mittel	<0,1	330	2,1	32	<1	<0,5	0,87	2,1	[0,78]
	Median	<0,1	170	1,4	31	<1	<0,5	0,29	0,3	[0,93]
	P90	<0,1	780	4	52	<1	<0,5	3,2	12	[1,3]
	*n***	*0*	*21*	*20+1*	*21*	*3*	*0*	*21*	*21*	*13+8*

* SW ohne SW18, SW24, ** Anzahl der Werte über der Bestimmungsgrenze

Die Angabe des 90. Percentils ist bei Datenkollektiven < 20 Werten ungeeignet, da sich einzelne Extremwerte hervorheben können. Auch die Bildung des Medianwertes kann durch mehrere Extremwerte stark beeinflusst

werden. Daher wird in der zusammenfassenden Diskussion (Kap. 10) auf die statistischen Maßzahlen des Gesamtkollektivs zurückgegriffen.

Tab. 8-19 (Fortsetzung)

		Cu_f	Fe_f	Hg_f	Li_f	Mn_f	Mo_f	Ni_f	Pb_f	Sb_f
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
GM	Min	0,6	nb	<0,1	0,7	0,8	<0,1	0,6	<0,1	<0,1
	Max	13,2	nb	<0,1	41,8	521	0,41	32,3	3,3	0,6
	Mittel	4,2	nb	<0,1	7,9	84	[0,16]	6,5	[0,47]	0,26
	Median	3,1	nb	<0,1	3,7	18	[0,15]	2,9	[0,46]	0,22
	P90	13	nb	<0,1	36	460	[0,39]	28	[2,8]	0,53
	*n***	*11*	*nb*	*0*	*11*	*11*	*6+5*	*11*	*7+4*	*10+1*
PÖ	Min	0,7	nb	<0,1	1,1	6,1	<0,1	1,8	<0,1	<0,1
	Max	3,3	nb	<0,1	7,5	55,3	1,1	4,1	0,7	0,3
	Mittel	1,6	nb	<0,1	3	13	[0,20]	2,6	[0,17]	<0,1
	Median	1,7	nb	<0,1	2,7	9,3	[0,11]	2,2	[0,10]	<0,1
	P90	3,1	nb	<0,1	6,3	42	[0,84]	4	[0,60]	[0,25]
	*n***	*12*	*nb*	*0*	*12*	*12*	*7+5*	*12*	*7+5*	*6*
SW*	Min	0,7	nb	<0,1	2,4	4	<0,1	1,3	<0,1	<0,1
	Max	19,4	nb	<0,1	21,1	462	0,64	63,1	8,5	0,59
	Mittel	3,9	nb	<0,1	7,9	110	<0,1	8,4	[1,1]	[0,18]
	Median	2,9	nb	<0,1	5,9	26	<0,1	2,6	[0,23]	[0,16]
	P90	8,3	nb	<0,1	20	400	k.A.	29	[4,9]	[0,45]
	*n***	*21*	*nb*	*0*	*21*	*21*	*7*	*21*	*18+3*	*18+3*
		Cu_uf	Fe_uf	Hg_uf	Li_uf	Mn_uf	Mo_uf	Ni_uf	Pb_uf	Sb_uf
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
GM	Min	0,9	nb	<0,1	1	4,1	<0,1	0,9	0,17	<0,1
	Max	13,2	nb	0,101	55,7	557	0,5	38,2	3,81	0,6

	Mittel	5,3	nb	<0,1	10	98	[0,19]	7,8	1	0,3
	Median	3,7	nb	<0,1	4,2	26	[0,20]	4,3	0,53	0,28
	P90	13	nb	<0,1	48	500	[0,45]	33	3,7	0,59
	*n***	*11*	*nb*	*1*	*11*	*11*	*6+5*	*11*	*11*	*10+1*
PÖ	Min	0,8	nb	<0,1	1,4	6,3	<0,1	2,2	<0,1	<0,1
	Max	4,1	nb	<0,1	8,4	64	1,1	4,6	0,7	0,3
	Mittel	2	nb	<0,1	3,6	17	[0,22]	2,9	[0,31]	<0,1
	Median	2,1	nb	<0,1	3,5	14	[0,12]	2,7	[0,29]	<0,1
	P90	3,9	nb	<0,1	7,2	50	[0,85]	4,4	[0,64]	k.A.
	*n***	*12*	*nb*	*0*	*12*	*12*	*8+4*	*12*	*9+3*	*6*
SW*	Min	0,9	nb	<0,1	3,5	12,3	<0,1	1,3	0,2	<0,1
	Max	19,4	nb	<0,1	23,1	472	0,6	63,7	8,6	0,6
	Mittel	4,1	nb	<0,1	8,6	120	[0,13]	8,6	1,3	[0,18]
	Median	3,2	nb	<0,1	6,4	28	[<0,1]	3	0,54	[0,16]
	P90	8,5	nb	<0,1	20	420	[0,27]	29	4,9	[0,45]
	*n***	*21*	*nb*	*0*	*21*	*21*	*8+13*	*21*	*21*	*17+4*

* SW ohne SW18, SW24, ** Anzahl der Werte über der Bestimmungsgrenze

Tab. 8-19 (Fortsetzung)

		Se_f	**Sn_f**	**Ti_f**	**Tl_f**	**U_f**	**V_f**	**W_f**	**Zn_f**
		µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
GM	Min	<2	<0,2	nb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	1,9
	Max	<2	<0,2	nb	<0,1	0,3	0,2	<0,5	1060
	Mittel	<2	<0,2	nb	<0,1	[<0,1]	[<0,1]	<0,5	130
	Median	<2	<0,2	nb	<0,1	[<0,1]	[<0,1]	<0,5	14
	P90	<2	<0,2	nb	<0,1	[0,27]	[0,18]	<0,5	870
	*n***	*0*	*0*	*nb*	*0*	*5*	*6*	*0*	*11*
PÖ	Min	<2	<0,2	nb	<0,1	0,1	<0,1	<0,5	2,7

	Max	<2	<0,2	nb	<0,1	12,9	0,3	<0,5	46
	Mittel	<2	<0,2	nb	<0,1	k.A.	<0,1	<0,5	26
	Median	<2	<0,2	nb	<0,1	k.A.	<0,1	<0,5	24
	P90	<2	<0,2	nb	<0,1	k.A.	<0,1	<0,5	44
	*n***	*0*	*0*	*nb*	*0*	*5*	*2*	*0*	*12*
SW*	Min	<2	<0,2	nb	<0,1	0,1	<0,1	<0,5	4
	Max	<2	<0,2	nb	0,13	20,9	0,5	0,8	840
	Mittel	<2	<0,2	nb	<0,1	[1,6]	[0,21]	<0,5	83
	Median	<2	<0,2	nb	<0,1	[0,40]	[0,16]	<0,5	21
	P90	<2	<0,2	nb	<0,1	[2,0]	[0,42]	<0,5	190
	*n***	*0*	*0*	*nb*	*3*	*16+5*	*14+7*	*3*	*21*
		Se_uf	**Sn_uf**	**Ti_uf**	**Tl_uf**	**U_uf**	**V_uf**	**W_uf**	**Zn_uf**
		µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
GM	Min	<2	<0,2	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	3,6
	Max	<2	0,3	7,2	<0,1	0,3	0,63	<0,5	1170
	Mittel	<2	<0,2	3,3	<0,1	[0,1]	[0,32]	<0,5	140
	Median	<2	<0,2	3,2	<0,1	[<0,1]	[0,33]	<0,5	16
	P90	<2	<0,2	7	<0,1	[0,28]	[0,62]	<0,5	960
	*n***	*0*	*2*	*10*	*0*	*5+6*	*9+2*	*0*	*11*
PÖ	Min	<2	<0,2	0,5	<0,1	0,1	<0,1	<0,5	4,1
	Max	<2	0,3	3,5	<0,1	12,9	0,4	<0,5	46
	Mittel	<2	<0,2	2	<0,1	[1,4]	[0,21]	<0,5	29
	Median	<2	<0,2	2	<0,1	[<0,1]	[0,20]	<0,5	28
	P90	<2	<0,2	3,5	<0,1	9,5	[0,36]	<0,5	46
	*n***	*0*	*1*	*12*	*0*	*6+5*	*9+3*	*0*	*12*
SW*	Min	<2	<0,2	<0,5	<0,1	0,1	<0,1	<0,5	6,1
	Max	<2	0,4	4,5	0,2	22,7	0,5	1,6	840

	Mittel	<2	<0,2	[1,8]	<0,1	[1,7]	[0,27]	<0,5	85
	Median	<2	<0,2	[1,7]	<0,1	[0,40]	[0,32]	<0,5	22
	P90	<2	<0,2	[4,3]	<0,1	[2,0]	[0,47]	<0,5	190
	*n***	*0*	*1*	*17+3*	*3*	*17+4*	*17+4*	*7*	*21*

* SW ohne SW18, SW24, ** Anzahl der Werte über der Bestimmungsgrenze

Die nachfolgenden Graphiken (Abb. 8-13 bis Abb. 8-23) zeigen die regionalen Besonderheiten der für das Einzugsgebiet des Schwarzwassers für als besonders wichtig erachteten Elemente As, U, Cd, Co, Ni, Cu, Mo, W, Sn sowie die Elemente Cr, Zn mit Bezug zur WRRL (Sedimente).

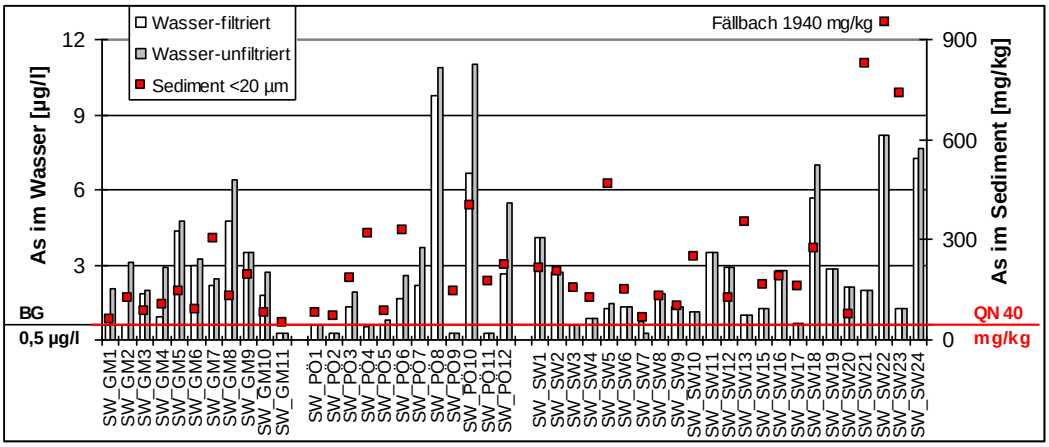


Abb. 8-13: Schwankungsbreite der Arsengehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

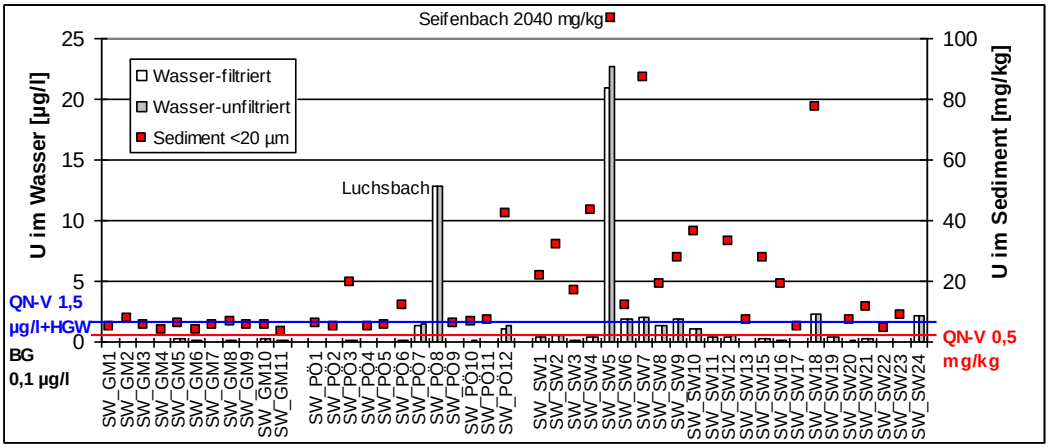


Abb. 8-14: Schwankungsbreite der Urangehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

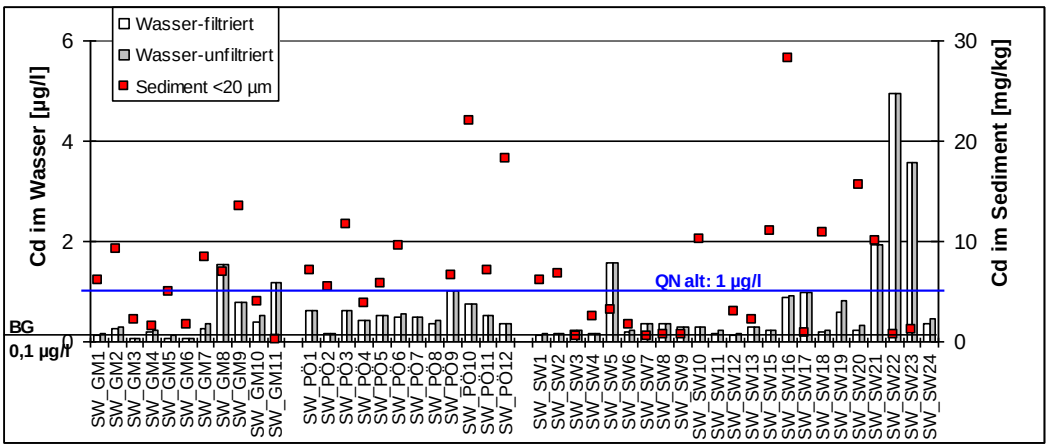


Abb. 8-15: Schwankungsbreite der Cadmiumgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

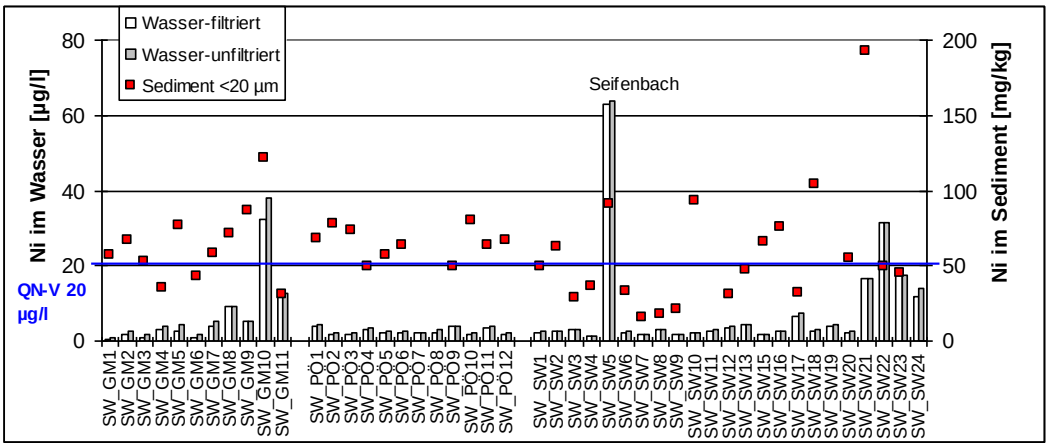


Abb. 8-16: Schwankungsbreite der Nickelgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

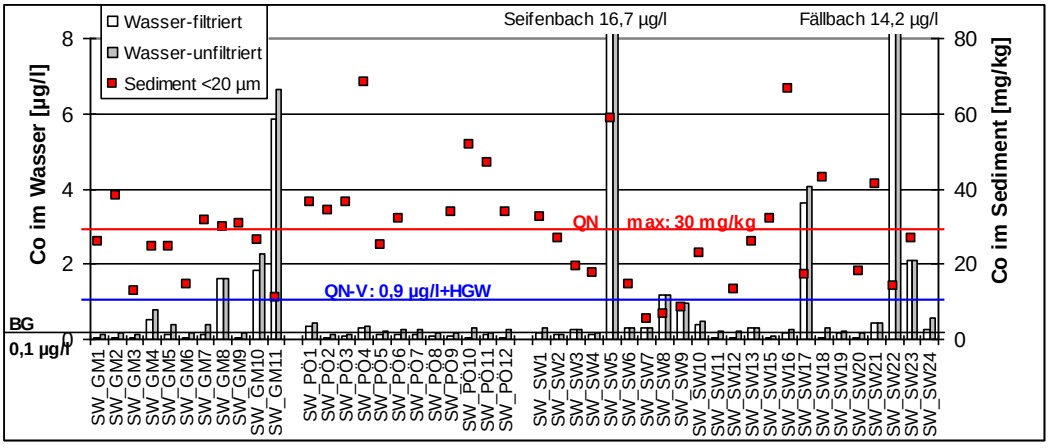


Abb. 8-17: Schwankungsbreite der Cobaltgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

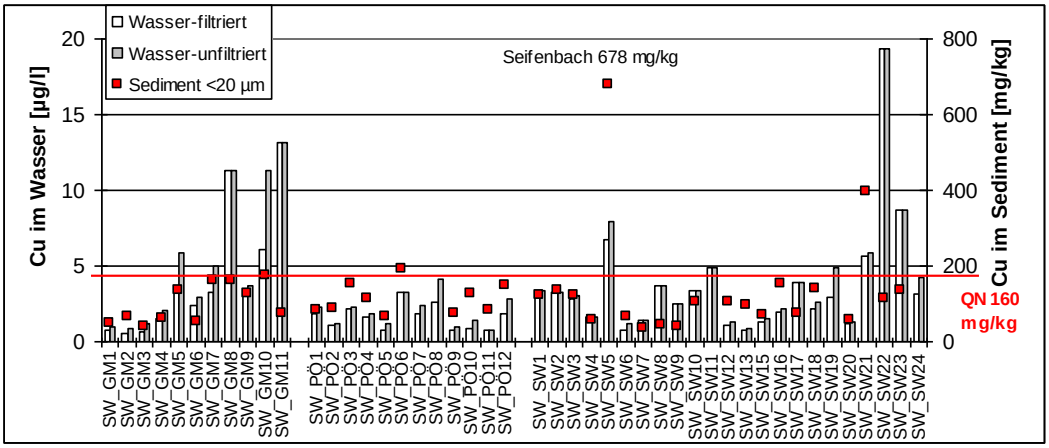


Abb. 8-18: Schwankungsbreite der Kupfergehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

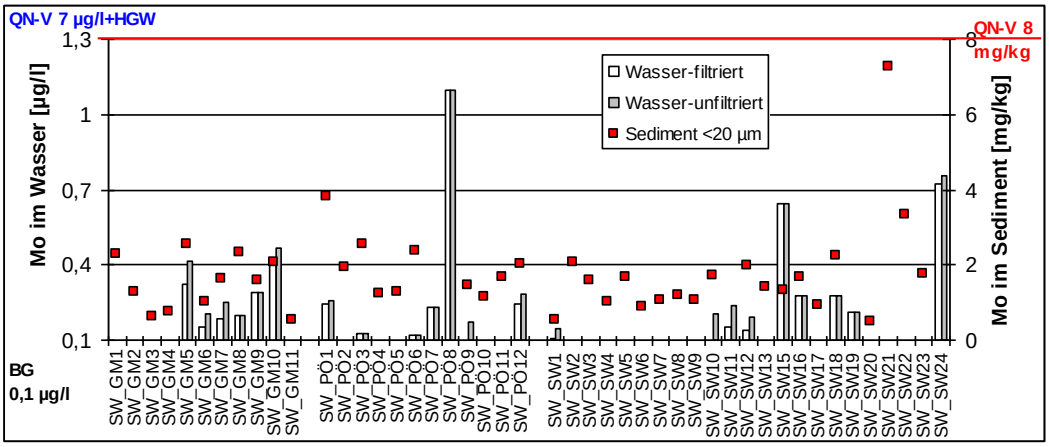


Abb. 8-19: Schwankungsbreite der Molybdängehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

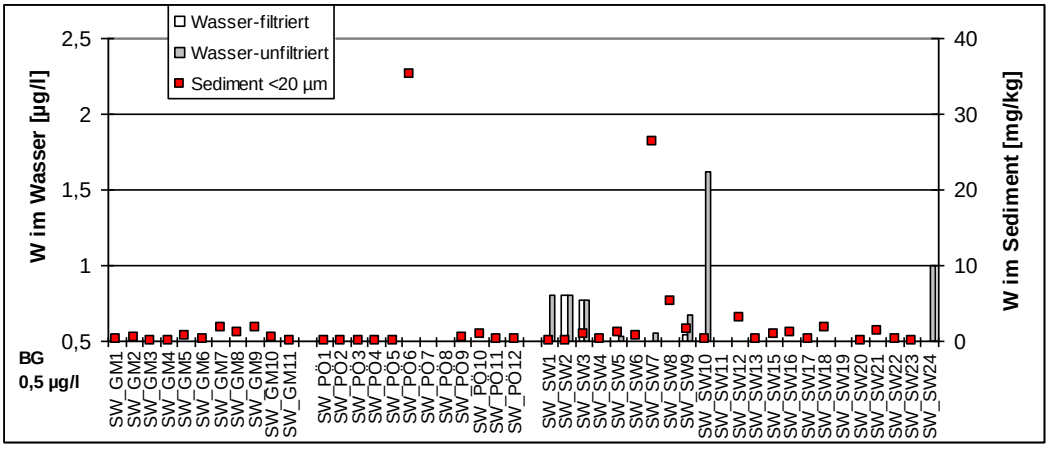


Abb. 8-20: Schwankungsbreite der Wolframgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

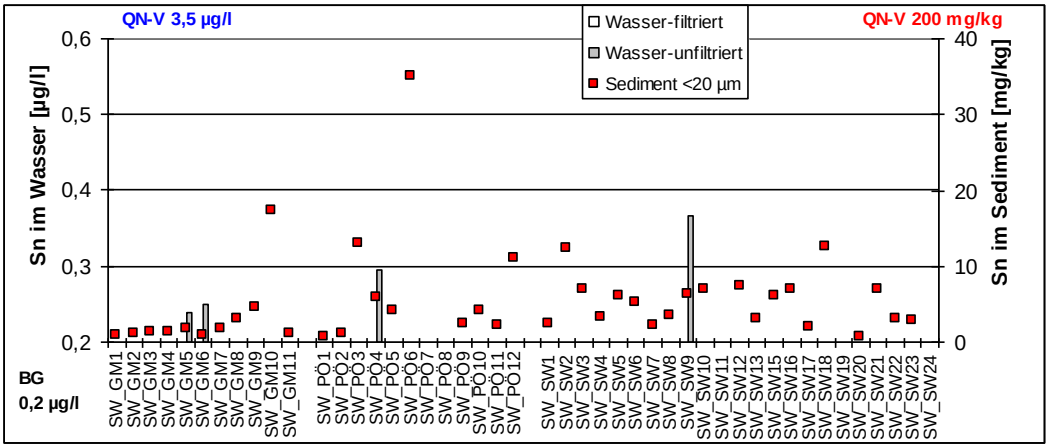


Abb. 8-21: Schwankungsbreite der Zinngehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

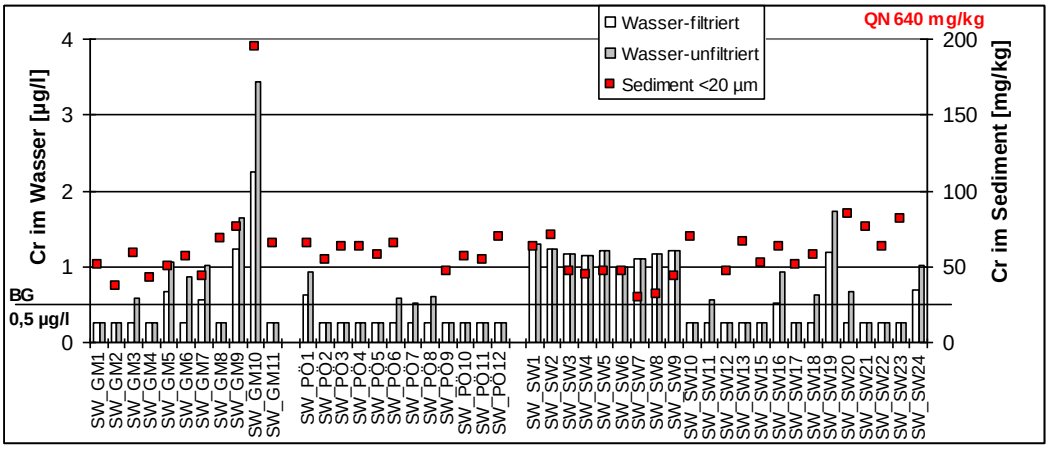


Abb. 8-22: Schwankungsbreite der Chromgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

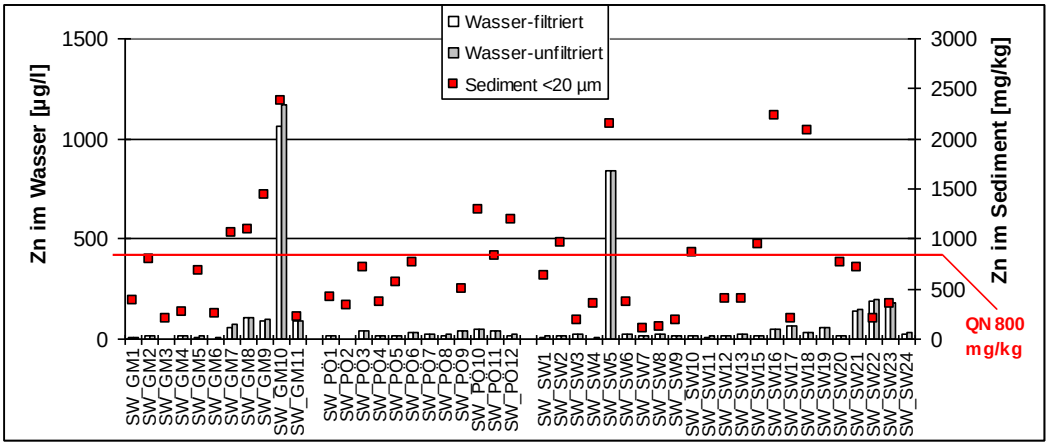


Abb. 8-23: Schwankungsbreite der Zinkgehalte in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers

Während bei den *Wasser*analysen die U-QN der WRRL für Hg immer eingehalten wird, ist bei Cd in 8 Fällen eine Überschreitung der QN von 1 µg/l zu verzeichnen. Auch im Einzugsgebiet des Schwarzwassers ist das Element Uran als Problemelement hervorzuheben. Setzt man äquvalentt zum Oberlauf der Zwickauer Mulde den Geringfügigkeitsschwellenwert für U im Grundwasser mit 5 µg/l an und addiert die ökotoxikologische Schwelle von 1,5 µg/l, erhält man eine HGW-QN von 6,5 µg/l. Bei Anwendung dieses Wertes auf die Oberflächenwässer des Einzugsgebietes des Schwarzwassers kristallisieren sich die Einzugsgebiete des Seifenbaches und des Luchsbaches als problematisch heraus, die in bedeutenden Uranabbaurevieren liegen.

Die Umweltqualitätsnorm der WRRL für As im *Sediment* wird für alle untersuchten Sedimente <20 µm im Einzugsgebiet überschritten, für Cu liegen 6 Überschreitungen, für Zn 12 vor. Allein bei Cr gibt es im Einzugsgebiet des Schwarzwassers keine Probleme mit der Einhaltung der U-QN.

Regionale Differenzierung

In den folgenden Tabellen (8-21 bis 8-23) werden die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Probenahmegebiet des Schwarzwassers zusammengefasst. Es werden Vorschläge für eine Zusammenfassung der GKZ zu OWK-Gruppen gemacht, die eine Bewertung der Wasserkörper vereinfachen sollen.

Tab. 8-21: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Teilgebietes Große Mittweida ohne Pöhlwasser zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
541281 Große Mittweida oh. Kleine Mittweida	überwiegend Glimmerschiefer, geringe Verbreitung von Mineralisationen M107, A114, A124, keine Bergbaubedeutung	**1** SW-GM1 (OBF41502), Punkt am Katzenstein als HGW geeignet
541282 Kleine Mittweida	überwiegend Glimmerschiefer, Verbreitung von Mineralisationen im Oberlauf M107, Revier Tellerhäuser, GB132, höchste Gehalte in Sedimenten an U 7,8 mg/kg, Be 22 mg/kg, Co 38 mg/kg	**2** SW-GM2 mit geringer Wassermenge, (OBF41503 Punkt oh. Rohwasserentnahme besser geeignet) charakterisiert Gebiet, keine Probenahme oh. Revier Tellerhäuser möglich
541283111, 541283119 GM oh. TS Markersbach	Glimmerschiefer, kaum Mineralisationen (M109)	**3**
54128312 rechter Zufluss TS Markersbach	Glimmerschiefer, örtlich begrenzte Mineralisationen M102, GB78	**3** SW-GM3 charakterisiert Gebiet, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente gering
54128314 Roßbach	Glimmerschiefer, GB77	**3** SW-GM4 charakterisiert Gebiet, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente gering
54128319, 541228391 uh. TS Markersbach	Glimmerschiefer, kaum Mineralisationen M102, (M109)	**3**
54128392 Abrahamsbach (Bach aus Oberscheibe)	Glimmerschiefer, geringe Mineralisationen M105, A125, A126, GB75	**4** SW-GM5 charakterisiert Gebiet, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente gering
541283931, 541283932, 541283939, 54128394, 541283951, 541283952, 541283954, 541283959, 54128396, 54128397, 54128398, 54128399	Glimmerschiefer, Paragneis, geringe Mineralisationen M105, M102, M107, A119, A121, GB76, (GB60)	**5** SW-GM6 (OBF41800) als Summe Große Mittweida oh. Pöhlwasser, kein HGW-Aspekt
5412861, Schwarzbach **5412862, 5412863, 5412864, 5412865, 5412866, 5412867, 5412868, 5412869**	Glimmerschiefer, untergeordnet Gneise, zahlreiche Mineralisationen M107, M102, M105, A123, A119, A125, viele Grubenbaue GB56, GB59, (GB60), GB61, GB64, GB67, GB68, GB69, GB70, GB71, GB72, GB73, GB74, (GBW16), Konzentration der Mineralisationen und Grubenbaue mit umweltrele-	**6a** SW-GM7 repräsentiert Unterlauf **6b** SW-GM8 repräsentiert Oberlauf, dabei ist der Bereich Langenberg nicht berücksichtigt

	vanten Elementen im Unterlauf	
54128929 Oswaldbach**,** **54128921** Fischbach**,** **541289229, 541289221, 541289222**	Glimmerschiefer, untergeordnet Phyllit, Gneise, vielfältige Mineralisationen M102, M107, M109, (M105), A126, A119, A115, A124 in 54128929, ebenso die Grubenbaue GB51, GB52, GB53, GB54, GB55, GB57, GB58, GB65	**7a** SW-GM9 ist Summe Oswaldbach, im Gebiet 54128929 ist HGW nicht durch Beprobung des Oswaldbaches zu ermitteln **7b** SW-GM11 Oberlauf Oswaldbach oh. Lagerstätten (geogen-lithogen) **7c** SW-GM10 Fischbach, ist stark anthropogen beeinflusst, hier noch oh. Grünhain beproben (z.B. Moosbach)
541285 Gr. Mittweida **5412891, 5412899**	Paragneis, Orthogneis, zahlreiche Mineralisationen M107, M102, A123, GBW15	**8** OBF41700 als Summe Große Mittweida, kein HGW-Aspekt

Tab. 8-22: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Teilgebietes Pöhlwasser zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
5412841 Klingerbach	Phyllit, vielfältige Mineralisationen M102, M109, M107, M112, M103, A126, A125, GB 125, GB129, Lagerstättengebiet Tellerhäuser (Sn, Zn)	**1** SW-PÖ1 liegt oh. Lagerstättenrevier Tellerhäuser
5412842 Höllbach	Phyllit, einzelne Mineralisationen M107, M102, M109, (M103), Lagerstättengebiet Tellerhäuser (Sn, Zn, U)	**2** SW-PÖ2 liegt oh. Lagerstättenrevier Tellerhäuser
541284311, 541284319 Pöhlwasser	Glimmerschiefer, Phyllit, vielfältige Mineralisationen M107, M103, M109, M110, A121, A124, GB123, GB124, GB125, GB126, GB127, GBW27, GBW29	**3** SW-PÖ3
54128432 Mückenbach	Phyllit, geringe Mineralisationen M110, M112, M107, M105, GB32	**4** SW-PÖ4, EZG liegt fast nur in CZ
5412849 vorderes Kranbächel /Pöhlwasser	Phyllit, Mineralisation im Oberlauf M107, M105, M109, sehr kleines EZG, (GBW4)	**4**
5412844 Kunnersbach	Glimmerschiefer, untergeordnet Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M107, M110, M112, M104, M109, A125, GBW28, GB122, Lagerstättenrevier Hämmerlein-Tellerhäuser (Sn, Zn, U)	**5** SW-PÖ5, kein Punkt oh. Revier Tellerhäuser möglich
54128451, 54128459 Pöhlwasser	Glimmerschiefer, untergeordnet Phyllit, Gneis, zahlreiche Mineralisationen M109, M104, M105, M107, M112, M102, A123, A115, A126, A114, A112, Zahlreiche Grubenbaue M104, M105, M106,	**6** SW-PÖ6

	(M107), GB108, GB110, GB112, GB114, GB120, GB121, GBW25, zuletzt Grubenrevier Pöhla	
5412846 Luchsbach	Glimmerschiefer, Mineralisationen im Oberlauf M107, weitere im Unterlauf A122, A125, Grubenrevier Pöhla, GB117, 118, W26	**7** SW-PÖ7/8 Mdg. uh. WBA - anthropogen SW-PÖ9 oh. Haldenplateau (geogen?)
5412847 Pöhlwasser	Glimmerschiefer, Paragneis, zahlreiche Mineralisationen M107, M102, A122, A124,	**8**
54128489, 54128482, 54128481 Friedrichsbach	Glimmerschiefer, geringe Mineralisationen M107, (M109), A119, A124, GB79, GB80, GB119, GB115	**9** SW-PÖ10 Mdg. **9** SW-PÖ11 charakterisiert Einfluss M107, ev. Punkt am Wernitzbächel und Mückenbach
5412849 Pöhlwasser	Glimmerschiefer, Paragneis, zahlreiche Mineralisationen M107, M105, M102, A124, GB62, GB63, GB116, GB98	**8** SW-PÖ12 Summe Pöhlwasser, kein HGW-Aspekt

Tab. 8-23: Vorschläge für die regionale Differenzierung des Teilgebietes Schwarzwasser ohne Große Mittweida zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten

GKZ	Besonderheiten	Empfehlungen
541217, 541219 Schwarzwasser	Phyllit (in Sachsen)	**1** SW-SW1 (OBF40700) charakterisiert Input aus CZ
5412221 Lehmergrundbach **5412222** Zufluss **5412223** Jugelbach (?)	Phyllit, im Quellbereich Granit (JG), zahlreiche Mineralisationen M105, M102, M112, M107, GB16, GB17, GB18, GB19, Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt	**2** SW-SW3 (OBF40702*), liegt oh. Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt, Mineralisations- du bergbaubedingte Einträge aus EZG sind nicht zu trennen, Einfluss des Bergbaus im Oberlauf hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente jedoch gering
5412224 Schwefelbach **5412225** Jugelbach	Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M102, M107, (M105), A124, A125, GBW2 im Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt (nicht detailliert untergliedert)	**(2)** Probenahmepunkt Schwefelbach oh. Lagerstättenrevier Joh. empfohlen
5412226 Pechöfener Bach	Phyllit, im Quellbereich Granit (JG), zahlreiche Mineralisationen M105, M102, M107, M112, GBW2, Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt	**3** SW-SW4 oh. Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt., Anteil aus CZ
541223, 541229 Breitenbach	Phyllit (in Sachsen)	**4** SW-SW2 (OBF40703) charakterisiert Input aus CZ

541231, 541233, 54123391 Schwarzwasser	Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M102, M107, M105, M109, A125, liegt zwischen Lagerstättenrevier Johanngeorgenstadt (GBW2) und Rabenberg-Halbmeile	**5** direkte Festlegung geogener Backgroundwerte nicht möglich
5412392 Seifenbach	Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M107, (M109, M112, M105), GB30, GB31, GBW5, Lagerstättenrevier Rabenberg-Halbmeile	**6** SW-SW5 anthropogen beeinflusst, nicht für HGW geeignet **6** SW-SW6 charakterisiert Lagerstättenrand, Probenahme mindestens oberhalb Straßenkehre
5412393, 5412399 SW 5412394 Bach vom Rabenberg	Phyllit und Granit (JG), zahlreiche Mineralisationen M107,M112, M110, M105, GB26, (GBW5), Lagerstättenrevier Rabenberg-Halbmeile	**7** Bach vom Rabenberg für Probenahme empfohlen, OBF40800 nicht als Backgroundpunkt sondern Output „Johanngeorgenstädter Revier“
5412411 Steinbach	Granit (JG), Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M105, M112, M107, M110, GB9, GB10, GB11, GB12, GB13, GB14, GB15, GB20	**8** SW-SW8 mineralisations- und bergbaubeeinflusst, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente jedoch gering
54124121, 54124122, 54124129 Hinterer Milchbach	Granit (JG), zahlreiche Mineralisationen M105, M112, M107, GB1, GB8	**9** SW-SW7 mineralisations- und bergbaubeeinflusst, Einfluss von GB1 prüfen
5412414 Vorderer Milchbach	Granit (JG), zahlreiche Mineralisationen M105, M112, GB5	**10** SW-SW9 mineralisations- und bergbaubeeinflusst, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente gering
5412413, 5412419, 541249, 541242 Steinbach	Granit (JG), untergeordnet Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M105, M112, M110, GB6, GB7	**11** SW-SW10 Steinbach an Mdg. vermutlich anthropogen beeinflusst (Erlabrunn), eine Zusammenfassung der Teil-EZG des Steinbachs kann unter geologischen und lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten erwogen werden, Prüfung des Lagerstätteneinflusses Hinterer Milchbach empfohlen
54125 SW	Granit (JG), Phyllit, randliche Mineralisationen M105, M110, M109, M112, GB4	**12** EZG könnte durch die beiden Zuflüsse näher charakterisiert werden
541261 Großer Ortsbach	Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M107, M109, M105, GB23, GB24, GB29, GBW3, GBW4	**13** SW-SW12, durch Mineralisationen und Bergbau charakterisiert, weitere Auflösung nur durch Beprobung im Oberlauf

541262 Kleiner Ortsbach	Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M107, M109, M110, M105, GB27, GB28	**13** SW-SW11, durch Mineralisationen und Bergbau charakterisiert, Einfluss des Bergbaus hinsichtlich umweltrelevanter toxischer Elemente jedoch gering
541263, 541264, 541269 Ortsbach	überwiegend Phyllit, Mineralisationen M109, M105, M110, GB25, wird randlich vom Lagerstättenrevier Breitenbrunn (Zn, Sn, Fe, fl) beeinflusst	**13** SW-SW13 kein Sediment gefunden, das EZG Ortsbach kann aufgrund ähnlicher Mineralisationen als ein Gebiet betrachtet werden
541271 SW	Granit (JG), Phyllit, Glimmerschiefer, zahlreiche Mineralisationen M109, M107, M110, M102, A126, A123, GB89, GB100, GB101, GB102, GB103, Lag. Breitenbrunn	**14**
541272 Fällbach	Granit (JG), Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M105, M107, M112, M109, GB2, GB3, GB88, GBW1	**15** SW-SW15 charakterisiert Gesamteinfluss Fällbach/ Schieferbach, es empfiehlt sich getrennte Beprobung Fällbach (Quellgebiet und Unterlauf) /Schieferbach (Mdg.)
541273 SW	Glimmerschiefer, untergeordnet Phyllit, zahlreiche Mineralisationen M107, M109, M105, M102, A124, A121, GB87, GB116, GBW18, GBW23, Lag.revier Antonsthal	**16**
541274 Halsbach	Phyllit, Glimmerschiefer, zahlreiche Mineralisationen M107, M105, (M109), A124, GB81, GB83, GB84, GB85, Lagerstättenrevier Antonsthal, Mineralisationen und Bergbau konzentrieren sich auf Mittel- bis Unterlauf	**17** SW-SW16 deutlich mineralisations- aber auch bergbaubeeinflusst SW-SW17 geogen, aber vermutlich weitgehend mineralisationsfrei
541279 SW	Glimmerschiefer, Paragneis, Orthogneis, Granit (ÄG), zahlreiche Mineralisationen M102, M109, M107, M105, A124, A123, GB48, GB90, GB91, GB92, GB93, GB94, GB95, GB96, GB97, GB107, GB109, GB134, GBW19, GBW20, GBW21, GBW22, Lagerstättenrevier Antonsthal	**18** SW-SW18 charakterisiert Zustand Schwarzwasser oh. Mündung Gr. Mittweida
5412919, 541292 SW	Gneise, Mineralisation M109, GBW14	**19a**
541292 Beierfelder Dorfb.	überwiegend Glimmerschiefer, Mineralisation M109, A120, GB50, GB42	**20** SW-SW19 kein Sediment

5412931 Schwarzwasser	Glimmerschiefer, Paragneis, Granit (ÄG), Mineralisation M105, A115, A126, A119, GB43, GB44, GB45, GB46, GB47, GB49, GBW13	**19b** eventuell Beutelbach beproben, Nixbach anthropogen beeinflusst (Deponie)
5412932 Bernsdorfer Bach	Glimmerschiefer, geringe Mineralisationen A115, GB40, GB41, GBW12	**22** Kleines EZG, Probenahme empfohlen
5412934 Griesbach **5412942** Brückelsbach **5412949**	Phyllit, Glimmerschiefer, untergeordnet Granit (ÄG), geringe Mineralisationen M107, M105, M102, A124, A118, GB89, GB135, GB82, GB130,GB W11,GB W18	**23** SW-SW20, Probenahme an Mündung in SW nicht zugänglich
541295 SW	Phyllit, Glimmerschiefer, untergeordnet Granit (ÄG), dicht mineralisiert M105, M104, M111, M107, A125, zahlreiche GB35, GB36, GB37, GB38, GB39, GBW6, GBW7, GBW9	**19c**
5412969 Kuttenbach **5412962, 5412961**	Phyllit, untergeordnet Älterer Granit, intensiv mineralisiertes Gebiet M105, M104, M111, M109, A126 mit bedeutendem Bergbau BG33, BG34, BGW10 in kleinem EZG	**25** SW-SW21 Kuttenbach Mdg. kaum Wasser, SW-SW22 Fällbach, SW-SW23 Kuttenbach geochemisch verschieden
5412991, 5412999 SW	Phyllit, Älterer Granit, M110, M105, A124	**19d** SW-SW24 (zuzüglich GKZ seit SW-SW18) charakterisiert Status des Gesamtgebietes, Probenahme von Sedimenten aufgrund von Bauarbeiten nicht möglich

(?) wird auch noch als Lehmergrundbach bezeichnet,
* ist Jugelbach nach Zufluss Schwefelbach und nicht Schwefelbach

Nach Auswertung der Analysenergebnisse mit Blick auf mögliche anthropogene Belastungen im Sinne des intensiven Bergbaus und seiner Hinterlassenschaften sowie auf stark siedlungsbedingte Einflüsse sollten neben den Punkten des Schwarzwassers SW-SW18 und SW-SW24 (die in Tab. 8-19 bereits entfielen) auch die Punkte SW-SW5-Seifenbach, SW-PÖ7 und SW-PÖ8-Luchsbach von der weiteren Betrachtung im Sinne des geogenen Backgrounds ausgeschlossen werden.

Die beiden großen Lagerstätten Johanngeorgenstadt und Rabenberg-Halbmeile führen bereits im Oberlauf des Schwarzwassers zu einer geochemischen Anomalie in den Wässern und Sedimenten des Schwarzwassers und seiner Zuflüsse (Seifenbach) und damit zu gravierenden Umweltproblemen. Weitere bedeutende Lagerstättenreviere Pöhla-Globenstein und Hämmerlein-Tellerhäuser im Untersuchungsgebiet zeigen deutliche Auswirkungen auf die Oberflächengewässer. Der Luchsbach nimmt die durch eine Wasserbehandlungsanlage gereinigten Wässers des Stollns Pöhla auf und leitet bedeutende Mengen an U in das Pöhlwasser ein.

Doch auch die Einflüsse des Altbergbaus sind im Einzugsgebiet des Schwarzwassers nicht zu unterschätzen (z.B. Fällbach, Halsbach etc.). Die Dichte der ausgewählten Probenpunkte lag bereits über der Vorgabe von 1 Probe/10 km^2. Sie ist jedoch bei einem zwar lithologisch mäßig gegliederten, jedoch mineralisationsreichen Ge-

biet mit einem stark verzweigten hydrographischen Netz nicht ausreichend (d.h. zusätzliche Punkte im Bach vom Rabenberg, Beutelbach etc. notwendig).

2.9 Untersuchung ausgewählter Grubenwässer

2.9.1 Beschreibung

Abb. 9-1 beschreibt die Lage der 2007/2008 beprobten Grubenwässer im Erzgebirge (GREIF & KLEMM 2008). Die Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Folgende Stollen gelten hinsichtlich des aufgeschlossenen Grubenvolumens bzw. der aktuell abgeführten Wassermengen als sehr bedeutend: Rothschönberger Stolln, Königlich-Verträgliche-Gesellschaft-Stolln, Hauptstolln-Umbruch (Freiberger Revier), Neuer Bielastolln (Altenberger Revier), Tiefer Sauberger Stolln (Ehrenfriedersdorf), Glückauf-Stolln (Johanngeorgenstadt), Markus-Semmler-Stolln (Schlema).

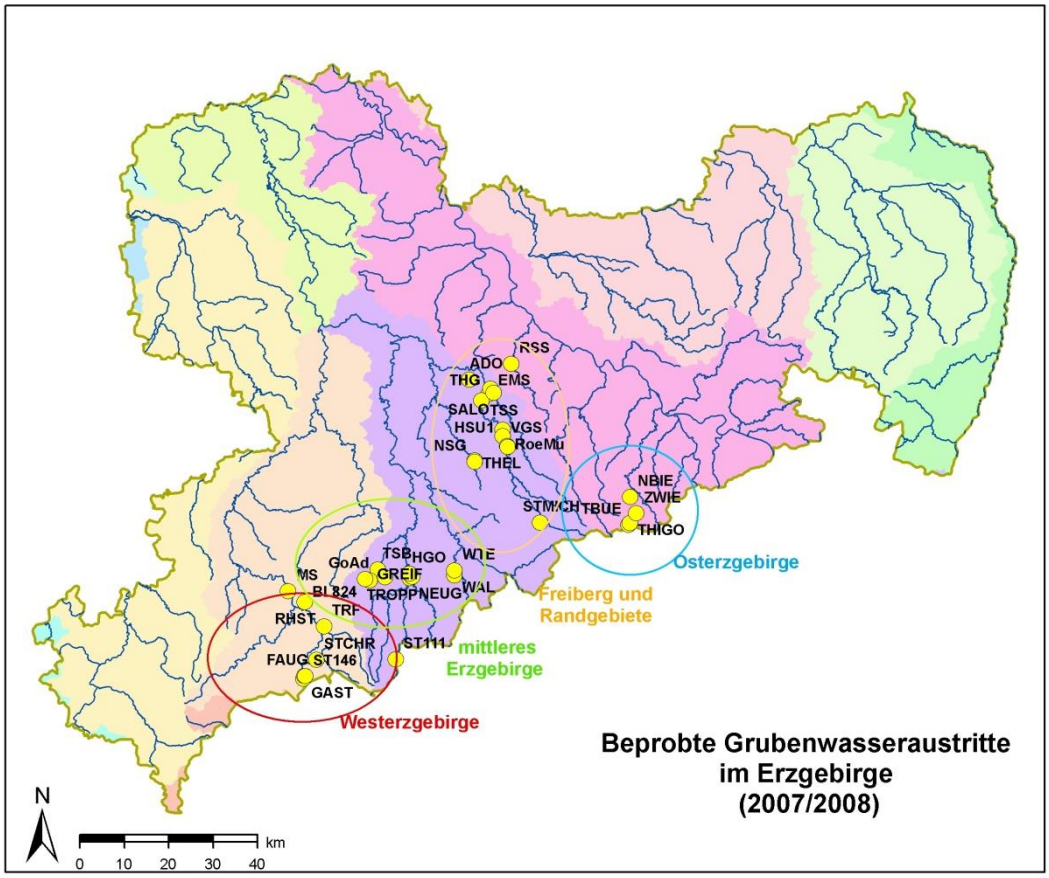


Abb. 9-1: Übersicht über die Lage der 2007/2008 beprobten Grubenwässer im Erzgebirge

Die Grubenwässer aus der Rösche Muldenhütten und aus dem Glücksilbersternstolln sind durch verschiedene überlagernde Haldenschüttungen (Siedlungsabfälle bzw. Schlacken und Aschen der Verhüttungsprozesse) anthropogen überprägt. Aufgrund der schlechten Zugänglichkeit und des Einstaus von Flusswasser handelt es sich bei der Probe aus dem Glücksilbersternstolln um eine bereits mit Muldewasser verdünnte Probe. Das Wasser aus dem Treue Sachsen Stolln in Kleinvoigtsberg wird seit langem als Brauchwasser genutzt, die Probe wurde aus dem Wasserhahn (Kleinvoigtsberger Elektrobauelemente GmbH) entnommen.

Bei der Probe BL824 handelt es sich um Tiefenwasser (aus 358,7 m) aus einer Tiefbohrung der Wismut (Bochloch Nr. 824) von 1961 in unmittelbarer Nähe des Reichenbach Hoffnung Stolln bei Aue.

2.10Ergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Anlage 9-1 zusammengefasst. Aus je 3 Analysen der Stolln HSU (Hauptstollnumbruch), VGS (Königlich-Verträgliche-Gesellschaft Stolln), RSS (Rothschönberger Stolln) und THG (Tiefer Hilfe Gottes) wurde der Mittelwert für die Darstellung im Diagramm verwendet. Aus Abb. 9-2 lässt sich erkennen, dass der pH-Wert der Grubenwässer von sauer (pH 3,8 im Reichenbach Hoffnung Stolln) bis neutral (pH 7,3 im Salomonis Erbstolln) reicht, wobei pH-Werte zwischen 6 und 7 dominieren. Die elektrische Leitfähigkeit bewegt sich zwischen gering mineralisiert (55 µS/cm in Zwitterstocks Erbstolln) und stark mineralisiert (1310 µS/cm in der Rösche Muldenhütten).

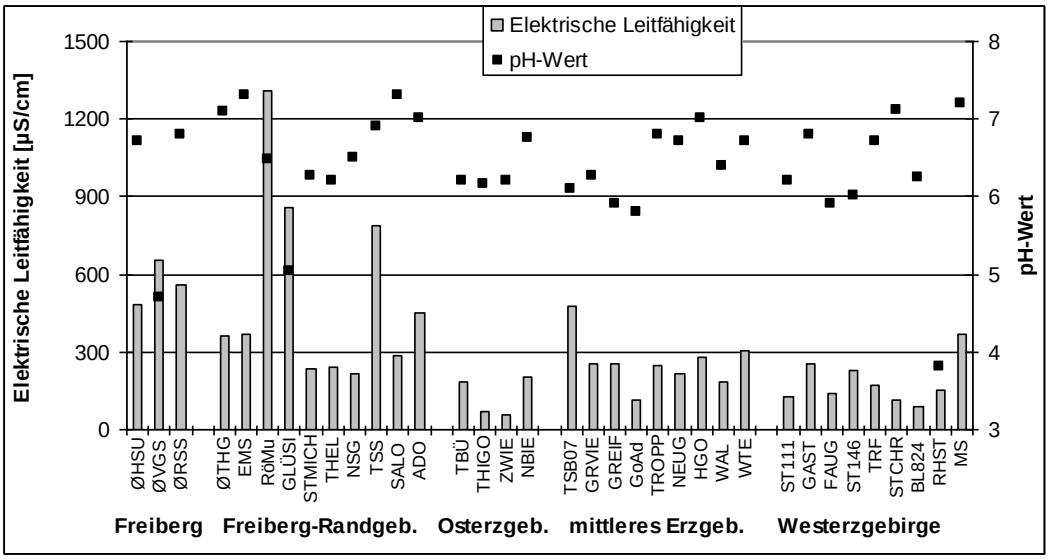


Abb. 9-2: Gegenüberstellung der Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert in den Grubenwässern

Die Wassertemperaturen der Grubenwässer bewegen sich typischerweise zwischen 6 °C (im Zinnwalder Revier) und 14 °C (im Rothschönberger Stolln). Auch das Wasser des Königlich Verträglichen Gesellschaft Stolln ist antropogen beeinflusst. Aufgrund der Kühlwassereinleitung der Wacker GmbH kann sich in Abhängigkeit der verstürzten Menge die Wassertemperatur erhöhen, während der 3 Probenahmen auf bis zu 18,5 °C. Das Redoxpotential schwankt zwischen 220 und 670 mV. Die Sauerstoffsättigung liegt zwischen 77 und 100 %. Die mit dem Grubenwasser transportierten Schwebstoffmengen schwanken sehr stark. Während Grubenwässer in der Regel durch geringe Schwebstoffmengen von < 5 mg/l gekennzeichnet sind, gibt es einige Ausnahmen mit bis zu 26 mg/l, die im Einzelfall verschiedene Ursachen haben können, z.B. Aufwirbelungen durch mechanische Vorgänge (z.B. Bauarbeiten, Befahrungen – auch in entfernten Grubenabschnitten, z.B. THIGO, HSU), Änderungen im hydrologischen Regime (z.B. VGS) oder chemische Prozesse (z.B. Fällung).

Aus der Anwesenheit und Menge bestimmter Anionen lässt sich auf Mineralisationen (z.B. Fluorit-Fluorid), Verwitterungsgrad (z.B. Sulfid-Sulfat), auf Einflüsse aus der Landwirtschaft (z.B. Nitrat) oder Einflüsse anthropogener

Art (z.B. Chlorid) schließen. Abb. 9-3 und 9-4 zeigen die regionale Verteilung der Anionen Chlorid, Sulfat, Fluorid und Nitrat in den Grubenwässern. Hinsichtlich der Chloridgehalte sind die Wässer RöMu und GlüSi als anthropogen beeinflusst anzusehen. Sonst liegen die Chloridgehalte unter 100 mg/l. Auf hohe Sulfatgehalte (>100 mg/kg) muss insbesondere im Freiberger Lagerstättenrevier (+Randgebiete) hingewiesen werden.

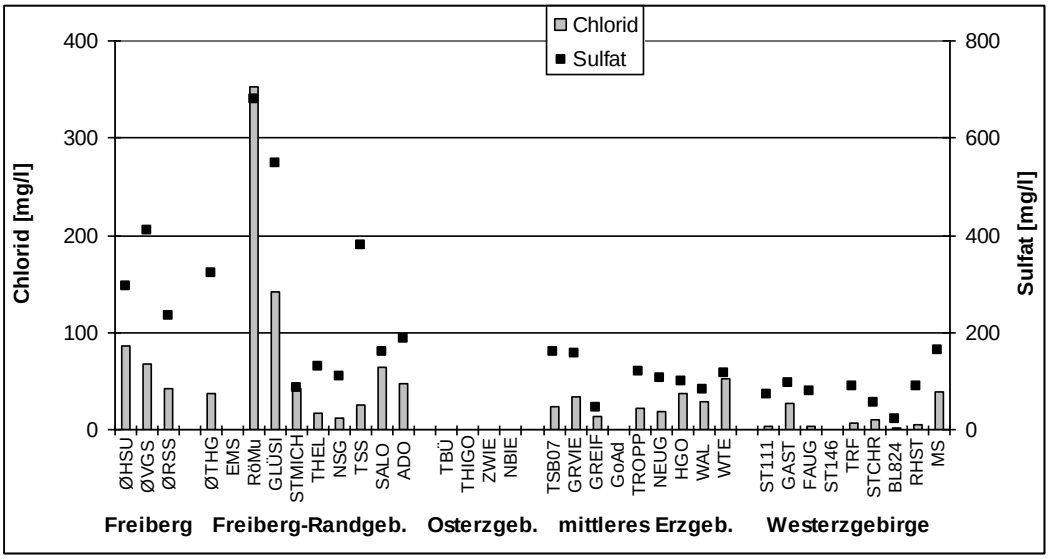


Abb. 9-3: Regionale Unterschiede in den Chlorid- und Sulfatgehalten der Grubenwässer

Tagesnahe Grubenbaue stellen in landwirtschaftlich genutzten Gebieten häufig Senken nitrathaltiger Sickerwässer dar. Die Nitratgehalte liegen mit Ausnahme des Salomonis Erbstolln (111 mg/l) unter der Vorgabe der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l, sind jedoch, verglichen mit dem Wasser aus der Tiefbohrung (BL824 0,05 mg/l), häufig mit Nitrat belastet. Erhöhte natürliche Fluoridgehalte sind aus dem Ehrenfriedersdorfer Revier bekannt. Die Gehalte in RöMu und GlüSi können dagegen nicht mit natürlichen Quellen erklärt werden.

Der Schwermetall- und Arsenstatus der erzgebirgischen Grubenwässer ist in den Abb. 9-5 bis 9-10 dargestellt. Da es sich bei den meisten Elementen um eine enorme Schwankungsbreite der Gehalte um bis zu 3 Größenordnungen handelt, wird eine logarithmische Skalierung notwendig.

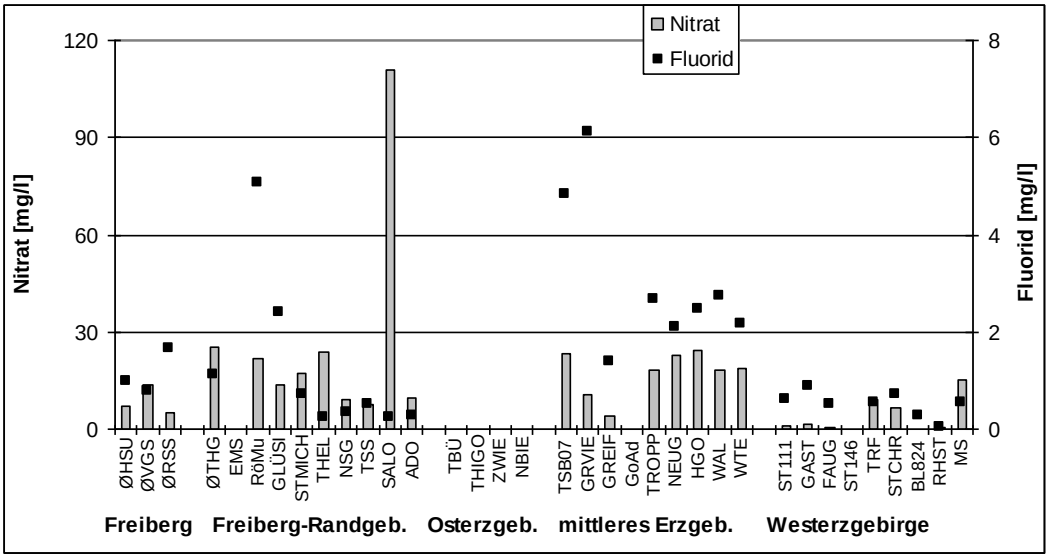


Abb. 9-4: Regionale Unterschiede in den Nitrat- und Fluoridgehalten der Grubenwässer

Das Element Arsen ist aufgrund seiner Eigenschaft als „Durchläuferelement“ des erzgebirgischen Mineralisationszyklus in den Grubenwässern aller Lokalitäten in messbaren Konzentrationen zu finden (Abb. 9-5). Die Arsengehalte (Gesamtproben) schwanken in den Grubenwässern von 1,3 bis 600 µg/l. Während es im Osterzgebirge und in großen Teilen der Freiberger Randgebiete in Konzentrationen von <10 µg/l auftritt, ist es im Zentralrevier Freiberg und den Revieren des mittleren und westlichen Erzgebirges häufig in Konzentrationen zwischen 10 und 100 µg/l zu finden. Dabei ist der Tiefe Sauberger Stolln in Ehrenfriedersdorf mit 600 mg/l (gesamt) besonders hervorzuheben. Ein erheblicher Anteil des Arsens ist partikulär gebunden.

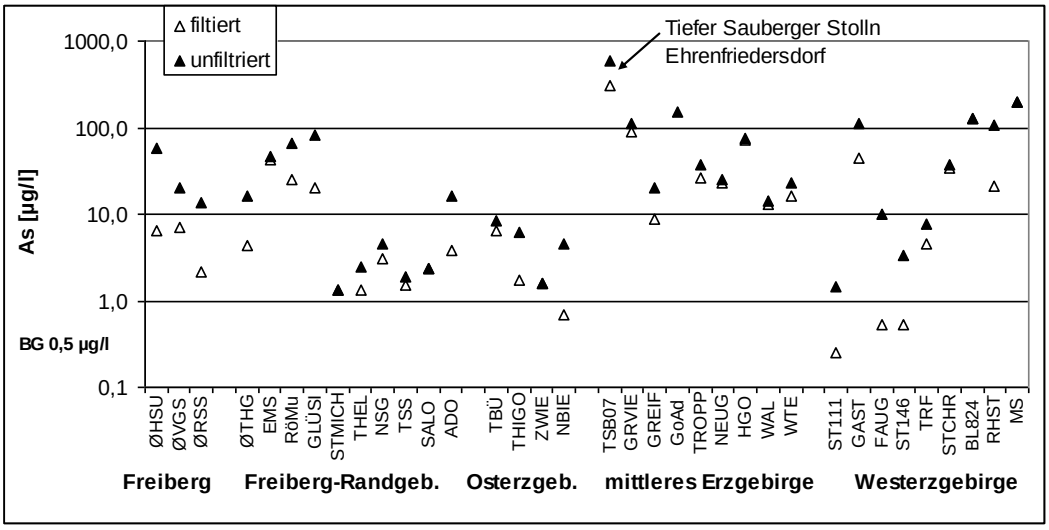


Abb. 9-5: Regionale Unterschiede in den Arsengehalten der Grubenwässer

Aus den Cadmium- und Zinkgehalten der Grubenwässer lassen sich Rückschlüsse auf die Art der vorherrschenden Mineralisationen ziehen. Die höchsten Cd- und Zn-Gehalte weisen die Grubenwässer mit polymetallischem Vererzungstyp auf. Dabei liegen die Grubenwässer aus dem Freiberger Revier (VGS, HSU, RSS) mit bis zu 190

µg Cd/l und 23 mg Zn/l an der Spitze, übertroffen noch von den in Muldenhütten liegenden Stollen RöMu und GlüSi. Im Westerzgebirge ist der St. Christoph Stolln (Cd 18 µg/l, Zn 2,8 mg/l) hervorzuheben (Abb. 9-6 und 9-7).

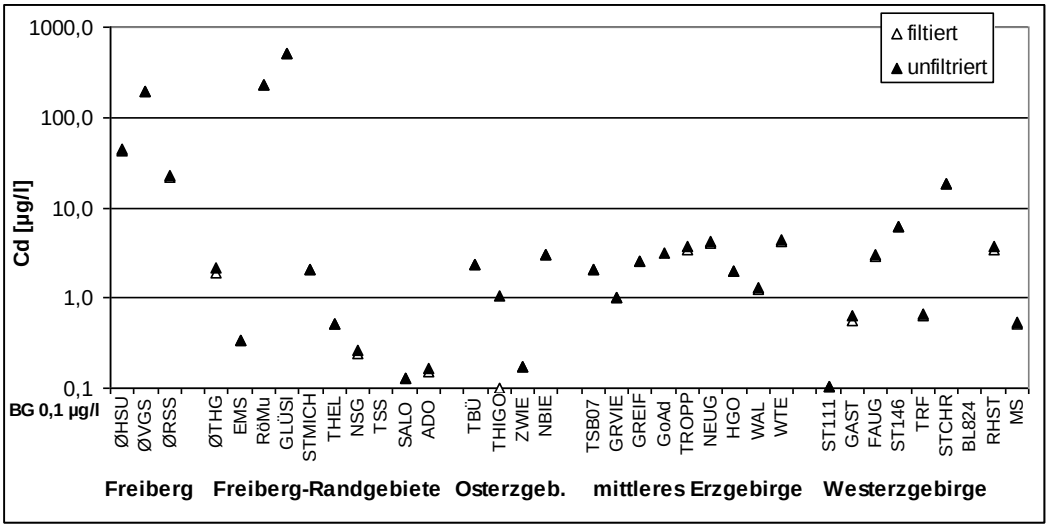


Abb. 9-6: Regionale Unterschiede in den Cadmiumgehalten der Grubenwässer

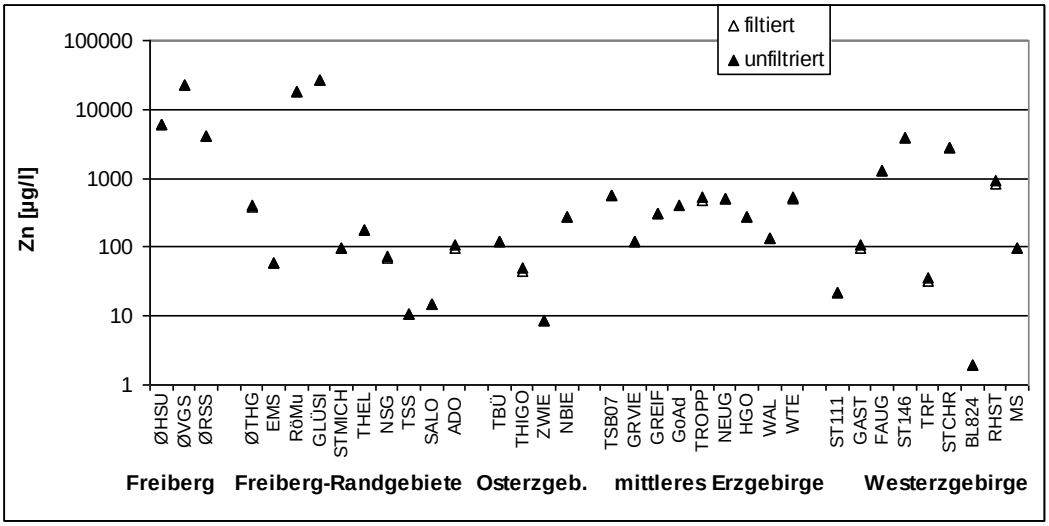


Abb. 9-7: Regionale Unterschiede in den Zinkgehalten der Grubenwässer

Die Oxidation des Sphalerits ist die Ursache für die Freisetzung der untersuchten Elemente Zn und Cd. Aufgrund der geochemisch ähnlichen Eigenschaften wird Cd diadoch im Kristallgitter des Sphalerits eingebaut und durch die Oxidation des Sulfids verhältnisgleich zu Zn freigesetzt. Das Verhältnis Zn/Cd beträgt in der Freiberger Zinkblende ca. 100. Der Freiberger Sphalerit enthält weiterhin wichtige Spurenelementgehalte an Fe, untergeordnet an Cu, Mn, Sn, In, Tl, Ga, Ag und Ge (Baumann 1958). Größere Abweichungen in diesem Verhältnis lassen sich auf die bessere Eluierbarkeit des Cadmiums gegenüber Zink oder die Fixierung von Cd in Zn-reichen Sintern zurückführen (Baacke 2000). Cadmium und Zink treten bevorzugt gelöst auf.

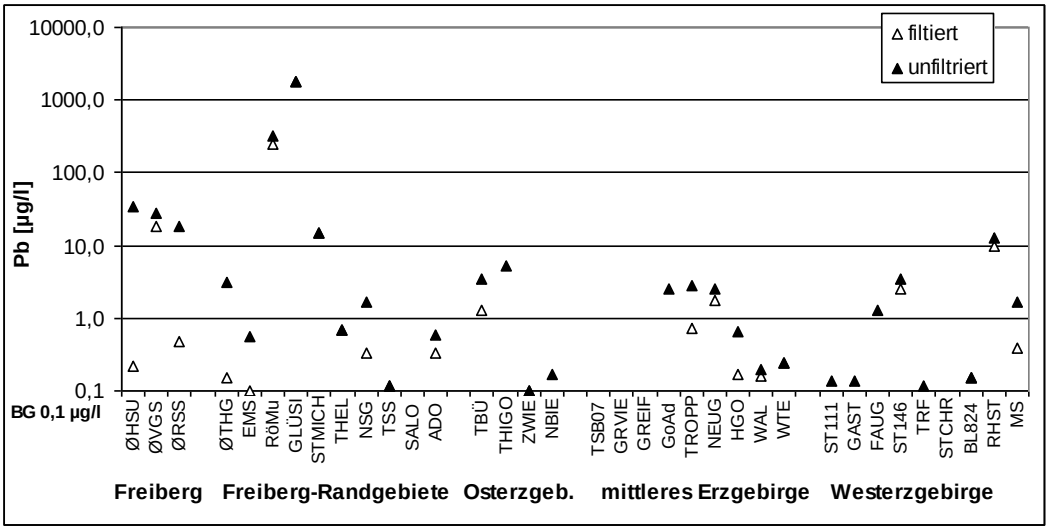


Abb. 9-8: Regionale Unterschiede in den Bleigehalten der Grubenwässer

Hohe Bleigehalte (bis 69 µg/l) finden sich in den Grubenwässern des Freiberger Grubenreviers (HSU, VGS, RSS) und in Muldenhütten (RöMu, GlüSi). Die Bleigehalte der übrigen Grubenwässer liegen unter 10 µg/l (Abb. 9-8). Blei ist zu einem bedeutenden Teil partikulär gebunden.

Kupfer ist ebenfalls ein Element, welches in vielen Lagerstätten als Begleitelement auftritt. Demzufolge findet es sich auch flächendeckend in den Grubenwässern des Erzgebirges (Abb- 9-9).

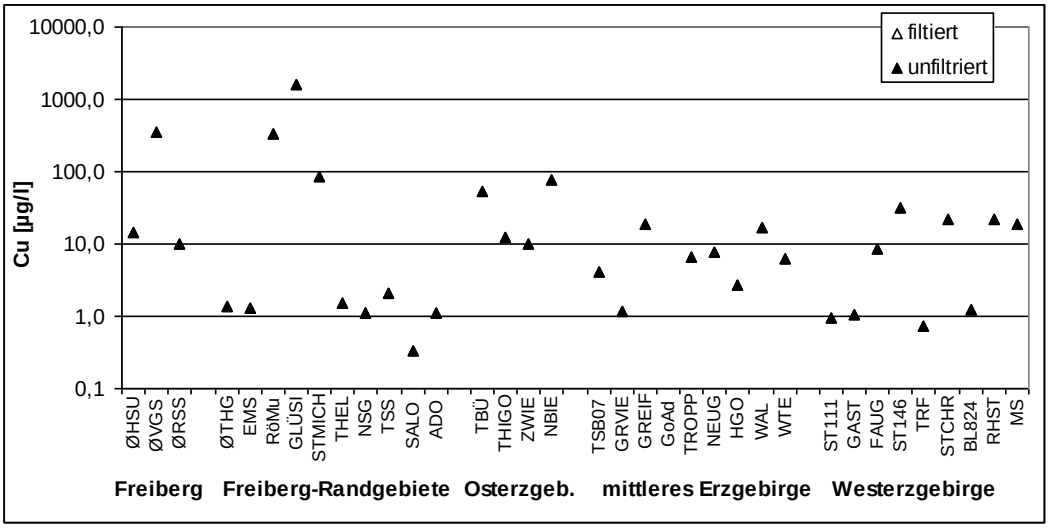


Abb. 9-9: Regionale Unterschiede in den Kupferehalten der Grubenwässer

Die Elemente Cobalt und Nickel finden sich ebenfalls flächendeckend in den erzgebirgischen Grubenwässern. Erhöhte Gehalte sind nicht nur auf die großen Bi-Co-Ni-Ag-U-Mineralisationen des westlichen Erzgebirges (z.B. Johanngeorgenstadt) beschränkt, sondern treten auch im Raum Freiberg und im mittleren Erzgebirge auf.

Das Element Uran ist ebenfalls weit verbreitet. Während es im Freiberger Revier bzw. in den Randgebieten Gehalte bis 4,8 µg/l erreicht, ist es im Revier Johanngeorgenstadt/ Westerzgebirge in Konzentrationen bis 153 µg/l (ST146) anzutreffen (Abb. 9-10).

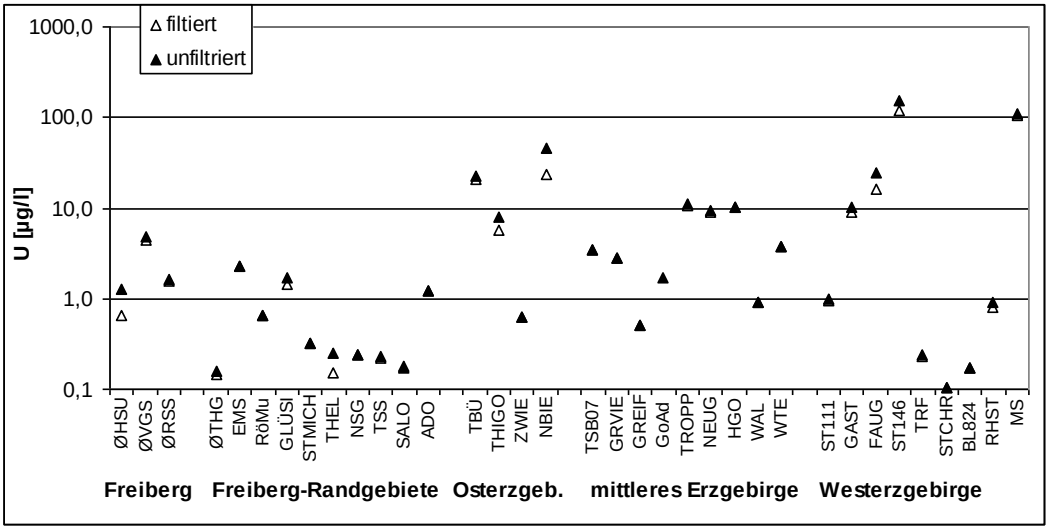


Abb. 9-10: Regionale Unterschiede in den Urangehalten der Grubenwässer

Die beiden anthropogen beeinflussten Stollen RöMu und GlüSi in Muldenhütten sind an nahezu allen untersuchten Spurenelementen extrem angereichert: Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl und Zn.

Bemerkenswerte Spurenelementgehalte finden sich weiterhin in folgenden Stollen:

- Ag tritt bevorzugt im Freiberger und Kleinvoigtsberger Revier auf und erreicht im Tiefen Hilfe Gottes Stolln (THG) Konzentrationen bis zu 0,95 µg/l
- Ba erreicht im Tiefem Bünau Stolln und im Tiefen Hilfe Gottes Stolln im Zinnwalder Revier die höchsten Gehalte (299/316 µg/l)
- W ist ebenfalls im Tiefem Bünau Stolln und im Tiefen Hilfe Gottes Stolln angereichert (8,25 bzw. 9,76 µg/l)
- Be, Li und Mo treten als Einzelwerte im Neuen Bielastolln (12,5 µg/l, 130 µg/l bzw. 98,6 µg/l) hervor.

2.11Zusammenfassung

Das F&E-Projekt „Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/ Vogtlandes“ wurde auf zwei Ebenen durchgeführt. Die theoretische Ebene wurde zwischen den Kompartimenten Gestein – Boden – Bachsediment gespannt und griff auf vorhandene Datenbestände zurück. Die Auswertung erfolgte auf der Basis der Gebietskennzahlen. Auf der Praktischen Ebene standen Untersuchungen in drei in Absprache mit dem AG ausgewählten Einzugsgebieten. Hier wurden Wässer (filtriert und unfiltriert) sowie frische schwebstoffbürtige Sedimente entnommen, aufgeschlossen und analysiert. Bei der Probenahme wurde prospektionsorientiert vorgegangen. Die Auswertung dieser Ergebnisse zielte auf die Ableitung geogener Hintergrundwerte in diesen Gebieten und wird kritisch betrachtet. Die Absicherung der Analysenqualität erfolgte durch Austausch von Proben mit der BfUL Neusörnewitz. Das Programm der analytischen Qualitätssicherung verlief erfolgreich.

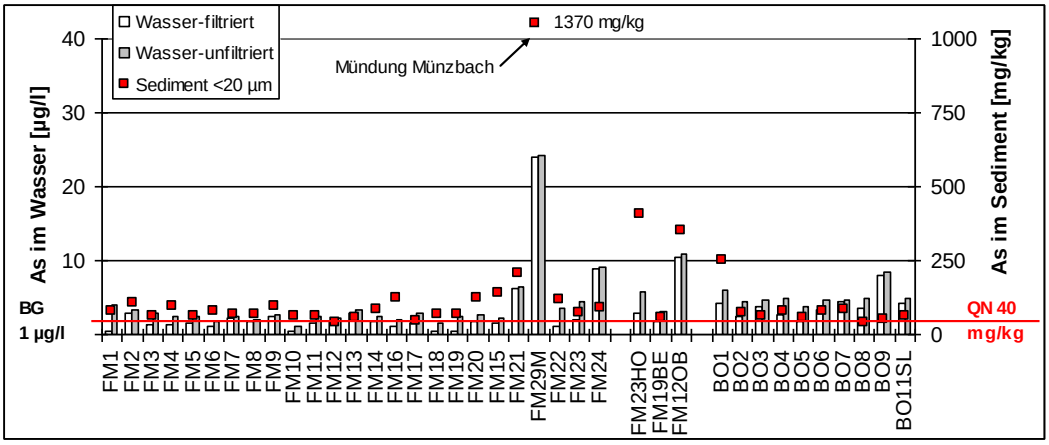
Folgende Gebiete wurden einer Neubeprobung unterzogen:
(1) der Oberlauf der Freiberger Mulde und das Einzugsgebiet der Bobritzsch (38 Punkte)
(2) der Oberlauf der Zwickauer Mulde bis zur Mündung des Schwarzwassers (45 Punkte)
(3) das Schwarzwasser (Westerzgebirge) (47 Punkte).

Die Richtgröße für die Dichte der Beprobung betrug 1 Probe / 10 km^2. Dabei zeigt sich sowohl in geologisch inhomogenen Gebieten (FM) als auch in mineralisationsintensiven Gebieten (ZM, SW), dass diese Probendichte nicht immer ausreichend ist. Wünschenswert wäre für die weitere Beurteilung eines geogenen Backgroundes die Konzeption und Umsetzung von Sondermessnetzen für Wässer und Sedimente analog zum Boden. Analog bedeutet mit der gleichen Probendichte (1*1 km entspricht 1 Probe/km^2), allerdings fließgewässerbezogen. Eine Abgrenzung von Altlastenstandorten ist notwendig. Die Diskussion über die Festlegung geogener Hintergrundwerte führt ebenfalls in die Richtung des prospektionsorientierten Ansatzes, der in den 1970/80er Jahren gewählt wurde. Am Beispiel des Schwarzwassers wurden diese Probenahmepunkte in eine Komplexkarte einbezogen und verdeutlichen die gute Auflösbarkeit des hydrographischen Netzes im Erzgebirge (Anlage 8-4). Je kleiner die Betrachtungseinheiten gewählt werden (GKZ), umso mehr Einzeluntersuchungen sind notwendig. Die Zusammenlegung geeigneter Einzugsgebiete (nach GKZ) ist möglich, jedoch für den Einzelfall zu prüfen, wie ebenfalls am Einzugsgebiet des Schwarzwassers gezeigt werden konnte. Nach der Prüfung der Möglichkeiten zur Zusammenfassung von Wasserkörpern zu OWK-Gruppen und ggf. einer Nachbeprobung können für diese OWK-Gruppen regionale Hintergrundwerte festgelegt werden, die aus flächengemittelten Daten erhoben wurden.

Für die untersuchten Referenzgebiete sind folgende Elemente umweltgeochemisch relevant bzw. ökotoxikologisch besonders bedeutsam:

- Oberlauf Freiberger Mulde: As, Cd, Cu, Pb, Zn
- Oberlauf Zwickauer Mulde: As, Cu, Co, Ni, Sn, U, Zn
- Schwarzwasser: As, Cd, Cu, Co, Ni, U, Zn

Problemelement in allen Gebieten ist das Arsen, bei dem die UQN von 40 mg/kg nahezu flächendeckend überschritten wird (Abb. 10-1).



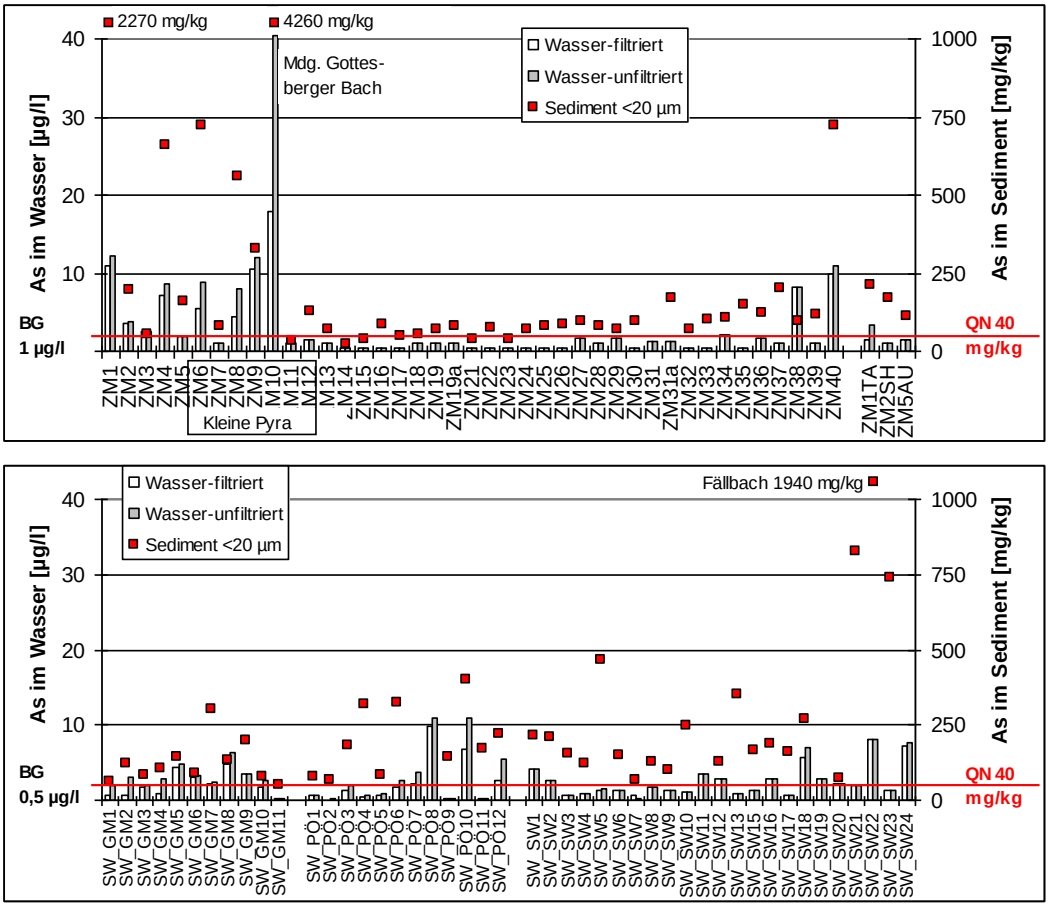


Abb. 10-1: Vergleich der As-Gehalte in Wässern und Sedimenten der untersuchten Gebiete

In den folgenden Tabellen (Tab. 10-1 und 10-2) werden die mittleren Elementgehalte (P50) in Gesteinen, Ober- und Unterböden sowie Bachsedimenten <200 µm sowie aktuell beprobter Sedimente <20 µm und Wässer (filtriert, gesamt) der Untersuchungsgebiete Obere Freiberger Mulde (FM), Bobritzsch (BO), Obere Zwickauer Mulde (ZM) und Schwarzwasser (SW) gegenübergestellt. Bei den Gebieten ZM und SW wurden die im Kap. 7.2.4. bzw. 8.2.4. als deutlich anthropogen herausgestellten Punkte nicht mehr berücksichtigt. Bei den Angaben handelt es sich um regionale Hintergrundwerte. Sie sind (noch) nicht flächenbezogen.
Alle Werte wurden auf 2 signifikante Stellen gerundet, die Quellenangaben sind in Tab. 10-1 enthalten.

Tab. 10-1: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen, Ober- und Unterböden sowie Bachsedimenten (BS) <200 µm sowie aktuell beprobter Sedimente (S) <20 µm und Wässer (f - filtriert, uf - gesamt) der Untersuchungsgebiete Obere Freiberger Mulde und Bobritzsch

Oberlauf Freiberger Mulde (5421) (ohne FM12OB, FM29MÜ)

[mg/]kg	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
Gestein	7,4	12	640	nb	nb	nb	7,9	44	22	0,019	nb	nb	18	22	nb	4,3	2,6	nb	nb	78
Oberboden	26	36	nb	1,7	0,37	0,50	nb	38	17	0,09	nb	0,53	14	75	0,69	nb	1,9	56	2,2	80
Unterboden	19	47	nb	2,2	0,26	0,50	nb	47	17	0,07	nb	0,49	19	44	0,79	nb	5,1	67	2,3	84
BS <200µm	41	39	590	3	nb	1,1	6	38	20	0,09	55	<1	19	91	nb	5	nb	nb	8	180
S <20µm	76	nb	380	6,2	1,2	9,0	16	51	50	0,15	59	1,2	41	210	0,78	1,6	5,0	67	0,20	500
[µg/l]	**As**	**B**	**Ba**	**Be**	**Bi**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Wasser f	1,7	19	46	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1	1,5	<0,5	3,8	<0,5	1,3	<0,5	<0,1	<3	<0,5	<1	<0,5	8,8
Wasser uf	2,5	20	54	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1	2,3	<0,5	3,9	<0,5	2,9	0,68	<0,1	<3	<0,5	<1	<0,5	17

Bobritzsch (5422)

[mg/]kg	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
Gestein	3,9	13	550	nb	nb	nb	8,9	40	18	0,024	nb	nb	15	24	nb	3,9	3,1	nb	nb	73
Oberboden	24	46	nb	2,0	0,41	0,61	nb	42	19	0,11	nb	0,65	16	84	0,83	nb	2,5	65	2,7	100
Unterboden	18	47	nb	2,1	0,26	0,46	nb	44	16	0,09	nb	0,49	18	44	0,80	nb	6,5	66	2,3	76
BS <200µm	55	47	500	3,0	nb	2,7	5,0	34	23	0,13	52	<1	17	150	nb	8,0	nb	nb	9,0	210
S <20µm	69	nb	410	4,4	1,3	12	17	45	45	0,20	53	1,2	35	240	0,71	2,0	5,9	57	0,13	550
[µg/l]	**As**	**B**	**Ba**	**Be**	**Bi**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**

Wasser f	3,6	30	56	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1	2,7	<0,5	3,5	<0,5	2,3	<0,5	<0,1	<3	<0,5	<1	<0,5	22
Wasser uf	4,8	30	62	<5	<2,5	<0,5	<0,5	<1	3,0	<0,5	3,6	<0,5	4,0	0,98	<0,1	<3	<0,5	<1	<0,5	26

Tab. 10-2: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen, Ober- und Unterböden sowie Bachsedimenten (BS) <200 µm sowie aktuell beprobter Sedimente (S) <20 µm und Wässer (f - filtriert, uf - gesamt) der Untersuchungsgebiete Obere Zwickauer Mulde und Schwarzwasser

Oberlauf Zwickauer Mulde (5411) (ohne ZM1TA, ZM2SH, ZM5AU, ZM1, ZM6, ZM8, ZM10, ZM40)

[mg/kg]	**As**	**B**	**Ba**	**Be**	**Bi**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Gestein	17	37	200	nb	nb	nb	4,5	19	8,1	0,033	nb	nb	11	20	nb	37	8,7	nb	nb	76
Oberboden	22	45	nb	2,0	0,76	0,46	nb	27	12	0,08	nb	0,56	8,8	83	1,1	nb	2,8	45	3,6	61
Unterboden	17	46	nb	2,7	0,52	0,47	nb	34	12	0,069	nb	0,51	12	51	1,3	nb	2,8	49	4,2	73
BS <200µm	20	160	250	13	nb	0,1	2,5	8	12	0,06	180	<1	9	41	nb	65	nb	nb	24	70
S <20µm	87	nb	210	12	7,2	1,0	12	32	42	<0,5	170	1,4	23	79	1,6	5,0	44	39	0,8	160
[µg/l]	**As**	**B**	**Ba**	**Be**	**Bi**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Wasser f	1,0	nb	33	<5	<2,5	<0,5	<1	<1	1,7	<0,5	12	<0,5	1,2	<0,5	<0,1	<3	1,9	<1	<0,5	17
Wasser uf	1,0	nb	35	<5	<2,5	<0,5	<1	<1	2,7	<0,5	12	<0,5	1,8	0,94	<0,1	<3	2,1	<1	<0,5	20

Schwarzwasser (5412) (ohne SW-SW18, SW-SW24, SW-SW5, SW-PÖ7, SW-PÖ8)

[mg/kg)	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
Gestein	9,4	42	600	nb	nb	nb	13	62	20	0,012	nb	nb	30	24	nb	8,6	2,5	nb	nb	97
Oberboden	25	59	nb	2,5	0,65	0,52	nb	55	20	0,11	nb	0,72	19	84	0,86	nb	2,5	91	3,0	92
Unterboden	15	68	nb	2,7	0,32	0,46	nb	60	20	0,077	nb	0,56	27	48	0,77	nb	2,5	93	2,6	97
BS <200µm	70	220	420	7,0	nb	0,69	7,0	34	35	0,18	120	<1	24	50	nb	150	nb	nb	18	180
S <20µm	150	nb	290	8,2	6,6	5,5	26	57	100	0,20	88	1,6	57	120	0,9	3,2	6,9	62	0,3	520
[µg/l]	**As**	**B**	**Ba**	**Be**	**Bi**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Wasser f	1,5	nb	31	<1	<0,5	0,35	0,15	<0,5	2,2	<0,1	4,0	<0,1	2,6	0,18	<0,1	<0,2	0,15	0,10	<0,5	18
Wasser uf	2,0	nb	32	<1	<0,5	0,35	0,27	<0,5	2,5	<0,1	4,6	<0,1	3,0	0,48	<0,1	<0,2	0,15	0,23	<0,5	23

2.11Literaturverzeichnis

BAACKE, D. (2000): Geochemisches Verhalten umweltrelevanter Elemente in stillgelegten Polysulfiderzgruben am Beispiel der Grube "Himmelfahrt" in Freiberg/Sachsen. – Dissertation TU Bergakademie Freiberg

BAUMANN L. (1958): Tektonik und Genesis der Erzlagerstätte von Freiberg. Freiberger Forschungsheft C46, Akademie-Verlag Berlin.

BAUMANN, L. (1965): Die Erzlagerstätten der Freiberger Randgebiete. – Freiberger Forschungsheft C188, Dt. Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig

BAUMANN, L.; KUSCHKA, E.; SEIFERT, T. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. – Enke Verlag, Stuttgart, 300 S.

BEUGE, P.; GREIF, A.; HOPPE, T.; KLEMM, W.; KLUGE, A.; MARTIN, M.; MOSLER, U.; STARKE, R.; ALFARO, J.; ANDERS, B.; BEHRENS, K.; GRUNWALD, N.; HAURAND, M.; KNÖCHEL, A.; MEYER, A.; POTGETER, H.; STAUB, S.; STOCKER, M. (1999): Die Schwermetallsituation im Muldesystem. - TU Bergakademie Freiberg und Universität Hamburg, Bd. 1-3

BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

BEYERSDORF, U. (2009): Flussgebietsbezogene Charakterisierung der Schwermetall- und Arsenführung im Einzugsgebiet der Freiberger Mulde und im Einzugsgebiet der Oberen Elbe unter besonderer Berücksichtigung des Elementstatus in Wässern und Sedimenten des Oberlaufs der Freiberger Mulde. – unveröff. Diplomarbeit, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie

GOLDSTEIN, S. (2005): Mikrowellenverfahren in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GOLDSTEIN, S. (2007): Bestimmungsgrenzen in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GREIF, A.; KLEMM, W. (2005): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. – Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W: (2006): Erarbeitung fachlicher Grundlagen und Problemstudien zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen, Teilprojekt: Studie zur Belastung von Gewässern durch den

Altbergbau. - Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2008): Zusammenstellung von Grubenwasseranalysen im Erzgebirge 2007/2008. – unveröff. Material, TU Bergakademie Freiberg

HESSE, A. (2009): Flussgebietsbezogene Charakterisierung der Schwermetall- und Arsenführung im Einzugsgebiet der Zwickauer Mulde und im sächsischen Einzugsgebiet der Weißen Elster unter besonderer Berücksichtigung des Elementstatus in Wässern und Sedimenten des Oberlaufs der Zwickauer Mulde. – unveröff. Diplomarbeit, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie

HÖSEL, G.; TISCHENDORF, G.; WASTERNACK, J. (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/ Krušné hory 1 : 100.000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg

KARDEL, K.; RANK, G.; PÄLCHEN W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. - Materialien zum Bodenschutz,. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Radebeul

KARDEL, K.; GREIF, A.; RANK, G. & WEIDENSDÖRFER, H. (2002): Die Schwermetallgehalte der Böden im Raum Schneeberg - Aue – Schwarzenberg – Johanngeorgenstadt unveröff. Sachstandsbericht, Archiv des LfUG, Amtsteil Freiberg

KUNKEL, R.; VOIGT, H.-J.; WENDLAND, F.; HANNAPPEL, S. (2004): Die natürliche, ubiqitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. - Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 47

MANNSFELD, K.; RICHTER, H. (1995): Naturräume in Sachsen. – Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 238, Selbstverlag, Trier

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; BERGER, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – http://www.lawa.de

LFUG (2005): Qualitätsnorm-Vorschläge, persönliche Mitteilung von Frau Rohde

LFUG (2005b): Hydrologisches Handbuch - Teil 3: Gewässerkundliche Hauptwerte. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

LFUG (2006): Bodenschutzbrief 12/2006 - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

LFUG (2007a): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht Oktober 2007, http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Monatsbericht_2007_10.pdf

LFUG (2007b): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht November 2007, http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Monatsbericht_2007_11.pdf

LFUG (2008a): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht Juni 2008, http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Monatsbericht_2008_06.pdf

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; BERGER, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

RANK, G.; KARDEL, K. (2008): Extrahierte Datenbank zu Bodenuntersuchungen im Einzugsgebiet des Schwarzwassers, unveröff. Datenmaterial, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg

SÄCHSWRRLVO (2004): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer. - vom 7. Dezember 2004, SächsGVBl S. 610, geändert am 26. Juni 2008, SächsGVBl. S. 456

SCHÜLLER, A.; KÖHLER, R.; REG, H. (1949): Über einen ungewöhnlichen Saponit von Raschau i. Sa. – Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie, Bd. 2, S. 279-290

TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), geändert durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

WASTERNACK, J.; TISCHENDORF, G.; HÖSEL, G.; KUSCHKA, E.; BREITER, K.; CHRT, J.; KOMÍNEK, J.; ŠTEMPROK, M. (1995): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krušné hory, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsiches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie Freiberg, Czech Geological Survey Praha

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

2.12Anlagen

Anlagenverzeichnis - Anlagenband (1) und Anlagenband (2)

Anlage 4-1	Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Gesteine im Erzgebirge/Vogtland **(1)**
Anlage 4-2	Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland **(1)**
Anlage 4-3	Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland **(1)**
Anlage 4-4	Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland **(1)**
Anlage 5-1	Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung **(1)**
Anlage 6-1	Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch **(1)**
Anlage 7-1	Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde **(1)**
Anlage 8-1	Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers (Westerzgebirge) **(1)**
Anlage 8-2	Altbergbauanalyse im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (AlphaGeoservice Niederbobritzsch 2008) **(2)**
Anlage 8-3	Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers **(1)**
Anlage 8-4	Komplexdarstellung aller Informationen zum Einzugsgebiet des Schwarzwassers (Westerzgebirge) (**Karte**)
Anlage 9-1	Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen **(1)**

Anlage 4-1: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Gesteine im Erzgebirge/Vogtland 1/4

GEBKZ	Gebiet	As	B	Ba	Co	Cr	Cu	Hg
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)							
5662	Göltzsch	13,7	58,8	591	15,4	71,0	27,1	0,059
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	12,1	53,8	669	15,7	70,3	24,5	0,007
56612	Schwarzbach	14,2	64,0	640	16,8	79,7	30,2	0,066
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	14,8	59,0	607	19,0	84,5	32,4	0,051
56614	Feilebach	17,2	34,7	384	32,1	22,0	48,0	0,03
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	17,7	29,9	344	34,6	128	50,8	0,021
56616	Rosenbach	15,0	55,7	555	21,6	94,2	36,2	0,065
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	15,9	46,7	481	26,2	106	41,3	0,049
56618	Trieb	13,5	48,5	501	18,9	79,0	30,6	0,055

56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltz-sch	16,6	40,4	442	28,8	112	44,0	0,031
	Zwickauer Mulde							
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	17,2	36,8	198	4,50	18,8	8,1	0,033
5412	Schwarzwasser	9,40	42,3	597	13,3	61,5	19,5	0,012
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	18,9	56,3	593	16,9	72,7	28,5	0,022
5414	Rödelbach	8,00	35,2	369	6,90	25,0	9,7	0,063
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	36,4	49,1	374	12,1	53,3	22,6	0,023
5416	Lungwitzbach	37,2	52,1	418	11,8	53,3	22,0	0,025
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	7,10	23,8	376	11,5	41,4	13,6	0,002
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	12,4	24,1	400	11,1	38,6	13,3	0,01
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Wür-schnitz	15,0	56,4	651	16,8	72,5	27,5	0,008
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	24,1	56,3	567	14,3	62,5	25,2	0,014
54189	Chemnitz	19,0	36,5	424	11,8	48,2	17,1	0,012

Anlage 4-1: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Gesteine im Erzgebirge/Vogtland 2/4

GEBKZ	Gebiet	Mn	Ni	Pb	Sn	U	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)						
5662	Göltzsch	802	35,7	17,2	6,51	3,36	92,8
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	890	37,7	22,4	5,00	1,43	107
56612	Schwarzbach	833	39,2	15,4	5,00	2,77	97,1
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	927	43,2	15,7	4,76	2,47	103
56614	Feilebach	1230	64,9	12,1	3,42	2,22	123
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	1300	69,0	11,8	3,17	2,08	128
56616	Rosenbach	919	46,9	13,4	4,52	2,83	103
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	1055	54,6	12,9	4,05	2,57	112

56618	Trieb	869	40,6	17,0	5,22	3,62	94,3
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	1170	59,6	13,4	3,75	2,19	119
	Zwickauer Mulde						
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	nb	11,2	20,3	36,8	8,72	75,5
5412	Schwarzwasser	nb	30,4	23,7	8,60	2,50	96,7
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	nb	39,3	19,1	4,80	2,22	104
5414	Rödelbach	nb	13,7	26,1	8,90	7,03	54,6
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	nb	22,4	21,5	4,80	4,20	76,3
5416	Lungwitzbach	nb	23,7	20,0	4,30	3,96	81,7
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	nb	18,7	20,5	3,80	1,54	54,6
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. Freiberger Mulde	nb	16,2	24,7	4,40	2,82	57,0
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	nb	40,5	20,9	4,90	1,49	110
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	nb	32,9	21,0	4,80	2,52	98,4
54189	Chemnitz	nb	21,5	21,4	4,30	2,64	68,0

Anlage 4-1: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Gesteine im Erzgebirge/Vogtland 3/4

GEBKZ	Gebiet	As	B	Ba	Co	Cr	Cu	Hg
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)							
53721	Wilde Weißeritz	7,90	19,4	616	8,26	41,9	20,3	0,020
53722	Rote Weißeritz	8,16	14,6	546	5,91	34,0	18,5	0,026
53729	Vereinigte Weißeritz	21,5	32,2	505	9,63	42,2	19,1	0,027
53718	Müglitz	9,65	16,4	579	7,77	37,7	18,8	0,027
53714	Gottleuba	13,3	24,3	491	8,60	47,7	25,3	0,025
537132	Biela	20,0	28,0	115	1,50	17,0	18,0	0,030
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	12,6	25,1	434	8,81	33,9	16,0	0,018
537116	Krippenbach	19,7	27,8	126	2,21	21,2	18,7	0,033

	Freiberger Mulde							
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	7,38	11,7	645	7,89	44,2	22,2	0,019
5422	Bobritzsch	3,90	12,6	548	8,92	39,6	17,9	0,024
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	12,6	36,9	475	20,1	77,0	28,8	0,005
5424	Große Striegis	9,41	23,8	546	13,4	59,9	24,6	0,027
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	8,42	26,9	407	16,0	52,0	16,9	0,006
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	6,69	17,4	371	10,4	30,1	11,6	0,016
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	8,98	27,6	649	11,6	59,6	21,3	0,020
54262	Sehma	10,1	20,1	638	9,10	50,1	21,7	0,017
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	10,2	14,4	667	8,85	52,9	24,7	0,023
54264	Preßnitz	14,6	13,6	596	5,83	33,9	21,2	0,016
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	7,05	25,1	639	11,2	58,8	20,9	0,013
54266	Wilisch	8,93	39,6	606	13,2	60,3	19,4	0,006
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	10,4	43,7	610	14,7	66,6	21,0	0,007
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	13,8	27,7	354	12,8	44,0	15,3	0,011
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	15,3	13,6	584	5,55	31,8	21,2	0,010
542682	Schweinitz	13,3	13,7	629	6,19	37,0	21,4	0,025
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	13,1	12,5	612	6,21	38,1	22,8	0,014
542684	Natzschung	12,5	14,3	653	6,45	38,7	21,0	0,036
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pockau	17,5	17,3	570	5,51	28,8	18,8	0,022
542686	Schwarze Pockau	12,7	14,0	631	6,41	38,2	21,1	0,029
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	10,4	19,1	642	8,60	47,8	21,4	0,020
542688	Große Lößnitz	10,3	10,9	647	7,04	46,4	25,2	0,016
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	10,8	24,0	590	8,59	44,2	21,6	0,016

Anlage 4-1: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Gesteine im Erzgebirge/Vogtland 4/4

GEBKZ	Gebiet	Mn	Ni	Pb	Sn	U	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)						
53721	Wilde Weißeritz	nb	18,1	21,9	4,23	2,69	79,1
53722	Rote Weißeritz	nb	13,6	22,9	4,90	3,43	65,1
53729	Vereinigte Weißeritz	nb	17,2	23,8	4,51	4,08	77,7
53718	Müglitz	nb	16,2	21,6	4,39	3,36	70,5
53714	Gottleuba	nb	21,0	21,8	4,38	2,47	63,9
537132	Biela	nb	2,5	24,0	3,00	2,90	15,0
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	nb	13,2	24,8	5,01	3,61	63,7
537116	Krippenbach	nb	4,5	23,7	2,99	2,88	15,8
	Freiberger Mulde						
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	nb	17,9	22,0	4,33	2,57	77,5
5422	Bobritzsch	nb	14,8	24,3	3,91	3,06	73,2
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	nb	40,8	19,3	3,65	1,50	97,2
5424	Große Striegis	nb	28,3	19,8	4,22	2,44	77,8
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	nb	22,7	26,7	3,24	2,22	69,3
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	nb	10,7	28,1	4,39	3,96	58,4
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	nb	27,4	23,3	4,90	2,28	84,6
54262	Sehma	nb	21,9	23,0	5,05	2,61	77,6
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	nb	23,8	21,7	4,97	2,62	74,9
54264	Preßnitz	nb	14,6	21,6	5,31	3,59	65,3
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	nb	25,9	23,6	4,88	1,93	85,4
54266	Wilisch	nb	30,2	22,4	4,76	1,76	92,5
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	nb	31,9	25,0	5,21	1,94	100
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg.	nb	18,8	22,6	3,57	2,56	57,8

	FM						
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	nb	13,6	21,6	5,53	3,71	66,0
542682	Schweinitz	nb	16,0	21,8	4,97	3,31	65,4
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	nb	16,2	21,7	5,39	3,26	68,8
542684	Natzschung	nb	16,8	22,0	4,61	3,20	64,0
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schw. Pockau	nb	12,7	21,4	5,09	4,02	61,3
542686	Schwarze Pockau	nb	16,5	21,7	4,78	3,21	64,7
542687	Flöha Mdg. Schw. Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	nb	20,9	22,8	4,95	2,68	75,4
542688	Große Lößnitz	nb	19,5	21,3	5,04	2,48	72,3
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	nb	20,2	23,3	5,52	3,04	78,9

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 1/6

GEBKZ	Gebiet	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	As	B
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)								
5662	Göltzsch	62500	28300	4800	3780	8410	19600	30,3	47,7
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	64500	44800	9810	8820	9430	13900	19,3	47,3
56612	Schwarzbach	63100	43700	9060	8250	9030	14500	22,7	48,9
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	61100	28800	5020	4150	8740	19100	31,8	45,7
56614	Feilebach	60100	34600	6470	5920	8740	17700	27,7	50,0
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	61300	43600	8320	8010	8320	15700	23,5	54,8
56616	Rosenbach	59800	32100	5880	5290	8840	18200	29,5	47,6
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	60800	36800	7020	6560	8740	17200	25,2	49,8
56618	Trieb	63900	32200	5520	4420	8030	18800	29,0	50,7
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	60700	35700	6680	6280	8750	17600	26,0	49,1
	Zwickauer Mulde								

5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	61700	18300	2280	1440	7200	20100	21,5	45,4
5412	Schwarzwasser	71000	30800	4000	1670	4860	19900	25,0	58,9
5413	ZM Mdg. Schwarz-wasser - Mdg. Rödel-bach	72200	30900	4670	2680	4640	17700	18,1	57,9
5414	Rödelbach	68100	22200	3160	2500	7440	22000	20,6	52,0
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	48200	17000	3080	2680	4250	13300	8,80	38,3
5416	Lungwitzbach	52200	21800	4070	2710	4550	15800	10,6	48,2
5417	ZM Mdg. Lungwitz-bach - Mdg. Chemnitz	50500	19100	3200	3320	5690	15500	13,1	40,5
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	50000	19400	3230	3570	5910	16700	13,0	42,5
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	68300	26500	3840	2560	5930	18600	17,3	53,0
54182	Würschnitz Quelle-Mdg. Zwönitz	66800	28300	4350	2790	4820	17800	15,8	55,5
54189	Chemnitz	52800	17200	2900	2520	4440	13200	10,9	36,7

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 2/6

GEBKZ	Gebiet	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Mn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)								
5662	Göltzsch	2,11	0,442	0,620	50,3	21,3	0,115	0,665	664
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	1,96	0,255	0,448	119	27,3	0,160	0,748	1260
56612	Schwarzbach	1,93	0,284	0,456	108	27,6	0,147	0,745	1160
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	2,04	0,426	0,603	52,1	21,7	0,115	0,663	663
56614	Feilebach	1,96	0,346	0,585	67,7	25,2	0,119	0,693	904
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	1,93	0,281	0,517	92,4	30,2	0,128	0,763	1160
56616	Rosenbach	1,96	0,372	0,591	61,0	23,7	0,116	0,675	802
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	1,97	0,321	0,567	75,8	26,3	0,124	0,712	982
56618	Trieb	2,13	0,431	0,582	61,6	23,2	0,121	0,702	764

56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	1,99	0,331	0,583	70,6	26,2	0,122	0,710	940
	Zwickauer Mulde								
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	2,01	0,76	0,461	27,4	11,6	0,083	0,56	315
5412	Schwarzwasser	2,52	0,65	0,522	55,3	19,6	0,112	0,72	570
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	2,29	0,45	0,498	60,1	22,4	0,132	0,73	786
5414	Rödelbach	2,50	0,66	0,540	35,3	16,9	0,108	0,76	597
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	1,36	0,22	0,331	36,4	14,0	0,113	0,52	553
5416	Lungwitzbach	1,77	0,30	0,394	46,8	18,5	0,154	0,69	705
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	1,47	0,23	0,413	38,4	14,3	0,092	0,51	584
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	1,66	0,27	0,436	39,2	15,6	0,102	0,56	604
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	2,18	0,54	0,506	48,4	19,4	0,117	0,68	696
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	2,21	0,40	0,492	55,5	21,4	0,138	0,73	775
54189	Chemnitz	1,34	0,23	0,344	34,9	13,1	0,091	0,48	514

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 3/6

GEBKZ	Gebiet	Ni	Pb	Th	Tl	U	V	W	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)								
5662	Göltzsch	18,4	89,2	12,2	0,790	2,32	75,2	2,48	101
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	44,1	69,3	8,90	0,530	2,04	141	1,77	111
56612	Schwarzbach	43,9	73,2	9,30	0,557	2,07	134	1,86	110
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	20,1	89,8	11,8	0,782	2,27	76,5	2,43	99,0
56614	Feilebach	31,3	83,6	11,1	0,683	2,26	94,4	2,24	113
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	46,6	75,4	10,2	0,560	2,23	125	1,99	124
56616	Rosenbach	26,8	85,9	11,3	0,719	2,24	86,1	2,28	106

56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	34,3	79,7	10,7	0,642	2,23	103	2,12	114
56618	Trieb	24,9	86,8	12,0	0,750	2,31	90,0	2,42	104
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	32,5	81,1	10,9	0,661	2,26	97,7	2,18	115
	Zwickauer Mulde								
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	8,80	82,9	13,6	1,11	2,78	44,7	3,65	61,0
5412	Schwarzwasser	19,3	83,7	14,1	0,86	2,54	90,6	2,97	92,0
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	24,6	71,7	12,4	0,67	2,32	94,0	2,49	106
5414	Rödelbach	13,5	82,4	13,5	1,12	2,86	60,6	4,37	90,0
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	14,8	46,2	9,00	0,49	1,86	47,2	1,71	67,0
5416	Lungwitzbach	20,1	57,6	10,6	0,60	2,23	60,4	2,42	92,0
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	13,7	54,2	10,5	0,55	1,98	54,9	1,56	65,0
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	15,2	57,6	11,2	0,64	2,20	54,7	1,93	75,0
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	20,5	76,2	12,6	0,83	2,52	78,7	2,89	95,0
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	22,5	68,8	12,1	0,67	2,36	85,5	2,47	103
54189	Chemnitz	13,2	47,8	9,00	0,49	1,73	49,3	1,59	61,0

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 4/6

GEBKZ	Gebiet	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	As	B
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)								
53721	Wilde Weißeritz	60100	26300	4440	3580	8460	19400	33,0	52,0
53722	Rote Weißeritz	56800	23400	4030	3360	8580	19200	30,7	49,0
53729	Vereinigte Weißeritz	41900	21200	3730	2960	5270	17000	31,0	65,0
53718	Müglitz	59700	26500	4570	3670	8590	19300	31,0	45,0
53714	Gottleuba	56400	26000	4380	3550	7260	17700	25,0	51,0
537132	Biela	31200	12400	1580	1700	3740	10600	15,4	43,8

53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	50500	23400	4140	3670	6670	18000	23,0	50,0
537116	Krippenbach	34400	14000	1950	2160	4340	12400	14,1	42,3
	Freiberger Mulde								
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	49100	21700	3820	3180	7400	16100	26,1	36,1
5422	Bobritzsch	57200	24200	4390	4070	8740	19900	24,3	45,6
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	63200	28200	4360	3820	7030	21100	19,3	59,2
5424	Große Striegis	58800	28300	4890	4300	7330	18700	21,7	50,9
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	41800	17200	3060	3880	5960	16500	8,9	41,3
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	39000	16000	2840	3590	5520	15300	8,6	38,5
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	69600	31100	4780	2950	7050	20500	29,4	55,3
54262	Sehma	65000	26400	4310	3020	7080	18000	27,4	45,4
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preß-nitz	62200	27700	4860	3890	8880	20000	30,8	46,4
54264	Preßnitz	60000	18300	3060	2510	6820	15100	24,9	32,1
54265	Zschopau Mdg. Preß-nitz - Mdg. Wilisch	70800	32800	5140	3460	6930	20600	25,0	58,2
54266	Wilisch	76500	34900	4930	2770	5610	21400	22,1	65,3
54267	Zschopau Mdg. Wi-lisch - Mdg. Flöha	76600	45600	6700	4090	8840	28300	37,1	81,9
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	50800	22400	3840	3760	6500	18000	17,2	47,8
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	59600	23500	3790	3070	9070	20500	32,6	42,6
542682	Schweinitz	59400	30800	5290	4060	10510	21400	46,4	46,3
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	57100	20100	2980	2230	8620	19600	30,1	40,9
542684	Natzschung	59000	22800	3670	2920	8980	20200	31,7	42,3
542685	Flöha Mdg. Natz-schung - Mdg. Schwarze Pockau	59800	21300	3370	2880	9040	21700	26,2	44,5
542686	Schwarze Pockau	59500	19800	3450	2830	7300	16000	24,7	34,9

542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	38100	15400	2560	2070	5370	12800	17,4	28,8
542688	Große Lößnitz	61100	21100	3500	3280	9180	22200	24,5	46,9
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	67000	30100	4760	3380	7050	20200	25,9	56,1

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 5/6

GEBKZ	Gebiet	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Mn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)								
53721	Wilde Weißeritz	2,40	0,560	0,650	50,0	21,5	0,130	0,750	664
53722	Rote Weißeritz	2,19	0,520	0,600	43,0	19,2	0,120	0,710	595
53729	Vereinigte Weißeritz	2,24	0,350	0,500	62,0	24,2	0,190	0,910	835
53718	Müglitz	2,00	0,470	0,570	47,0	20,0	0,110	0,650	598
53714	Gottleuba	2,07	0,390	0,520	48,0	19,0	0,120	0,690	638
537132	Biela	1,87	0,220	0,250	24,5	8,00	0,090	0,690	228
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	1,91	0,320	0,500	47,0	19,0	0,140	0,680	685
537116	Krippenbach	1,70	0,200	0,280	30,7	9,10	0,090	0,630	311
	Freiberger Mulde								
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	1,68	0,370	0,500	37,6	16,8	0,090	0,530	509
5422	Bobritzsch	2,05	0,410	0,610	41,8	19,3	0,110	0,650	697
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	2,15	0,370	0,550	57,1	19,9	0,130	0,720	743
5424	Große Striegis	2,01	0,340	0,560	54,5	21,5	0,120	0,680	798
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	1,41	0,170	0,390	37,0	14,1	0,090	0,490	618
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	1,36	0,170	0,360	34,5	13,5	0,080	0,460	561
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	2,42	0,560	0,600	55,5	21,9	0,120	0,730	660
54262	Sehma	2,04	0,460	0,550	46,7	19,4	0,110	0,630	587

54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	2,17	0,470	0,630	48,0	21,4	0,120	0,680	674
54264	Preßnitz	1,56	0,420	0,430	30,7	13,9	0,080	0,490	383
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	2,53	0,480	0,630	60,2	24,6	0,140	0,790	845
54266	Wilisch	2,80	0,570	0,610	64,8	25,2	0,140	0,860	872
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	3,50	0,740	0,810	84,0	32,7	0,180	1,080	1040
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	1,75	0,290	0,470	45,3	17,2	0,120	0,610	699
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	2,11	0,620	0,550	38,4	17,5	0,110	0,640	472
542682	Schweinitz	2,22	0,550	0,630	54,4	23,0	0,130	0,730	529
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	1,84	0,680	0,490	31,7	13,6	0,090	0,540	304
542684	Natzschung	2,03	0,620	0,540	37,0	16,7	0,100	0,620	442
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pockau	2,21	0,680	0,570	32,4	16,1	0,100	0,640	509
542686	Schwarze Pockau	1,64	0,420	0,480	33,1	15,2	0,090	0,510	452
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	1,37	0,350	0,370	25,7	11,8	0,070	0,420	373
542688	Große Lößnitz	2,28	0,610	0,600	32,6	16,8	0,110	0,700	583
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	2,38	0,490	0,610	54,6	22,5	0,130	0,740	745

Anlage 4-2: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Oberböden im Erzgebirge/Vogtland 6/6

GEBKZ	Gebiet	Ni	Pb	Th	Tl	U	V	W	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)								
53721	Wilde Weißeritz	18,4	102	13,9	0,98	2,80	81,0	3,10	103
53722	Rote Weißeritz	15,8	95,0	13,1	0,93	2,70	79,0	3,00	95,0
53729	Vereinigte Weißeritz	26,6	82,0	15,6	0,82	3,20	78,0	3,00	113
53718	Müglitz	18,0	90,0	12,1	0,85	2,40	71,0	2,60	94,0
53714	Gottleuba	19,0	82,0	11,8	0,73	2,30	94,0	2,40	91,0
537132	Biela	5,31	68,0	8,80	0,52	1,96	133	1,61	32,3
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	19,0	70,0	12,0	0,68	2,50	71,0	2,30	96,0
537116	Krippenbach	7,10	63,0	9,40	0,54	1,99	106	1,51	37,3
	Freiberger Mulde								
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	14,1	74,6	9,72	0,690	1,91	55,8	2,18	80,5
5422	Bobritzsch	15,6	84,0	12,2	0,830	2,48	65,3	2,73	100
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	19,9	75,7	14,2	0,760	2,72	81,6	2,28	91,6
5424	Große Striegis	22,0	75,1	12,2	0,700	2,36	79,7	2,26	101
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	14,1	47,6	11,3	0,530	2,11	50,2	1,33	57,8
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	13,2	44,1	10,4	0,500	1,98	46,1	1,27	54,7
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	20,3	90,8	13,6	0,860	2,54	87,3	2,85	106
54262	Sehma	17,5	82,0	11,5	0,760	2,21	72,1	2,48	93,9
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	18,4	92,2	12,3	0,860	2,45	72,4	2,77	107
54264	Preßnitz	11,4	70,9	9,12	0,720	1,86	46,5	2,35	65,0
54265	Zschopau Mdg. Preß-nitz - Mdg. Wilisch	24,0	87,8	13,4	0,810	2,56	96,2	2,84	120
54266	Wilisch	25,8	87,0	14,4	0,860	2,73	107	3,18	121
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	32,5	122	18,8	1,14	3,52	135	3,91	151

54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	16,8	63,7	12,2	0,660	2,34	63,8	2,00	79,4
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	14,3	96,2	12,5	1,02	2,59	58,9	3,36	83,1
542682	Schweinitz	20,5	112	13,0	0,980	2,49	80,9	2,89	96,5
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	11,0	91,6	12,8	1,05	2,59	48,0	3,16	63,0
542684	Natzschung	13,6	94,5	12,6	1,02	2,58	56,3	3,25	80,0
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pock-au	11,9	93,4	13,3	1,12	2,88	50,7	3,85	86,9
542686	Schwarze Pockau	12,4	73,8	9,83	0,740	2,00	49,6	2,38	75,7
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	9,65	56,4	7,88	0,600	1,62	39,7	2,04	59,8
542688	Große Lößnitz	12,1	88,0	13,3	1,11	2,82	51,5	4,04	91,1
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	20,8	84,8	13,2	0,810	2,56	84,5	2,81	110

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 1/6

GEBKZ	Gebiet	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	As	B
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Ober-lauf)								
5662	Göltzsch	70100	31800	5620	3180	8830	21300	19,3	52,2
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	67000	57300	12300	12150	8140	13700	21,8	56,1
56612	Schwarzbach	67000	54400	11600	11230	8280	14500	21,6	55,1
56613	WE Mdg. Schwarz-bach - Mdg. Feile-bach	68600	32400	5980	3810	9090	20800	19,8	50,1
56614	Feilebach	67000	39800	8030	6620	9010	18400	20,7	50,3
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	67000	51100	10800	10180	8450	15400	21,4	54,0
56616	Rosenbach	67000	36700	7240	5610	9170	19200	20,4	49,2
56617	WE Mdg. Rosen-bach - Mdg. Trieb	67000	42900	8790	7590	8850	17600	20,9	51,3
56618	Trieb	71200	36900	6720	4470	8360	20300	19,4	55,6

56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	67000	40800	8280	6930	8960	18100	20,7	50,6
	Zwickauer Mulde								
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	71700	23100	3000	1570	7890	24000	17,4	46,3
5412	Schwarzwasser	77600	35400	4880	1420	5500	21800	15,3	68,5
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	80300	34700	5240	2050	4880	19300	13,2	65,2
5414	Rödelbach	73800	25000	3300	1530	7410	23400	16,9	49,8
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	55200	18600	3420	2340	4420	14300	7,00	42,1
5416	Lungwitzbach	60600	23700	4230	2300	4750	17200	8,00	52,4
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	55800	21500	3800	2780	5860	16500	9,90	45,6
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	53600	20900	3600	2930	6090	17700	10,8	48,4
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	78200	30700	4350	1850	6240	21500	15,7	58,3
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	74200	31100	4710	1880	5020	19300	12,1	63,4
54189	Chemnitz	59200	26600	4600	2920	6360	19700	11,0	56,3

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 2/6

GEBKZ	Gebiet	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Mn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)								
5662	Göltzsch	2,23	0,233	0,508	52,5	18,8	0,064	0,511	595
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	2,10	0,156	0,355	122,7	36,2	0,065	0,608	1150
56612	Schwarzbach	2,10	0,163	0,372	114,9	34,3	0,064	0,596	1100
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	2,17	0,223	0,501	54,8	19,4	0,062	0,507	610
56614	Feilebach	2,10	0,197	0,454	75,6	24,6	0,062	0,533	773
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	2,10	0,171	0,391	105,9	32,1	0,064	0,581	1020

56616	Rosenbach	2,10	0,204	0,472	67	22,4	0,061	0,519	704
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	2,10	0,190	0,437	83,9	26,6	0,062	0,546	840
56618	Trieb	2,28	0,227	0,482	65,7	22,1	0,066	0,538	704
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	2,10	0,195	0,449	78,3	25,2	0,062	0,537	795
	Zwickauer Mulde								
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	2,67	0,524	0,466	34,0	12,0	0,069	0,512	422
5412	Schwarzwasser	2,68	0,321	0,464	59,5	19,7	0,077	0,563	662
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	2,37	0,250	0,400	61,7	20,1	0,079	0,523	684
5414	Rödelbach	2,65	0,484	0,462	38,2	13,3	0,070	0,517	460
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	1,39	0,150	0,252	37,4	12,1	0,062	0,346	445
5416	Lungwitzbach	1,77	0,211	0,279	46,5	15,5	0,093	0,420	585
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	1,55	0,142	0,341	40,8	13,1	0,044	0,396	437
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	1,73	0,185	0,364	40,6	13,2	0,051	0,421	463
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	2,57	0,373	0,445	51,1	17,0	0,072	0,529	577
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	2,26	0,239	0,393	55,7	18,3	0,078	0,503	634
54189	Chemnitz	1,94	0,198	0,381	50,3	16,3	0,068	0,477	565

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 3/6

GEBKZ	Gebiet	Ni	Pb	Tl	U	V	W	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Weiße Elster (Oberlauf)							
5662	Göltzsch	22,0	52,7	0,720	2,35	76,6	2,08	90
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	79,2	45,7	0,410	1,84	152	1,45	117
56612	Schwarzbach	72,9	46,5	0,443	1,89	143	1,51	114
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	24,2	52,4	0,703	2,3	77,8	2,01	89,7
56614	Feilebach	41,3	50,4	0,609	2,14	99,5	1,8	97,1

56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	65,7	47,4	0,481	1,95	133	1,58	110
56616	Rosenbach	34,4	51,2	0,645	2,19	89,9	1,87	93,5
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	48	49,6	0,574	2,08	109	1,74	101
56618	Trieb	32,3	51,4	0,669	2,29	92,3	2,02	96,4
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	43,5	50,1	0,597	2,12	102	1,78	98,3
	Zwickauer Mulde							
5411	ZM Quellen - Mdg. Schwarzwasser	12,3	50,6	1,27	2,84	48,7	4,24	72,7
5412	Schwarzwasser	26,6	47,8	0,771	2,48	92,6	2,65	96,8
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	29,6	42,1	0,604	2,21	92,8	2,09	91,0
5414	Rödelbach	14,7	49,6	1,170	2,75	55,9	3,93	76,3
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	16,6	28,3	0,449	1,72	49,5	1,32	47,7
5416	Lungwitzbach	21,9	32,3	0,541	2,07	62,7	1,78	62,9
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	16,1	35,9	0,520	1,92	56,0	1,32	53,7
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	16,3	39,2	0,614	2,12	55,1	1,63	56,0
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	22,8	47,2	0,901	2,50	76,5	3,06	85,9
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	25,3	41,4	0,610	2,25	83,3	2,02	83,2
54189	Chemnitz	21,2	40,8	0,623	2,29	69,6	1,76	67,8

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 4/6

GEBKZ	Gebiet	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K	As	B
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)								
53721	Wilde Weißeritz	67800	29700	5200	3090	8800	21300	18,9	50,1
53722	Rote Weißeritz	65200	27000	4670	2960	8900	21400	19,2	46,8
53729	Vereinigte Weißeritz	52700	23700	4440	3200	5920	19000	17,5	54,5
53718	Müglitz	66700	29600	5260	3310	8750	21200	18,5	49,6

53714	Gottleuba	63100	29600	4880	3070	7090	18800	15,5	55,7
537132	Biela	42100	18500	2130	1890	4110	12100	8,00	55,7
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	53800	24700	4400	3200	6670	19000	16,2	55,5
537116	Krippenbach	44100	19300	2740	2410	4870	14100	8,00	53,4
	Freiberger Mulde								
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	66900	28900	5240	3280	9260	21400	19,4	47,2
5422	Bobritzsch	63300	26700	4780	3220	8810	21000	17,7	46,6
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	54600	24700	4370	3360	6560	19200	11,4	54,3
5424	Große Striegis	64800	31500	5650	3830	7560	20000	16,7	54,9
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	46400	20500	3920	3740	6410	18100	9,07	49,8
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	48300	20300	3740	3510	6640	18900	9,89	48,4
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	76600	35000	5490	2400	7420	22300	17,9	62,8
54262	Sehma	72200	31400	5170	2700	8350	22300	18,8	54,6
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preß-nitz	69300	30500	5370	3120	8980	21600	19,4	50,4
54264	Preßnitz	67400	25600	4230	2710	9320	23200	19,6	44,4
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wi-lisch	78200	36200	5590	2280	7080	22300	17,6	65,7
54266	Wilisch	83900	38800	5410	1570	5830	23200	16,4	74,8
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	83100	39200	5520	1650	5700	22900	16,3	76,0
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	53600	23900	4370	3420	6600	19100	12,7	52,2
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	67400	26500	4510	2870	9360	22800	19,6	44,9
542682	Schweinitz	67400	25900	4340	2770	9340	23000	19,6	44,6
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	67500	24900	4010	2580	9290	23600	19,5	43,9
542684	Natzschung	67400	26100	4390	2800	9340	23000	19,6	44,7

542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pockau	67400	26100	4390	2800	9340	23000	19,6	44,7
542686	Schwarze Pockau	67500	26300	4430	2800	9310	22900	19,6	45,0
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	71000	30100	4970	2720	8590	22400	19,0	52,2
542688	Große Lößnitz	67200	28400	5120	3220	9440	21800	19,8	46,1
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	72500	33000	5300	2570	7440	21800	18,4	61,1

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 5/6

GEBKZ	Gebiet	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Mn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)								
53721	Wilde Weißeritz	2,22	0,260	0,500	48,6	17,4	0,060	0,510	553
53722	Rote Weißeritz	2,25	0,300	0,480	43,1	15,5	0,060	0,500	501
53729	Vereinigte Weißeritz	1,81	0,190	0,290	48,1	15,9	0,150	0,450	586
53718	Müglitz	2,18	0,260	0,490	49,4	17,5	0,060	0,500	558
53714	Gottleuba	2,20	0,220	0,420	51,1	16,5	0,060	0,540	543
537132	Biela	2,00	0,150	0,240	31,2	6,78	0,050	0,590	272
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	1,99	0,210	0,400	44,3	15,9	0,080	0,480	556
537116	Krippenbach	1,83	0,140	0,270	35,3	8,90	0,040	0,530	330
	Freiberger Mulde								
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch	2,17	0,260	0,500	47,1	17,2	0,070	0,490	543
5422	Bobritzsch	2,13	0,260	0,460	44,2	15,8	0,090	0,490	509
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	1,93	0,170	0,340	47,3	16,1	0,190	0,460	547
5424	Große Striegis	2,13	0,210	0,420	57,5	19,3	0,120	0,500	634
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	1,68	0,140	0,280	42,4	14,4	0,230	0,420	495
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	1,78	0,180	0,300	40,7	13,7	0,210	0,430	474

54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	2,54	0,280	0,510	58,4	20,1	0,070	0,560	655
54262	Sehma	2,42	0,300	0,510	51,3	18,1	0,070	0,530	586
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	2,25	0,260	0,510	49,8	18,0	0,060	0,510	570
54264	Preßnitz	2,41	0,400	0,510	39,3	14,5	0,060	0,500	472
54265	Zschopau Mdg. Preß-nitz - Mdg. Wilisch	2,59	0,280	0,510	60,9	20,8	0,070	0,570	679
54266	Wilisch	2,87	0,330	0,510	65,6	21,7	0,080	0,610	728
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	2,84	0,310	0,510	66,4	22,1	0,080	0,610	742
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	1,85	0,170	0,320	46,9	15,7	0,190	0,450	542
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	2,35	0,360	0,510	41,3	15,2	0,060	0,500	490
542682	Schweinitz	2,38	0,380	1,000	40,1	14,8	0,060	0,500	479
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	2,46	0,430	0,510	37,7	13,9	0,070	0,510	457
542684	Natzschung	2,37	0,380	0,510	40,4	14,9	0,060	0,500	482
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pock-au	2,37	0,380	0,510	40,4	14,9	0,060	0,500	482
542686	Schwarze Pockau	2,37	0,370	0,510	40,8	15,0	0,060	0,500	486
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	2,41	0,320	0,510	48,6	17,3	0,070	0,520	560
542688	Große Lößnitz	2,21	0,280	0,510	45,6	16,8	0,060	0,490	529
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	2,46	0,280	0,500	55,1	19,4	0,070	0,540	641

Anlage 4-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Unterböden im Erzgebirge/Vogtland 6/6

GEBKZ	Gebiet	Ni	Pb	Tl	U	V	W	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Obere Elbe (westliche Zuflüsse)							
53721	Wilde Weißeritz	19,9	44,4	0,770	4,82	72,8	2,27	84,4
53722	Rote Weißeritz	17,0	44,8	0,860	8,41	68,7	2,61	78,2

53729	Vereinigte Weißeritz	22,0	36,3	0,580	2,27	63,0	1,64	60,0
53718	Müglitz	22,9	44,2	0,770	5,11	70,9	2,25	83,1
53714	Gottleuba	27,8	43,3	0,640	2,98	97,4	1,94	76,5
537132	Biela	11,8	38,5	0,410	1,85	143	1,37	36,1
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	20,4	42,7	0,640	2,45	69,3	1,83	68,3
537116	Krippenbach	13,2	37,7	0,450	1,93	113	1,31	39,8
	Freiberger Mulde							
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritz-sch	19,1	44,1	0,790	5,14	67,1	2,28	83,5
5422	Bobritzsch	17,8	43,5	0,800	6,50	65,7	2,30	76,1
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	21,3	40,8	0,600	2,25	66,2	1,52	64,1
5424	Große Striegis	36,4	42,7	0,650	2,68	80,2	1,87	82,2
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	19,2	38,0	0,550	2,16	56,3	1,23	50,8
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	17,9	39,2	0,650	5,05	53,8	1,59	51,8
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	25,4	47,6	0,760	3,95	88,3	2,41	97,1
54262	Sehma	21,4	46,8	0,840	6,63	75,6	2,58	89,7
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	20,5	44,8	0,780	4,55	72,2	2,29	87,5
54264	Preßnitz	14,7	47,9	1,06	15,0	55,0	3,32	78,1
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	26,8	48,0	0,740	3,14	92,8	2,36	100
54266	Wilisch	29,6	51,1	0,790	5,13	102	2,71	106
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	30,3	50,9	0,750	3,55	104	2,56	106
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	21,3	38,8	0,600	2,70	63,3	1,53	60,8
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	15,8	46,9	0,990	12,4	58,1	3,05	79,7
542682	Schweinitz	15,1	47,5	1,04	13,9	56,2	3,22	78,7
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	13,8	48,6	1,12	17,0	52,5	3,54	76,8
542684	Natzschung	15,3	47,3	1,02	13,5	56,7	3,17	79,0

542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pockau	15,3	47,3	1,02	13,5	56,7	3,17	79,0
542686	Schwarze Pockau	15,6	47,2	1,02	13,2	57,5	3,14	79,4
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	19,9	46,9	0,880	8,35	70,9	2,73	87,1
542688	Große Lößnitz	18,1	44,7	0,840	6,76	64,7	2,47	83,2
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	24,3	47,3	0,760	4,08	83,3	2,39	93,1

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 1/8

GEBKZ	**Bezeichnung**	**Ag**		**As**		**B**		**Ba**		**Be**	
		n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
	Weiße Elster (Oberlauf)										
5662	Göltzsch	3	2,0	298	22	302	82	302	509	302	5
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach			81	13	81	58	81	482	81	3,5
56612	Schwarzbach			70	10	70	71	70	556	70	3,5
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach			273	13	276	60	276	564	276	3,5
56614	Feilebach			50	11	57	42	57	490	57	2,5
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	2	0,5	56	7	59	40	59	372	59	2,5
56616	Rosenbach	8	0,5	95	14	97	80	97	476	97	3,5
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	1	0,5	106	14	108	53	108	494	108	3
56618	Trieb			113	16	178	84	178	539	178	6
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	2	0,5	67	10	67	58	67	448	67	2,5
	Zwickauer Mulde										
5411	Zwickauer Mulde Quellen - Mdg. Schwarzwasser			465	20	467	163	467	248	467	13
54121-27	Schwarzwasser Quelle - Mdg. Große Mittweida			117	70	117	225	117	418	117	7
54128	Große Mittweida			170	54	173	87	173	470	173	4,5

54129	Schwarzwasser Mdg. Große Mittweida - Mdg. ZM			53	73	54	115	54	540	54	4,5
5413	ZM Mdg. Schwarzwas-ser - Mdg. Rödelbach			195	54	196	76	196	573	196	4
5414	Rödelbach			191	24	194	58	194	400	194	11
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	13	0,91	44	39	44	70	44	563	44	3,7
5416	Lungwitzbach	15	1,3	22	55	22	66	22	485	22	3,3
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	64	1,5	64	14	64	49	64	513	63	2,5
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	85	1,5	85	12	85	50	85	528	85	2
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz			180	32	181	82	181	528	181	4
54182	Würschnitz Quelle-Mdg. Zwönitz	1	0,58	125	18	125	79	125	543	125	4
54189	Chemnitz	45	1,5	59	14	59	50	59	495	59	3,1

n – Anzahl, P50 – Median, Angaben in mg/kg

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 2/8

GEBKZ	**Bezeichnung**	**Bi**	**Bi**	**Cd**	**Cd**	**Co**	**Co**	**Cr**	**Cr**	**Cu**	**Cu**
		n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
	Weiße Elster (Oberlauf)										
5662	Göltzsch	5	2,5	44	0,4	302	13	302	64	302	30
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarz-bach			9	0,18	81	9	81	48	81	17
56612	Schwarzbach			8	0,28	70	10	70	65	70	30
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach			18	0,44	276	13	276	67	276	26
56614	Feilebach			7	0,51	57	23	57	94	57	30
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	17	0,5	2	1,8	59	25	59	134	59	38
56616	Rosenbach	51	1	4	0,33	97	33	97	77	97	35
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	5	0,5	12	0,85	108	23	108	116	108	47

56618	Trieb			29	0,29	178	13	178	72	178	29
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltz-sch	19	1	8	0,43	67	24	67	108	67	41
	Zwickauer Mulde										
5411	Zwickauer Mulde Quellen - Mdg. Schwarzwasser			47	0,1	467	2,5	467	8	467	12
54121-27	Schwarzwasser Quelle - Mdg. Große Mittweida			18	0,69	117	7	117	34	117	35
54128	Große Mittweida			23	1,1	173	9	173	45	173	36
54129	Schwarzwasser Mdg. Große Mittweida - Mdg. ZM			8	1,1	54	9	54	45	54	45
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach			29	0,94	196	12	196	67	196	39
5414	Rödelbach			18	0,47	194	7	194	30	194	22
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	13	0,86	19	1,4	44	14	44	66	44	42
5416	Lungwitzbach	8	0,55	10	0,9	22	12	22	60	22	41
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz					64	12	64	78	64	22
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	10	1,3	5	0,64	85	9	85	64	85	19
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz			19	0,5	181	13	181	71	181	39
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	1	0,58	16	0,55	125	13	125	78	125	40
54189	Chemnitz	5	0,56	7	1	59	11	59	70	59	26

n – Anzahl, P50 – Median, Angaben in mg/kg

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 3/8

GEBKZ	Bezeichnung	Hg	Hg	Li	Li	Mn	Mn	Mo	Mo	Ni	Ni
		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Weiße Elster (Oberlauf)										
5662	Göltzsch	49	0,12	302	100	302	797	299	1,5	302	47
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	80	0,06	81	56	80	512	81	0,5	81	27
56612	Schwarzbach	34	0,12	70	104	70	817	70	1	70	34

56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	247	0,1	276	86	276	841	276	0,5	276	43
56614	Feilebach	54	0,11	57	41	57	1050	57	0,5	57	103
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	57	0,13	59	35	59	1180	40	0,5	59	110
56616	Rosenbach	84	0,17	97	56	97	807	45	1,5	97	66
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	65	0,13	108	62	108	1170	103	1,5	108	109
56618	Trieb	29	0,1	178	100	178	727	178	1,5	178	44
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	27	0,18	67	66	67	1200	54	1,5	67	92
	Zwickauer Mulde										
5411	Zwickauer Mulde Quellen - Mdg. Schwarzwasser	47	0,06	467	180	467	289	466	1	467	9
54121-27	Schwarzwasser Quelle - Mdg. Große Mittweida	18	0,18	117	123	117	667	117	1	117	24
54128	Große Mittweida	23	0,1	173	62	173	775	173	0,5	173	27
54129	Schwarzwasser Mdg. Große Mittweida - Mdg. ZM	8	0,22	54	95	54	777	54	1	54	36
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	29	0,32	196	99	196	888	196	1	196	47
5414	Rödelbach	17	0,12	194	96	194	625	194	1,5	194	19
5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	19	0,23	44	73	44	987	44	1,5	44	47
5416	Lungwitzbach	17	0,18	15	45	22	762	15	1,5	22	55
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	64	0,12			64	655			64	38
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	85	0,09	5	22	85	644	5	0,44	85	22
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	72	0,11	181	93	181	943	181	1	181	44
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	16	0,14	125	101	125	1130	125	1	125	46
54189	Chemnitz	47	0,12	19	65	59	726	19	1	59	30

n – Anzahl, P50 – Median, Angaben in mg/kg

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 4/8

GEBKZ	Bezeichnung	Pb	Pb	Sn	Sn	Ti	Ti	V	V	W	W	Zn	Zn
		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Weiße Elster (Oberlauf)												
5662	Göltzsch	302	43	302	5	302	6040	5	110	301	8	301	195
56611	WE Quelle - Mdg. Schwarzbach	81	33	81	4	81	5240			81	4	81	115
56612	Schwarzbach	70	37	70	4,5	70	3870			70	7	70	159
56613	WE Mdg. Schwarzbach - Mdg. Feilebach	276	37	276	5	276	5840			274	7,5	274	173
56614	Feilebach	57	26	57	4	57	11300			50	4	50	183
56615	WE Mdg. Feilebach - Mdg. Rosenbach	59	27	59	4,5	59	12800	20	140	58	2	58	158
56616	Rosenbach	97	33	97	5	97	9890	61	119	96	3	96	184
56617	WE Mdg. Rosenbach - Mdg. Trieb	108	35	107	5	108	12500	6	94	107	1	107	223
56618	Trieb	178	32	178	4	178	6090			174	9	178	168
56619	WE Mdg. Trieb - Mdg. Göltzsch	67	35	67	5	67	11800	19	110	67	1	67	200
	Zwickauer Mulde												
5411	Zwickauer Mulde Quellen - Mdg. Schwarzwasser	467	41	467	65	467	2200			467	24	467	70
54121-27	Schwarzwasser Quelle - Mdg. Große Mittweida	117	50	117	152	117	4750			117	18	117	175
54128	Große Mittweida	173	67	173	8	173	5390			172	7	173	245
54129	Schwarzwasser Mdg. Große Mittweida - Mdg. ZM	54	56	54	17	54	6120			54	14	54	260
5413	ZM Mdg. Schwarzwasser - Mdg. Rödelbach	196	50	196	7	196	5640			196	7	196	200
5414	Rödelbach	194	54	194	7	194	4040			193	18	193	155

5415	ZM Mdg. Rödelbach - Mdg. Lungwitzbach	44	56	31	5	31	7360	13	68	43	5,3	44	300
5416	Lungwitzbach	22	81	14	6,5	14	5210	15	55	22	5,4	22	215
5417	ZM Mdg. Lungwitzbach - Mdg. Chemnitz	64	53	64	4,5	64	4290	64	43	64	9	64	168
5419	ZM Mdg. Chemnitz - Mdg. FM	85	35	80	3,8	80	4200	85	40	85	10	85	105
54181	Zwönitz Quelle - Mdg. Würschnitz	181	72	181	7	181	6400			180	4	180	204
54182	Würschnitz Quelle- Mdg. Zwönitz	125	68	124	7	124	5890	1	79	125	6	125	180
54189	Chemnitz	59	51	54	4,5	54	4400	45	47	59	8	59	165

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtlan 5/8

GEBKZ	Bezeichnung	Ag	Ag	As	As	B	B	Ba	Ba	Be	Be
		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Obere Elbe (Zuflüsse)										
53721	Wilde Weißeritz			227	64	233	40	233	465	233	4
53722	Rote Weißeritz			234	60	240	41	240	489	240	4,5
53729	Vereinigte Weißeritz			30	16	31	60	31	595	31	3,5
53718	Müglitz			281	38	288	32	288	613	288	4,5
53714	Gottleuba			222	23	225	39	225	509	225	4
537132	Biela			6	16	6	59	6	308	6	1,8
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz			164	23	193	48	193	435	193	2,5
537116	Krippenbach*			8	9,5	8	66	8	417	8	2,3
	Freiberger Mulde										
5421	FM Quelle - Mdg. Bobritzsch			411	41	416	39	416	586	416	3
5422	Bobritzsch			223	55	224	47	224	495	224	3
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	36	1,5	71	29	72	57	72	479	72	2,5
5424	Große Striegis	34	1,5	324	27	324	50	324	486	324	2,5

5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	23	1,5	23	12	23	52	23	478	23	2
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	14	0,45	14	11	14	55	14	423	14	1,6
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma			144	60	146	72	146	435	146	4,5
54262	Sehma			69	39	69	54	69	526	69	4
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preß-nitz			93	45	93	54	93	498	93	4,5
54264	Preßnitz			163	26	166	50	166	466	166	3,5
54265	Zschopau Mdg. Preß-nitz - Mdg. Wilisch			89	55	89	69	89	510	89	3,5
54266	Wilisch			67	56	68	96	68	451	68	4,5
54267	Zschopau Mdg. Wi-lisch - Mdg. Flöha			132	34	132	75	132	495	132	3,5
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	119	1,5	180	15	180	53	180	506	180	2,5
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz			93	44	93	35	93	508	93	4
542682	Schweinitz			47	66	47	46	47	476	47	4
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung			120	22	122	42	122	461	122	3
542684	Natzschung			34	39	34	38	34	485	34	4
542685	Flöha Mdg. Natz-schung - Mdg. Schwarze Pockau			120	22	122	42	122	461	122	3
542686	Schwarze Pockau			121	39	124	45	124	489	124	3
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz			241	24	242	55	242	490	242	3
542688	Große Lößnitz			70	21	71	44	71	486	71	3
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau			40	39	40	64	40	497	40	3,8

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 6/8

GEBKZ	Bezeichnung	Bi	Bi	Cd	Cd	Co	Co	Cr	Cr	Cu	Cu

		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Obere Elbe (Zuflüsse)										
53721	Wilde Weißeritz			37	1,1	233	6	233	34	233	22
53722	Rote Weißeritz			38	0,81	240	5	240	30	240	23
53729	Vereinigte Weißeritz			7	0,58	31	4,5	31	41	31	23
53718	Müglitz			42	1	287	5	288	35	288	23
53714	Gottleuba			49	0,88	225	7	225	42	225	20
537132	Biela			3	0,24	6	2	6	18	6	9,5
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz			9	0,72	193	5	193	35	193	20
537116	Krippenbach*					8	6,5	8	62	8	57
	Freiberger Mulde										
5421	FM Quelle - Mdg. BO			53	1,1	416	6	416	38	416	20
5422	Bobritzsch			29	2,7	224	5	224	34	224	23
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	10	3	6	1,6	72	13	72	84	72	24
5424	Große Striegis	11	3	41	0,87	324	8	324	51	324	20
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	10	3	1	0,4	23	8	23	73	23	16
5429	FM Mdg. Zschop. - Mdg. ZM	9	0,2	9	0,32	14	8,1	14	44	14	15
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma			16	1,1	146	5	146	32	146	28
54262	Sehma			12	0,56	69	6	69	31	69	25
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz			12	1,4	93	4,5	93	29	93	33
54264	Preßnitz			21	0,75	166	4,5	166	28	166	14
54265	Zschopau Mdg. Preß-nitz - Mdg. Wilisch			15	1,7	89	6	89	43	89	28
54266	Wilisch			8	0,46	68	8	68	58	68	38
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha			13	0,82	132	8	132	50	132	32
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	45	2,5	13	0,92	180	10	180	73	180	23
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz			18	0,68	93	5	93	32	93	16

542682	Schweinitz	7	1,5	47	5	47	35	47	22
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	12	0,52	122	5	122	34	122	14
542684	Natzschung	4	2,5	34	4,5	34	31	34	16
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pock-au	12	0,52	122	5	122	34	122	14
542686	Schwarze Pockau	15	1,4	124	4,5	124	32	124	21
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	39	0,7	242	6	242	40	242	16
542688	Große Lößnitz	10	0,8	71	6	71	38	71	16
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	8	2	40	9	40	57	40	29

*** zuzügl.53715, 53717, 537115, 537117, 537119, 537129, 537131, 537133, 537134, 537135, 537136, 537137, 537138,537139**

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 7/8

GEBKZ	Bezeichnung	Hg	Hg	Li	Li	Mn	Mn	Mo	Mo	Ni	Ni
		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Obere Elbe (Zuflüsse)										
53721	Wilde Weißeritz	37	0,09	233	58	233	527	233	0,5	233	19
53722	Rote Weißeritz	38	0,09	240	56	240	448	240	1	240	17
53729	Vereinigte Weißeritz	10	0,14	31	63	31	505	31	2	31	19
53718	Müglitz	57	0,09	288	60	288	546	288	1	288	22
53714	Gottleuba	171	0,07	225	58	225	495	224	0,5	225	28
537132	Biela	3	0,02	6	26	6	315	6	0,75	6	11
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	122	0,16	193	33	193	465	193	1	193	20
537116	Krippenbach*	8	0,13	8	21	8	416	8	0,5	8	30
	Freiberger Mulde										
5421	FM Quelle - Mdg. BO	61	0,09	416	55	416	504	416	0,5	416	19
5422	Bobritzsch	31	0,13	224	52	224	410	223	0,5	224	17
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	43	0,08	36	89	72	1020	43	0,5	72	34
5424	Große Striegis	78	0,08	290	53	324	636	290	1	324	26
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	23	0,05	1	16	23	550	1	0,77	23	17
5429	FM Mdg. Zschopau - Mdg. Zwickauer Mulde	14	0,08	9	12	14	540	9	0,53	14	25
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	67	0,08	146	66	146	424	146	0,5	146	19
54262	Sehma	12	0,08	69	56	69	427	69	0,5	69	18
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	16	0,09	93	62	93	413	93	0,5	93	18
54264	Preßnitz	21	0,06	166	39	166	398	166	0,5	166	17
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	18	0,1	89	66	89	457	89	0,5	89	26

54266	Wilisch	43	0,09	68	74	68	794	68	0,75	68	32
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	13	0,09	132	43	132	664	132	1	132	35
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	129	0,08	86	36	180	764	64	0,5	180	33
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	18	0,08	93	51	93	459	93	0,5	93	18
542682	Schweinitz	7	0,11	47	51	47	347	47	0,5	47	19
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	12	0,1	122	44	120	429	121	0,5	122	17
542684	Natzschung	4	0,09	34	53	34	384	34	0,5	34	16
542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwarze Pockau	12	0,1	122	44	120	429	121	0,5	122	17
542686	Schwarze Pockau	15	0,11	124	40	124	359	124	0,5	124	20
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößnitz	38	0,08	242	41	242	465	242	0,5	242	20
542688	Große Lößnitz	10	0,07	71	53	71	411	71	0,5	71	15
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	8	0,09	40	35	40	816	40	0,5	40	35

Anlage 4-4: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm im Erzgebirge/ Vogtland 8/8

GEBKZ	Bezeichnung	Pb	Pb	Sn	Sn	Ti	Ti	V	V	W	W	Zn	Zn
		n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
	Obere Elbe (Zuflüsse)												
53721	Wilde Weißeritz	233	109	233	8	233	3530			225	8	228	205
53722	Rote Weißeritz	240	96	240	17	240	3270			228	11	237	150
53729	Vereinigte Weißeritz	31	103	31	6	31	3610			27	4	29	185
53718	Müglitz	288	76	288	26	288	3960			273	13	284	170
53714	Gottleuba	225	59	225	6	225	4020			224	8	224	125
537132	Biela	6	33	6	3,8	6	1520			6	2,5	6	50
53719	Elbe Mdg. Müglitz - Mdg. Weißeritz	193	67	193	5	193	3860			65	6	131	130

537116	Krippenbach*	8	41	8	3,3	8	4900					8	143
	Freiberger Mulde												
5421	FM Quelle - Mdg. BO	416	91	416	5	416	4260			414	8	414	185
5422	Bobritzsch	224	152	224	8	224	3370			225	9	225	210
5423	FM Mdg. Bobritzsch - Mdg. Große Striegis	72	72	72	5,5	72	5170	36	49	71	7	71	135
5424	Große Striegis	324	66	324	4,5	324	4800	34	45	324	5	324	158
5425	FM Mdg. Große Striegis - Mdg. Zschopau	23	33	22	3,5	22	3960	23	39	23	6	23	65
5429	FM Mdg. Zschop. - ZM	14	41	5	3,5	5	4120	14	40	14	2,6	14	101
54261	Zschopau Quelle - Mdg. Sehma	146	69	146	19	146	3550			145	7	145	180
54262	Sehma	69	67	69	8	69	3410			69	3	69	145
54263	Zschopau Mdg. Sehma - Mdg. Preßnitz	93	66	93	12	93	3630			93	2	93	205
54264	Preßnitz	166	46	166	5	166	3460			165	6	165	125
54265	Zschopau Mdg. Preßnitz - Mdg. Wilisch	89	62	89	11	89	3910			89	7	89	210
54266	Wilisch	68	66	68	13	68	5060			68	9	68	223
54267	Zschopau Mdg. Wilisch - Mdg. Flöha	132	52	132	4,5	132	5150			132	10	132	160
54269	Zschopau Mdg. Flöha - Mdg. FM	180	43	177	4	177	4510	119	41	180	9	180	121
542681	Flöha Quelle - Mdg. Schweinitz	93	53	93	4,5	93	3740			92	12	92	135
542682	Schweinitz	47	68	47	7	47	3220			47	13	47	135
542683	Flöha Mdg. Schweinitz - Mdg. Natzschung	122	51	122	4,5	122	3540			122	9	122	100
542684	Natzschung	34	60	34	10	34	3550			34	17	33	125

542685	Flöha Mdg. Natzschung - Mdg. Schwar-ze Pockau	122	51	122	4,5	122	3540		122	9	122	100
542686	Schwarze Pockau	124	54	124	11	124	3360		124	10	124	143
542687	Flöha Mdg. Schwarze Pockau - Mdg. Gr. Lößn.	242	50	242	4	242	4380		242	9,5	242	110
542688	Große Lößnitz	71	50	71	4	71	4080		71	4	71	100
542689	Flöha Mdg. Große Lößnitz - Mdg. Zschopau	40	67	40	5,5	40	4680		40	9,5	40	180

*** zuzügl.53715, 53717, 537115, 537117, 537119, 537129, 537131, 537133, 537134, 537135, 537136, 537137, 537138,537139**

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 1/15

BfUL/FB51 – TUBAF/Mineralogie

Vergleichsmessung Wasserprobe SW-GM 9

1. Teilprobe: filtriert

2. Teilprobe: unfiltriert, HNO3-Mikrowelle

	BfUL SW-GM 9 filtriert µg/l	**TUBAF SW-GM 9 filtriert µg/l**	**BfUL SW-GM 9 unfiltriert µg/l**	**TUBAF SW-GM 9 unfiltriert µg/l**
Ag		<0,1		<0,1
Al	16	25,1	81	100
As	3,3	3,52	3,3	3,15
B	150		150	
Ba	37	44,8	37	45,7
Be		<0,1		<1
Bi		<0,5		<0,5
Cd	0,68	0,776	0,72	0,741
Ca	18		18	
Co	< 0,5	<0,1	< 0,5	0,160
Cr	< 1,0	1,28	< 1,0	1,65
Cu	2,7	3,13	5,8	3,71
Fe	< 0,1		< 0,1	
Hg		<0,1		<0,1
K	4,4		4,5	
Li		3,97		4,20
Mg	5,3		5,5	
Mn	1,6	4,35	7,8	9,34
Mo	< 0,5	0,212	< 0,5	0,228
Na	18		19	
Ni	5,0	5,04	6,0	5,41
Pb	< 0,5	0,162	< 0,5	0,516
Sb	< 1,0	0,360	< 1,0	0,344

Se	< 1,0	<2	< 1,0	<2
Sn	< 3	<0,2	< 3	<0,2
Ti		<1		2,48
Sr	75		74	
Tl	< 0,10	<0,1	< 0,10	<0,1
U	< 0,5	<0,1	< 0,5	<0,1
V	< 1,0	<0,1	< 1,0	0,113
W		<0,5		<0,5
Zn	100	88,3	110	86,4

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 2/15

BfUL/FB51 – TUBAF/Mineralogie

Vergleichsmessung Wasserprobe SW-SW 24

1. Teilprobe: filtriert

2. Teilprobe: unfiltriert, HNO3-Mikrowelle

	BfUL SW-SW-24 filtriert µg/l	**TUBAF SW-SW-24 filtriert µg/l**	**BfUL SW-SW-24 unfiltriert µg/l**	**TUBAF SW-SW-24 unfiltriert µg/l**
Ag		<0,1		<0,1
Al	18	28,2	158	186
As	6,8	7,26	7,5	7,62
B	77		72	
Ba	32	33,7	33	32,5
Be		<1		<1
Bi		<0,5		<0,5
Cd	0,37	0,363	0,50	0,463
Ca	18		18	
Co	< 0,5	0,245	< 0,5	0,549
Cr	< 1,0	0,682	< 1,0	1,02
Cu	2,8	3,11	7,4	4,21
Fe	< 0,10		0,24	

Hg		<0,1		<0,1
K	7,8		7,9	
Li		16,0		16,6
Mg	5,8		6,1	
Mn	20	22,1	44	47,4
Mo	0,75	0,721	0,66	0,755
Na	40		42	
Ni	12	11,8	13	14,0
Pb	< 0,5	0,179	< 0,5	0,706
Sb	1,6	1,89	1,6	1,81
Se	< 1,0	<2	< 1,0	<2
Sn	< 3	<0,2	< 3	<0,2
Ti		1,20		4,59
Sr	82		81	
Tl	< 0,10	<0,1	< 0,10	<0,1
U	1,9	2,19	2,3	2,14
V	0,82	0,569	< 1,0	0,985
W		<0,5		1,27
Zn	22	21,9	41	29,8

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 3/15

BfUL/FB51 – TUBAF/Mineralogie

Vergleichsmessung Sedimentproben ZM5AU und FM23HO

Fraktion <20 µm, HNO3/H2O2-Mikrowelle

	BfUL ZM 5 AU µg/g	**TUBAF ZM 5 AU µg/g**		**BfUL FM 23 HO µg/g**	**TUBAF FM 23 HO µg/g**
Ag		0,56	**Ag**		1,49
As	100	109	**As**	440	404
Ba		375	**Ba**		1200
Be		32,7	**Be**		13,5
Bi		34,3	**Bi**		6,88

Ca	4100		**Ca**	5400	
Cd	3,3	3,63	**Cd**	17	18,3
Co		25,1	**Co**		54,1
Cr	38	44,5	**Cr**	50	49,5
Cu	80	91,1	**Cu**	74	77,9
Fe	34000	42200	**Fe**	81000	88000
Hg	0,38	0,27	**Hg**	0,37	0,220
Li		254	**Li**		60,0
Mn	1500	1600	**Mn**	5100	5200
Mo		2,36	**Mo**		8,59
Ni	40	43,4	**Ni**	96	101
Pb	120	121	**Pb**	200	236
Sb		0,560	**Sb**		0,282
Se		3,23	**Se**		3,80
Sn		11,0	**Sn**		1,24
Ti		738	**Ti**		323
Tl	2,0	2,34	**Tl**	1,3	1,32
U	53	48,6	**U**	7,5	7,16
V		49,3	**V**		65,4
W		5,77	**W**		0,860
Zn	460	552	**Zn**	1000	1110

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 4/15

TUBAF/Mineralogie

Wasserstandard TMDA 62, Angaben in µg/l

	Messung						**Statistik**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**MW**	**RSD**	**n**	Soll	2sigma
As	52,1	52,0	[56,0]	52,4	[50,5]	52,5	**52,3**	0,5	4	51,7	7,0
Ba	108	112	114	103	107	114	**110**	4,0	6	115	8,9
Be	57,8	58,4	55,8	50,5	49,7	54,5	**54,5**	6,7	6	54,0	6,5
Bi	51,2	[17,9]	59,0	54,3	54,9	56,7	**55,2**	5,2	5	51,0	k.A.

Cd	88,2	94,5	93,3	85,1	86,1	91,1	**89,7**	4,3	6	90,2	8,3
Co	92,9	105	103	95,4	93,6	98,5	**98,1**	5,1	6	99,7	7,8
Cr	89,4	99,7	98,8	89,7	85,2	95,2	**93,0**	6,2	6	92,7	8,8
Cu	100	115	108	102	97,8	113	**106**	6,7	6	106	11,0
Hg	0,17	<0,1	nb	nb	<0,1	0,21	**<0,2**			k.A.	k.A.
Li	60,8	55,5	58,2	54,7	53,3	59,3	**57,0**	5,1	6	57,0	6,5
Mn	94,1	111	103	95,9	92,7	104	**100**	7,1	6	103	9,1
Mo	94,9	101	102	93,8	94,4	97,4	**97,3**	3,6	6	97,1	8,9
Ni	93,6	103	105	95,8	91,9	100	**98,2**	5,4	6	97,7	8,5
Pb	96,6	95,5	100	94,0	95,2	99,1	**96,7**	2,4	6	99,3	10,5
Sb	67,6	[37,1]	62,8	56,5	57,3	61,4	**61,1**	7,4	5	57,0	11,0
Se	50,6	[65,8]	52,1	50,3	49,7	47,9	**50,1**	3,0	5	50,4	6,8
Sn	108	94,3	120	112	113	118	**111**	8,3	6	106	k.A.
Ti	nb	nb	[54,4]	72,8	71,1	77,9	**73,9**	4,8	3	k.A.	k.A.
Tl	46,6	48,3	52,5	48,2	48,3	51,6	**49,3**	4,6	6	51,3	3,9
U	47,0	[34,2]	53,7	50,5	50,6	52,7	**50,9**	5,1	5	52,4	5,4
V	104	108	109	102	104	108	**106**	2,7	6	108	8,4
W	<0,1	<0,1	nb	nb	<0,1	<0,1	**<0,1**			k.A.	k.A.
Zn	121	[159]	129	126	124	137	**127**	4,8	5	117	k.A.

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer, k.A. - keine Angaben

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 5/15

TUBAF/Mineralogie

Wasserstandard TMDA 51.3, Angaben in µg/l

	Messung									**Statistik**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**MW**	**RSD**	**n**	Soll	2sig.
Ag	13,0	13,2	14,4	14,2	13,9	13,0	13,4	13,0	13,9	**13,6**	4,1	9	13,2	1,4
Al	109	112	nb	122	nb	nb	nb	nb	nb	**114**	6,0	3	96,8	9,4
As	16,4	16,6	16,8	17,6	17,2	16,2	19,8	16,4	13,2	**16,7**	10,2	9	15,8	2,0
Ba	72,3	86,7	78,3	92,9	90,7	74,6	76,5	72,3	90,8	**81,7**	10,4	9	75,4	6,5
Be	9,9	10,3	10,8	10,8	10,4	9,91	10,8	9,91	10,4	**10,4**	3,7	9	9,83	1,09

Bi	14,1	14,8	[8,6]	14,4	14,5	13,9	[18,8]	14,1	14,5	**14,3**	2,2	7	12,9	k.A.
Cd	26,0	26,9	29,0	27,9	27,0	26,0	25,6	26,0	27,0	**26,8**	4,1	9	25,8	2,5
Co	79,8	82,9	73,4	89,4	87,2	81,5	77,5	79,8	87,3	**82,1**	6,3	9	89,2	5,6
Cr	65,8	68,5	70,6	68,6	69,6	64,5	75,1	65,8	69,7	**68,7**	4,6	9	67,5	5,1
Cu	82,0	84,8	94,2	89,2	95,9	90,2	97,0	82,0	96,3	**90,2**	6,8	9	89,2	8,6
Hg	0,155	[<0,1]	[0,315]	0,148	0,198	0,206	[<0,1]	0,155	0,199	**0,177**	15,1	6	k.A.	k.A.
Li	17,1	18,1	17,5	18,7	17,8	17,6	20,2	17,1	17,8	**18,0**	5,4	9	17,6	1,7
Mn	96,7	98,8	88,0	107	104	98,8	92,5	96,7	104	**98,5**	6,1	9	84,9	7,1
Mo	56,6	59,0	57,9	58,7	57,9	57,1	[63,5]	56,6	58,1	**57,7**	1,6	8	58,4	5,5
Ni	66,5	67,4	70,7	73,1	68,7	66,4	76,4	66,5	68,9	**69,4**	5,0	9	68,3	5,1
Pb	76,5	81,6	75,4	83,3	82,2	78,9	74,6	76,5	82,0	**79,0**	4,2	9	73,3	5,7
Sb	14,7	15,2	15,7	16,4	15,8	14,7	14,6	14,7	15,8	**15,3**	4,3	9	13,8	3,1
Se	13,7	13,7	16,1	14,2	14,9	13,4	11,9	13,7	15,0	**14,1**	8,4	9	13,2	2,3
Sn	20,3	20,0	20,2	21,1	20,3	19,3	21,4	20,3	20,3	**20,4**	3,0	9	18,4	2,0
Ti	13,5	15,0	14,0	14,0	14,6	13,8	nb	nb	nb	**14,2**	3,9	6	13,6	1,2
Tl	20,3	21,3	22,6	21,8	21,6	20,4	22,2	20,3	21,6	**21,3**	4,0	9	21,1	1,9
U	35,9	37,1	31,3	38,2	38,3	36,3	29,9	35,9	38,3	**35,7**	8,6	9	29,1	4,1
V	54,6	47,5	49,7	60,6	57,9	56,2	52,9	54,6	57,9	**54,7**	7,6	9	48,4	3,9
W	15,8	15,9	14,1	16,0	16,2	14,3	nb	15,8	16,2	**15,5**	5,4	8	15,4	k.A.
Zn	141	149	161	154	154	142	[121]	141	154	**150**	5,0	8	137	14

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer, k.A. - keine Angaben

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 6/15

TUBAF/Mineralogie

Wasserprobe FM19BE, filtriert, Angaben in µg/l

	Messung						Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Al	36,4	43,2	41,5	35,4	39,9	[63,8]	**39,3**	8,4	5
As	1,68	1,49	1,91	1,78	[2,81]	1,51	**1,67**	10,7	5
Ba	70,8	69,6	72,5	71,7	[102]	73,0	**71,5**	1,9	5
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Bi	<0,5	<0,5	[2,26]	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,147	0,159	0,155	0,142	[0,207]	0,140	**0,149**	5,5	5
Co	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Cr	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Cu	1,34	1,43	1,46	1,30	1,59	1,32	**1,41**	7,8	6
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	3,20	2,97	3,35	3,14	[5,10]	3,11	**3,15**	4,4	5
Mn	7,28	8,30	8,32	7,50	8,16	7,35	**7,82**	6,3	6
Mo	0,10	<0,1	<0,1	0,14	0,22	0,21	**<0,2**		4
Ni	1,24	1,28	1,34	1,22	1,19	[0,970]	**1,25**	4,6	5
Pb	0,115	0,117	0,140	0,121	0,171	0,150	**0,136**	16,4	6
Sb	0,134	<0,1	<0,1	0,142	0,216	0,140	**<0,2**		4
Se	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
V	0,378	0,375	0,433	0,319	0,395	0,500	**0,400**	15,3	6
W	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Zn	7,76	11,8	11,9	7,86	9,40	10,6	**9,89**	18,7	6

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 7/15

Wasserprobe ZM5AU, filtriert, Angaben in µg/l

	Messung						Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
As	1,51	1,54	1,51	1,40	1,36	1,60	**1,49**	6,0	6
Ba	30,7	32,8	31,1	29,1	30,1	34,7	**31,4**	6,4	6
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,24	0,25	0,24	0,22	0,23	0,27	**0,24**	7,8	6
Co	0,31	0,34	0,33	[<0,1]	0,31	0,37	**0,33**	7,1	5
Cr	<1	<1	<1	<1	<1	1,22	**<1**		1
Cu	2,11	2,19	2,02	2,04	1,92	[2,50]	**2,06**	4,9	5
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	12,7	11,6	12,1	11,1	10,8	12,4	**11,8**	6,3	6
Mn	104	103	96,0	91,9	88	115	**99,7**	9,8	6
Mo	0,13	<0,1	0,15	0,11	<0,1	0,11	**0,12**	15,8	4
Ni	1,51	1,67	1,61	1,58	1,49	1,85	**1,62**	8,1	6
Pb	0,25	0,27	0,25	0,21	0,21	0,29	**0,25**	12,0	6
Sb	0,22	0,23	0,21	0,21	0,21	0,24	**0,22**	6,0	6
Se	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Ti	10,3	10,9	9,77	9,68	10,4	10,3	**10,2**	4,4	6
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	1,77	1,90	1,80	1,51	1,63	2,00	**1,77**	10,0	6
V	0,26	0,24	0,26	0,22	<0,1	[0,49]	**0,24**	8,6	4
W	0,14	0,14	0,13	<0,1	0,12	0,16	**0,14**	9,4	5
Zn	16,4	16,9	16,3	15,5	15,4	18,8	**16,6**	7,5	6

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 8/15

Wasserprobe SW-GM9, filtriert, Angaben in µg/l

	Messung					Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Al	27,2	24,8	27,4	23,9	22,3	**25,1**	8,7	5
As	3,56	3,26	3,56	3,46	3,74	**3,52**	5,0	5
Ba	45,3	44,7	42,8	43,1	48,2	**44,8**	4,8	5
Be	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Bi	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,805	0,765	0,769	0,726	0,814	**0,776**	4,5	5
Co	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Cr	[1,08]	1,31	1,26	1,25	1,30	**1,28**	2,3	4
Cu	3,19	3,10	3,11	2,98	3,27	**3,13**	3,5	5
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	3,95	[3,69]	3,95	3,99	3,97	**3,97**	0,5	4
Mn	4,49	4,37	4,17	4,06	4,66	**4,35**	5,5	5
Mo	[0,338]	0,211	[0,482]	0,205	0,220	**0,212**	3,6	3
Ni	5,16	4,92	4,73	5,00	5,40	**5,04**	5,0	5
Pb	0,157	0,134	[0,239]	0,174	0,183	**0,162**	13,3	4
Sb	0,384	0,370	0,335	0,340	0,371	**0,360**	5,9	5
Se	<2	<2	<2	<2	<2	**<2**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Ti	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
V	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
W	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Zn	95	86,8	83,0	83,7	92,8	**88,3**	6,1	5

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

TUBAF/Mineralogie

Wasserprobe SW-GM9, unfiltriert, HNO_3-Mikrowelle, Angaben in µg/l

	Messung											Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	0,133	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,112	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Al	104	102	92,1	118	88,3	91,3	105	nb	nb	nb	nb	**100**	10,2	7
As	[<1]	[<1]	[<1]	3,22	3,48	3,28	[<1]	2,90	2,93	3,08	3,12	**3,15**	6,4	7
Ba	45,8	44,1	45,5	47,1	47,1	46,9	44,4	45,2	45,5	45,4	45,3	**45,7**	2,2	11
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,784	0,750	0,742	0,780	0,791	0,830	0,754	0,678	0,684	0,687	0,670	**0,741**	7,3	11
Co	0,147	0,137	0,150	0,169	0,182	0,182	0,152	0,161	0,150	0,163	0,163	**0,160**	8,9	11
Cr	1,62	1,63	1,70	1,67	1,68	1,60	1,69	1,64	1,60	1,71	1,64	**1,65**	2,3	11
Cu	3,48	3,20	3,93	3,55	4,17	4,07	3,87	3,36	3,37	3,91	3,85	**3,71**	8,8	11
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,101	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	4,3	4,05	4,14	4,39	4,51	4,46	4,10	4,01	4,05	4,14	4,04	**4,20**	4,4	11
Mn	8,83	8,75	9,43	9,69	10,2	10,1	9,27	8,98	8,89	9,37	9,25	**9,34**	5,3	11
Mo	0,261	0,158	0,184	0,319	0,269	0,229	0,189	0,298	0,209	0,197	0,199	**0,228**	22,5	11
Ni	5,4	5,06	5,23	5,65	5,93	5,73	5,3	5,3	5,14	5,46	5,28	**5,41**	4,9	11
Pb	0,412	0,401	0,586	0,446	0,604	0,590	0,570	0,446	0,421	0,598	0,601	**0,516**	17,1	11
Sb	0,335	0,310	0,321	0,383	0,370	0,370	0,314	0,344	0,359	0,333	0,344	**0,344**	7,1	11
Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**<2**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Ti	2,43	2,10	2,17	2,95	2,17	3,06	nb	nb	nb	nb	nb	**2,48**	17,1	6
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
V	0,122	0,103	0,108	<0,1	<0,1	0,112	0,124	0,118	0,111	0,107	<0,1	**0,113**	6,7	8
W	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Zn	87,1	83,9	85,0	90,3	91,8	91,5	87,2	82,4	83,9	83,4	83,4	**86,4**	4,0	11

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 10/15

TUBAF/Mineralogie

Wasserprobe SW-SW24, filtriert, Angaben in µg/l

	Messung						Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Al	29,6	27,2	29,5	27,9	23,5	31,4	**28,2**	9,7	6
As	7,62	7,14	7,04	7,01	7,38	7,38	**7,26**	3,3	6
Ba	38,6	31,0	35,3	35,5	30,9	30,9	**33,7**	9,6	6
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,361	0,374	0,346	0,339	0,380	0,380	**0,363**	4,9	6
Co	0,256	0,253	0,231	0,236	0,247	0,247	**0,245**	4,0	6
Cr	0,587	0,738	0,776	0,665	0,664	0,664	**0,682**	9,7	6
Cu	3,25	3,08	3,01	2,92	3,19	3,19	**3,11**	4,1	6
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	15,7	14,9	16,6	15,9	16,3	16,3	**16,0**	3,8	6
Mn	23,2	22,0	20,6	20,0	23,3	23,3	**22,1**	6,6	6
Mo	0,792	0,689	0,753	0,692	0,700	0,700	**0,721**	5,8	6
Ni	12,5	11,5	11,0	11,4	12,2	12,2	**11,8**	4,9	6
Pb	0,181	0,163	0,196	0,175	0,180	0,180	**0,179**	5,9	6
Sb	2,02	1,88	1,81	1,75	1,93	1,93	**1,89**	5,1	6
Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**<2**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Ti	1,20	1,20	nb	nb	nb	nb	**1,20**		2
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	2,31	2,25	2,12	2,09	2,19	2,19	**2,19**	3,7	6
V	0,578	0,560	0,580	[0,510]	0,564	0,564	**0,569**	1,6	5
W	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Zn	23,4	21,5	20,6	20,4	22,8	22,8	**21,9**	5,8	6

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 11/15

TUBAF/Mineralogie

Wasserprobe SW-SW24, unfiltriert, HNO_3-Mikrowelle, Angaben in µg/l

	Messung									Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Al	192	169	160	210	230	178	186	186	160	**186**	12,4	9
As	7,44	7,31	7,89	8,30	6,99	7,07	7,82	7,90	7,88	**7,62**	5,8	9
Ba	32,1	31,4	33,7	34,6	30,5	31,1	33,0	33,5	32,6	**32,5**	4,1	9
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	**<1**		
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	**<0,5**		
Cd	0,459	0,432	0,499	0,508	0,425	0,434	0,466	0,492	0,453	**0,463**	6,6	9
Co	0,578	0,521	0,593	0,621	0,492	0,503	0,540	0,565	0,527	**0,549**	7,9	9
Cr	1,02	0,962	1,10	1,14	0,848	0,835	1,08	1,09	1,08	**1,02**	11,0	9
Cu	3,96	4,15	4,18	4,44	3,95	3,92	4,45	4,43	4,43	**4,21**	5,5	9
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	**<0,1**		
Li	16,1	15,5	17,4	18,8	14,9	15,4	16,7	17,3	17,0	**16,6**	7,4	9
Mn	44,7	42,7	59,7	60,8	41,4	42,4	44,2	45,7	44,8	**47,4**	15,7	9
Mo	0,806	0,727	0,763	0,801	0,681	0,727	0,742	0,792	0,755	**0,755**	5,4	9
Ni	13,8	13,4	14,6	15,2	12,6	13,1	14,3	14,9	14,3	**14,0**	6,2	9
Pb	0,714	0,699	0,693	0,726	0,656	0,670	0,743	0,735	0,721	**0,706**	4,2	9
Sb	1,79	1,76	1,90	1,93	1,69	1,72	1,83	1,86	1,84	**1,81**	4,4	9
Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	**<2**		
Sn	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**<0,2**		
Ti	nb	nb	nb	4,90	4,48	3,93	5,04	nb	nb	**4,59**	10,9	4
Tl	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**<0,1**		
U	2,16	2,11	2,14	2,20	2,00	2,04	2,23	2,20	2,16	**2,14**	3,6	9
V	0,957	0,933	0,994	1,055	0,912	0,913	0,998	1,04	1,06	**0,985**	6,0	9
W	2,26	2,02	0,89	0,87	1,08	1,06	1,13	1,13	1,00	**1,27**	39,7	9
Zn	31,8	28,4	31,6	34,9	27,0	26,7	29,0	28,7	30,0	**29,8**	8,8	9

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen

nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 12/15

TUBAF/Mineralogie

Sedimentstandard STSD, HNO_3/H_2O_2-Mikrowelle, Angaben in mg/kg

	Messung												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Ag	0,623	0,549	0,539	0,534	0,428	0,539	0,476	0,377	0,797	0,690	0,503	0,540	0,486
As	34,7	32,5	33,1	33,1	37,1	32,7	37,0	34,4	40,5	39,1	36,9	32,9	32,8
Ba	108	104	111	157	161	130	152	154	142	161	nb	134	146
Be	2,91	2,85	2,91	3,39	3,50	3,30	3,56	3,05	3,64	3,60	2,95	3,0	3,08
Bi	4,11	[5,50]	4,61	3,97	4,11	3,97	4,21	3,31	4,34	4,06	3,87	3,58	3,96
Cd	0,992	0,892	0,885	0,852	0,978	0,816	0,868	0,891	0,989	0,950	0,846	0,840	0,798
Co	17,3	16,1	16,5	17,2	18,0	16,5	18,7	16,9	18,6	17,9	16,4	15,6	15,9
Cr	48,6	46,9	51,3	69,0	71,7	55,9	68,7	60,9	60,8	56,9	59,5	50,4	54,6
Cu	45,2	43,1	43,7	42,5	45,3	41,8	48,6	46,4	55,5	52,9	50,0	46,1	47,6
Fe	[38500]	42700	44500	46500	42400	49100	44500	47800	46900	44000	nb	45200	47500
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	[0,37]	[0,19]	<0,1
Li	51,6	43,9	47,5	62,9	65,7	56,1	63,7	60,6	65,9	69,3	55,8	52,1	58,3
Mn	764	756	791	848	844	824	900	898	857	859	nb	852	898
Mo	13,0	11,3	11,5	6,04	7,03	10,6	11,0	9,73	12,7	10,6	11,3	11,0	10,1
Ni	53,2	48,0	50,6	51,1	52,8	48,7	53,8	51,1	56,7	55,2	47,6	45,1	45,6
Pb	64,1	63,5	62,4	63,4	67,7	62,2	65,5	60,9	68,3	65,6	61,4	67,2	[54,5]
Sb	0,276	0,262	0,253	[<0,2]	[<0,2]	0,268	0,428	0,293	0,627	0,350	0,552	0,420	0,393
Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	[2,17]	[2,24]	<2	<2	<2
Sn	0,565	0,726	0,832	0,652	0,684	1,18	1,29	1,19	2,07	1,93	1,71	1,74	1,22
Ti	1480	1440	1860	2270	1790	1770	2270	2120	2230	2150	nb	2100	2130
Tl	0,285	0,277	0,291	0,393	0,406	0,321	0,346	0,347	0,397	0,420	0,338	0,320	0,298
U	nb	nb	nb	nb	nb	nb	16,2	14,6	16,9	16,4	15,4	14,1	13,2
V	52,4	50,6	56,5	73,3	75,6	64,4	74,8	70,0	66,1	62,4	65,3	60,0	64,6
W	0,988	0,918	0,905	[<0,5]	[<0,5]	0,669	[<0,5]	[<0,5]	[<0,5]	[<0,5]	0,598	0,640	0,668

Zn	206	210	213	217	214	219	260	257	248	240	nb	235	237

Blau – ICP-AES, schwarz – ICP-MS, Soll1 – Totalaufschluss, Soll2 - HCL/HNO_3-Aufschluss

	MW	RSD	n	Soll 1	Soll 2		MW	RSD	n	Soll 1	Soll 2
Ag	**0,545**	20,0	13	0,5	0,5	**Mo**	**10,5**	18,8	13	13	13
As	**35,1**	7,7	13	42	32,0	**Ni**	**50,7**	7,1	13	53	47
Ba	**138**	15,1	12	540		**Pb**	**64,4**	3,9	12	66	66
Be	**3,21**	9,2	13	5,2		**Sb**	**0,375**	33,4	11	4,8	2,6
Bi	**4,01**	8,3	12			**Se**	**<2**				
Cd	**0,892**	7,4	13		0,8	**Sn**	**1,21**	42,4	13	5	
Co	**17,0**	5,9	13	19	17,0	**Ti**	**1970**	14,9	12		
Cr	**58,1**	13,8	13	116	50,0	**Tl**	**0,341**	14,3	13	4870	
Cu	**46,8**	8,7	13	47	43,0	**U**	**15,3**	8,8	7		
Fe	**45600**	4,8	11	52000	41000	**V**	**64,3**	12,4	13	101	58,0
Hg	**<0,1**				0,046	**W**	**0,769**	20,9	7	7	
Li	**58,0**	13,2	13	65		**Zn**	**230**	8,2	12	246	216
Mn	**841**	5,9	12	1060	720						

TUBAF/Mineralogie

Sediment FM23HO, Fraktion <20 µm, HNO3/H2O2-Mikrowelle, Angaben in mg/kg

	Messung							Statistik		
	1	2	3	4	5	6	7	MW	RSD	n
Ag	1,56	2,22	1,26	1,76	1,09	1,30	1,21	**1,49**	26,6	7
As	429	422	364	419	388	401	402	**404**	5,6	7
Ba	1310	1300	1000	1250	1160	1270	1120	**1201**	9,5	7
Be	14,4	[19,7]	12,0	16,0	12,3	13,6	12,7	**13,5**	11,2	6
Bi	6,96	[10,6]	6,04	8,27	6,55	7,05	6,41	**6,88**	11,3	6
Cd	18,8	[26,8]	15,8	21,8	18,1	18,0	17,2	**18,3**	11,0	6
Co	57,3	54,5	[45,5]	54,5	53,1	53,9	51,4	**54,1**	3,6	6
Cr	54,7	60,7	38,5	53,6	36,6	54,2	48,5	**49,5**	18,0	7
Cu	79,7	111,0	64,1	93,6	74,2	62,3	60,2	**77,9**	24,1	7
Fe	98700	98900	81100	95000	80400	85000	76700	**87971**	10,6	7
Hg	0,233	[0,660]	0,148	0,272	0,286	0,132	0,251	**0,220**	29,5	6
Li	61,1	81,2	49,8	66,6	46,2	61,1	54,3	**60,0**	19,5	7
Mn	5660	5810	4690	5550	4960	5140	4600	**5201**	9,2	7
Mo	8,11	11,3	6,75	9,75	8,04	8,18	7,99	**8,59**	17,2	7
Ni	106	101	[83,7]	104	97,1	102	97,2	**101**	3,5	6
Pb	215	322	190	276	213	225	211	**236**	19,6	7
Sb	0,262	0,328	0,210	0,324	[<0,2]	0,270	0,299	**0,282**	15,8	6
Se	3,91	4,89	2,88	4,31	3,84	3,60	3,18	**3,80**	17,8	7
Sn	1,58	0,995	0,849	1,18	0,958	[2,79]	1,85	**1,24**	32,0	6
Ti	427	264	290	301	165	431	385	**323**	30,0	7
Tl	1,36	1,77	1,07	1,42	1,04	1,36	1,21	**1,32**	18,8	7
U	7,52	[11,2]	6,19	8,68	6,76	6,95	6,87	**7,16**	12,0	6
V	72,5	80,9	51,6	72,3	50,0	69,0	61,6	**65,4**	17,6	7
W	[<0,5]	1,17	0,509	0,888	0,873	[<0,5]	[<0,5]	**0,860**	31,5	4
Zn	1190	1210	975	1150	1100	1150	1030	**1115**	7,7	7

Blau – ICP-AES, schwarz – ICP-MS,

MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 14/15

TUBAF/Mineralogie

Sediment ZM5AU, Fraktion <20 µm, HNO3/H2O2-Mikrowelle, Angaben in mg/kg

	Messung					Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	0,77	0,70	0,43	0,52	0,38	**0,56**	30,5	5
As	113	111	104	111	107	**109**	3,3	5
Ba	353	356	393	384	390	**375**	5,1	5
Be	32,6	33,5	30,4	30,8	36,2	**32,7**	7,1	5
Bi	34,7	34,2	34,6	34,4	33,5	**34,3**	1,4	5
Cd	3,80	3,73	3,49	3,66	3,47	**3,63**	4,0	5
Co	25,2	25,2	23,9	25,3	26,1	**25,1**	3,1	5
Cr	40,1	40,6	49,2	49,9	42,7	**44,5**	10,6	5
Cu	89,3	89,4	87,0	95,1	94,9	**91,1**	4,0	5
Fe	41400	41400	43200	43000	42100	**42220**	2,0	5
Hg	0,16	0,28	0,36	0,25	0,29	**0,27**	27,4	5
Li	251	254	241	246	277	**254**	5,5	5
Mn	1560	1550	1610	1600	1680	**1600**	3,2	5
Mo	2,63	2,63	2,26	2,43	1,87	**2,36**	13,4	5
Ni	44,6	45,7	39,9	43,3	43,4	**43,4**	5,0	5
Pb	125	124	118	122	115	**121**	3,5	5
Sb	0,70	0,75	0,28	0,53	[<0,2]	**0,56**	37,2	4
Se	3,27	3,26	3,16	[8,86]	[<2]	**3,23**	1,9	3
Sn	9,54	10,3	11,7	17,3	6,12	**11,0**	37,1	5
Ti	731	752	759	850	599	**738**	12,2	5
Tl	2,35	2,32	2,35	2,42	2,27	**2,34**	2,3	5
U	50,8	49,8	48,5	48,2	45,5	**48,6**	4,1	5
V	45,8	48,2	54,3	[70,7]	48,9	**49,3**	7,3	4
W	6,88	6,37	[1,15]	4,06	[<1]	**5,77**	26,0	3

Zn	538	549	572	565	538	**552**	2,8	5

Blau – ICP-AES, schwarz – ICP-MS,
MW – Mittelwert, RSD – relative Standardabweichung, n – Anzahl der Bestimmungen
nb - nicht bestimmt, [ ] – Ausreißer

Anlage 5-1: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der analytischen Qualitätssicherung 15/15

TUBAF/Mineralogie

Sediment SW-GM3, Fraktion <20 µm, HNO3/H2O2-Mikrowelle, Angaben in mg/kg

	Messung							Statistik		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**MW**	**RSD**	**n**
Ag	0,340	0,506	0,518	0,340	0,482	0,497	0,524	**0,458**	17,9	7
As	73,9	80,7	83,2	75,1	92,0	92,8	92,0	**84,2**	9,7	7
Ba	268	204	130	196	137	nb	nb	**187**	30,1	5
Be	3,79	3,81	4,40	[6,2]	3,66	3,19	3,38	**3,7**	11,3	6
Bi	1,50	1,50	1,12	1,31	1,93	1,82	1,78	**1,57**	18,7	7
Cd	1,88	2,06	2,15	1,94	2,25	2,31	2,41	**2,14**	9,1	7
Co	11,1	11,9	12,4	11,4	12,9	14,1	13,7	**12,5**	9,1	7
Cr	73,1	62,7	46,5	59,1	51,8	nb	nb	**58,6**	17,5	5
Cu	31,6	37,6	39,3	31,4	39,0	42,7	41,6	**37,6**	12,0	7
Fe	35500	35800	34500	36900	33100	nb	nb	**35200**	4,1	5
Hg	0,137	0,102	0,109	0,115	[<0,1]	[<0,1]	0,190	***0,131***	27,3	5
Li	66,0	69,6	69,2	66,8	80,2	[97,8]	77,2	**71,5**	8,1	6
Mn	533	541	476	501	511	nb	nb	**512**	5,1	5
Mo	0,659	0,621	0,543	0,619	0,842	0,463	0,565	***0,616***	19,2	7
Ni	46,9	50,1	51,7	45,7	54,6	60,5	57,7	**52,5**	10,4	7
Pb	77,8	86,9	72,2	76,0	83,3	nb	nb	**79,2**	7,4	5
Sb	[<0,2]	0,447	0,480	[<0,2]	0,474	0,478	0,480	***0,472***	3,0	5
Se	2,46	2,37	2,82	2,34	2,91	2,87	3,10	**2,70**	11,2	7
Sn	1,09	1,52	1,54	1,08	0,53	1,43	1,74	**1,28**	32,0	7
Ti	707	725	430	712	455	nb	nb	**606**	24,7	5
Tl	0,569	0,545	0,569	0,573	0,520	0,557	[0,658]	**0,556**	3,6	6
U	4,77	4,92	5,13	4,72	5,18	5,89	5,66	**5,18**	8,6	7
V	75,0	58,8	59,5	79,4	51,7	68,0	68,2	**65,8**	14,8	7

W	[<0,1]	0,139	0,142	[<0,1]	0,14	[<0,1]	[<0,1]	**[<0,1]**		
Zn	217	221	192	200	201	nb	nb	**206**	6,0	5

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Lokalitäten

PNUM	Fluss	Ort	RW	HW
	Zuflüsse zur FM			
FM1	Steinbach/Roter Fluss	oh. Holzhau, Mdg.	4614280	5622320
FM2	Bach am Brettellenweg	Holzhau, Mdg.	4611530	5623510
FM3	Bach am Trostgrundweg	Rechenberg, Mdg.	4610050	5622900
FM4	Grundbächel	Bienenmühle, B171, Mdg.	4608250	5624060
FM5	Clausnitzer Dorfb.	Clausnitz, Mdg.	4605780	5625350
FM6	Clausnitzer Dorfb.	Clausnitz, uh. Rachel	4605530	5623640
FM7	Nassauer Dorfbach	uh. Nassau, Mdg.	4605040	5627370
FM8	Chemnitzbach	oh. Mulda	4599090	5630120
FM9	Chemnitzbach	Dorfchemnitz, oh. Voigstdorfer B.	4602240	5624210
FM10	Voigtsdorfer Bach	Dorfchemnitz, Mdg.	4601440	5625050
FM11	Zethaubach	Mulda, oh. Helbigsdorfer Bach	4598580	5631270
FM12	Helbigsdorfer Bach	Mulda, Mdg. in Zethaubach	4598350	5631660
FM13	Weigmannsdorfer Bach	Lichtenberg, Mdg.	4598350	5634580
FM16	Gimmlitz	oh. Kalkwerk	4614160	5625010
FM17	Gimmlitz	oh. Krötenbach	4611750	5627690
FM18	Krötenbach	oh. Krötenteich	4611750	5627410
FM19	Kleine Gimmlitz	Mdg.	4610060	5628080
FM20	Gimmlitz	oh. Dittersbach/Tsp. Lichtenberg	4606620	5629940
FM14	Gimmlitz	Lichtenberg, Mdg.	4599820	5634770
FM15	Münzbach	oh. Erzengler	4594540	5635135
FM21	Goldbach	oh. Freiberg	4592860	5641570
FM22	Kleinwaltersdorfer Bach	oh. Kleinwaltersdorf	4591800	5643380
FM23	Kleinwaltersdorfer Bach	uh. Kleinwaltersdorf	4592100	5647940
FM24	Bach von Großvoigtsberg	Erzwäsche	4591470	5650690
FM29MÜ	Münzbach	Halsbrücke, Mdg.	4593490	5647700

	Freiberger Mulde			
FM23HO	Freiberger Mulde	oh. Holzhau, Grenze	4615670	5622320
FM19BE	Freiberger Mulde	oh. Berthelsdorf	4598150	5636230
FM12OB	Freiberger Mulde	uh. Obergruna	4593930	5654610
	Bobritzsch			
BO1	Bobritzsch	oh. Reichenau	4612140	5629470
BO2	Kuttelbach	uh. Frauenstein	4609270	5631370
BO3	Bobritzsch	oh. Friedersdorfer Bach	4606640	5635120
BO4	Friedersdorfer Bach	Mdg.	4606670	5635370
BO5	Hölzbach	Mdg.	4606190	5635230
BO6	Sohrbach	Mdg.	4601500	5641930
BO7	Colmnitzbach	Mdg.	4601280	5645100
BO8	Rodelandbach	Mdg.	4597180	5650770
BO9	Dittmannsdorfer Bach	Mdg.	4595040	5653710
BO11SL	Bobritzsch	Mdg.	4594230	5654740

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Vor-Ort-Parameter 2/10

PNUM	**Datum**	**W-Temp.**	**pH**	**O2-Gehalt**	**O2-Sätt.**	**el. Leitf.**	**Eh**	**Schweb**
		°C		**mg/l**	**%**	**µS/cm**	**mv**	**mg/l**
Zuflüsse zur FM								
FM1	24.10.07	4,0	7,2	12,5	100	65	428	1,46
FM2	24.10.07	4,2	7,4	11,8	100	68	459	1,30
FM3	24.10.07	4,4	7,3	12,2	100	66	451	1,26
FM4	24.10.07	5,4	7,2	12,2	100	118	447	1,87
FM5	24.10.07	6,1	7,3	[12]	[100]	165	404	1,28
FM6	24.10.07	6,9	7,2	[12]	[100]	194	378	1,24
FM7	24.10.07	6,5	7,6	[12]	[100]	139	372	1,88
FM8	25.10.07	6,7	6,4	11,4	96	129	444	2,14
FM9	25.10.07	6,8	6,6	10,8	94	140	426	1,53
FM10	25.10.07	6,8	7,0	11,2	98	124	416	1,64
FM11	25.10.07	6,6	7,1	11,3	97	124	386	2,20
FM12	25.10.07	6,9	7,3	11,4	98	149	409	5,78

FM13	25.10.07	6,8	7,3	11,2	96	149	393	13,8
FM16	26.10.07	5,6	6,7	11,1	95	73	453	2,72
FM17	26.10.07	5,9	7,0	11,4	97	116	444	1,76
FM18	26.10.07	5,9	7,2	11,5	99	69	459	1,38
FM19	26.10.07	6,6	7,2	11,5	99	103	450	2,16
FM20	26.10.07	6,1	7,3	11,6	98	116	394	1,31
FM14	25.10.07	7,7	6,8	11,2	98	152	425	1,98
FM15	25.10.07	6,6	5,5	10,4	90	81	458	1,40
FM21	01.11.07	5,3	6,6	8,9	72	86	417	1,64
FM22	01.11.07	6,4	6,8	10,3	86	168	429	0,84
FM23	01.11.07	7,0	7,3	12,8	100	191	422	1,01
FM24	01.11.07	7,3	7,9	10,8	92	271	429	0,93
FM29MÜ	01.11.07	12,2	8,2	10,4	100	726	397	12,8
Freiberger Mulde								
FM23HO	24.10.07	3,7	7,1	12,7	100	67	382	2,90
FM19BE	01.11.07	5,0	6,2	12,0	97	106	413	3,89
FM12OB	01.11.07	7,3	7,8	11,8	100	244	435	3,24
Bobritzsch								
BO1	26.10.07	7,2	7,0	10,6	92	98	408	1,53
BO2	26.10.07	7,4	7,5	10,8	92	169	384	5,74
BO3	26.10.07	7,7	7,3	10,5	92	140	402	1,58
BO4	26.10.07	7,7	7,2	11,3	100	137	480	3,12
BO5	26.10.07	7,8	7,2	10,4	90	161	422	5,36
BO6	02.11.07	8,5	6,8	10,7	94	153	454	6,12
BO7	02.11.07	8,4	7,1	11,5	100	182	410	2,22
BO8	02.11.07	8,2	7,3	10,7	92	190	427	3,14
BO9	02.11.07	8,9	7,6	11,2	97	288	431	1,60
BO11SL	01.11.07	6,0	7,2	11,9	99	176	437	1,69

[geschätzt, da Messgerät defekt]

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Wasserproben 3/10

PNUM	Ag_f	Ag_uf	Al_f	Al_uf	As_f	As_uf	B_f	B_uf	Ba_f	Ba_uf

	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Zuflüsse zur Freiberger Mulde										
FM1	<0,5	<0,5	78,0	116	<1	4,07	11,7	15,6	60,0	67,5
FM2	<0,5	<0,5	40,0	67,0	2,82	3,36	9,08	24,5	33,0	36,0
FM3	<0,5	<0,5	30,0	67,8	1,29	2,84	12,9	13,0	22,4	25,2
FM4	<0,5	<0,5	24,4	87,7	1,29	2,35	13,2	13,3	82,8	93,2
FM5	<0,5	<0,5	11,6	40,8	1,47	2,34	29,2	29,3	41,1	45,5
FM6	<0,5	<0,5	12,2	49,1	1,21	1,79	23,4	23,5	49,5	57,4
FM7	<0,5	<0,5	15,4	88,9	2,30	2,40	21,8	21,9	93,9	109
FM8	<0,5	<0,5	19,6	55,2	1,68	2,05	18,7	18,8	70,7	82,9
FM9	<0,5	<0,5	17,5	106	2,41	2,56	18,2	18,3	82,2	93,0
FM10	<0,5	<0,5	36,4	153	<1	1,06	15,7	15,8	67,7	77,8
FM11	<0,5	<0,5	26,2	68,0	1,51	2,43	21,8	22,0	44,8	61,6
FM12	<0,5	<0,5	58,4	198	1,69	2,20	25,9	26,1	34,2	39,0
FM13	<0,5	<0,5	32,9	286	2,80	3,30	21,7	21,9	34,7	44,5
FM16	<0,5	<0,5	127	274	1,05	2,03	13,2	13,3	41,1	43,2
FM17	<0,5	<0,5	78,1	151	1,45	2,84	15,3	15,4	36,7	40,5
FM18	<0,5	<0,5	90,7	111	<1	1,53	13,3	13,4	42,1	44,5
FM19	<0,5	<0,5	25,0	113	<1	2,36	12,5	12,6	59,2	68,4
FM20	<0,5	<0,5	95,3	153	1,77	2,63	14,9	14,9	40,8	45,5
FM14	<0,5	<0,5	14,7	73,0	1,73	2,49	19,1	19,2	63,2	76,0
FM15	<0,5	<0,5	498	619	1,62	2,19	23,1	23,3	41,0	44,1
FM21	<0,5	<0,5	69,6	113	6,30	6,45	20,0	20,1	33,4	34,4
FM22	<0,5	<0,5	97,6	99,0	1,15	3,52	28,2	28,4	46,3	50,2
FM23	<0,5	<0,5	16,6	50,1	2,11	4,46	29,2	29,3	53,7	63,1
FM24	<0,5	<0,5	32,5	582	9,00	9,06	49,5	53,8	42,5	49,4
FM29MÜ	<0,5	<0,5	66,2	554	24	24,3	170	172	26,4	32,5
Freiberger Mulde										
FM23HO	<0,5	<0,5	44,0	112	2,79	5,79	15,2	15,3	138	150
FM19BE	<0,5	<0,5	43,4	224	1,86	3,09	22,7	22,7	76,5	78,2
FM12OB	<0,5	<0,5	99,5	186	10,5	11	69,4	70	63,8	78,1
Bobritzsch										

BO1	<0,5	<0,5	82,4	132	4,30	6,03	17,8	17,9	39,5	40,8
BO2	<0,5	<0,5	58,5	240	2,40	4,41	33,1	33,4	55,1	61,5
BO3	<0,5	<0,5	37,5	88,4	3,68	4,75	29,3	29,5	61,9	66,1
BO4	<0,5	<0,5	34,3	112	2,61	4,83	25,0	25,2	90,0	97,6
BO5	<0,5	<0,5	109	263	1,72	3,72	21,8	22,0	53,1	54,3
BO6	<0,5	<0,5	47,3	245	3,23	4,69	18,9	19,0	106	118
BO7	<0,5	<0,5	59,8	176	4,50	4,60	40,4	43,0	57,1	61,5
BO8	<0,5	<0,5	33,1	140	3,60	4,97	32,6	33,0	50,8	53,9
BO9	<0,5	<0,5	26,8	28,4	8,00	8,35	44,6	45,0	45,6	50,0
BO11SL	<0,5	<0,5	44,0	105	4,29	4,95	30,5	31,0	78,0	88,0

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Wasserproben 4/10

PNUM	**Be_f**	**Be_uf**	**Bi_f**	**Bi_uf**	**Cd_f**	**Cd_uf**	**Co_f**	**Co_uf**	**Cr_f**	**Cr_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Freiberger Mulde										
FM1	<5	<5	3,88	13,1	<0,5	0,510	<0,5	0,677	<1	<1
FM2	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM3	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM4	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM5	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM6	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	0,533	<0,5	<0,5	<1	<1
FM7	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM8	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM9	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM10	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM11	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM12	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM13	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM16	<5	<5	<2,5	<2,5	0,755	0,760	<0,5	<0,5	<1	<1
FM17	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM18	<5	<5	<2,5	<2,5	0,914	0,946	<0,5	<0,5	<1	<1
FM19	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1

FM20	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	0,609	<0,5	<0,5	<1	<1
FM14	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM15	<5	<5	<2,5	<2,5	0,828	0,830	6,64	6,66	<1	<1
FM21	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM22	<5	<5	<2,5	<2,5	1,20	1,22	<0,5	<0,5	<1	<1
FM23	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM24	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,34	2,53
FM29MÜ	<5	<5	<2,5	<2,5	1,48	3,22	0,796	0,935	6,56	9,78
Freiberger Mulde										
FM23HO	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM19BE	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
FM12OB	<5	<5	<2,5	<2,5	2,62	3,32	0,501	0,501	2,31	3,45
Bobritzsch										
BO1	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	0,571	<0,5	<0,5	<1	<1
BO2	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
BO3	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
BO4	<5	<5	<2,5	<2,5	0,589	0,700	<0,5	<0,5	<1	<1
BO5	<5	<5	<2,5	<2,5	0,962	0,980	<0,5	<0,5	<1	<1
BO6	<5	<5	<2,5	<2,5	0,972	1,29	<0,5	<0,5	<1	<1
BO7	<5	<5	<2,5	<2,5	0,543	0,652	<0,5	<0,5	<1	<1
BO8	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
BO9	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1
BO11SL	<5	<5	<2,5	<2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Wasserproben 5/10

PNUM	**Cu_f**	**Cu_uf**	**Hg_f**	**Hg_uf**	**Li_f**	**Li_uf**	**Mn_f**	**Mn_uf**	**Mo_f**	**Mo_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Freiberger Mulde										
FM1	2,03	3,09	<0,5	<0,5	3,15	3,24	21,7	26,6	4,80	9,94
FM2	<1	<1	<0,5	<0,5	2,38	2,40	2,65	5,36	0,760	3,73
FM3	<1	<1	<0,5	<0,5	5,00	5,08	1,46	4,77	3,56	3,96
FM4	<1	1,26	<0,5	<0,5	4,66	4,70	2,86	4,85	1,19	1,53

FM5	3,59	5,76	<0,5	<0,5	7,53	7,60	1,67	4,19	0,660	0,660
FM6	2,22	4,51	<0,5	<0,5	7,86	7,90	2,40	3,20	0,539	0,600
FM7	1,94	2,65	<0,5	<0,5	3,35	3,40	1,60	3,41	<0,5	0,916
FM8	1,28	3,67	<0,5	<0,5	3,71	3,80	5,17	7,34	<0,5	<0,5
FM9	<1	1,46	<0,5	<0,5	5,14	5,20	3,31	18,7	<0,5	<0,5
FM10	1,13	1,76	<0,5	<0,5	3,71	3,80	6,95	9,46	<0,5	<0,5
FM11	1,14	2,40	<0,5	<0,5	2,37	2,40	4,97	8,52	<0,5	<0,5
FM12	1,73	2,52	<0,5	<0,5	3,28	3,30	27,6	39,4	<0,5	<0,5
FM13	1,84	2,11	<0,5	<0,5	3,94	4,01	18,8	47,0	<0,5	<0,5
FM16	1,54	4,55	<0,5	<0,5	3,65	3,79	35,7	39,9	<0,5	<0,5
FM17	1,20	1,30	<0,5	<0,5	3,29	3,49	10,0	12,1	<0,5	<0,5
FM18	1,00	1,11	<0,5	<0,5	2,83	2,90	9,10	9,30	<0,5	<0,5
FM19	1,17	1,37	<0,5	<0,5	3,02	3,12	5,04	7,21	<0,5	1,76
FM20	1,09	1,26	<0,5	<0,5	2,65	2,70	4,60	4,70	<0,5	0,600
FM14	1,31	2,29	<0,5	<0,5	4,22	4,30	2,59	4,98	<0,5	<0,5
FM15	4,67	4,70	<0,5	<0,5	9,00	10,1	164	182	<0,5	<0,5
FM21	2,03	2,10	<0,5	<0,5	3,93	4,00	15,1	17,4	<0,5	<0,5
FM22	2,41	2,50	<0,5	<0,5	13,2	13,3	55,7	59,9	<0,5	<0,5
FM23	1,94	2,51	<0,5	<0,5	5,43	5,97	5,68	8,44	<0,5	<0,5
FM24	1,83	2,41	<0,5	<0,5	4,76	4,85	1,47	1,98	<0,5	<0,5
FM29MÜ	8,54	12,7	<0,5	<0,5	11,9	13,0	25,0	65,5	2,75	2,80
Freiberger Mulde										
FM23HO	2,59	2,70	<0,5	<0,5	4,10	4,20	103	118	0,790	0,800
FM19BE	1,41	2,25	<0,5	<0,5	3,48	3,48	7,82	13,3	<0,5	1,91
FM12OB	5,46	7,87	<0,5	<0,5	5,97	6,00	69,2	80,5	1,69	1,70
Bobritzsch										
BO1	1,94	2,43	<0,5	<0,5	1,65	1,70	30,8	31,0	<0,5	<0,5
BO2	2,24	2,30	<0,5	<0,5	2,64	2,70	16,0	31,8	0,500	0,520
BO3	2,10	2,69	<0,5	<0,5	2,12	2,20	8,30	8,63	<0,5	0,742
BO4	3,00	3,65	<0,5	<0,5	3,05	3,10	10,4	14,0	<0,5	0,631
BO5	3,41	3,60	<0,5	<0,5	3,53	3,60	12,2	16,9	<0,5	<0,5
BO6	3,95	4,69	<0,5	<0,5	7,91	8,00	34,1	40,7	<0,5	<0,5

BO7	4,41	4,59	<0,5	<0,5	3,51	3,60	10,1	13,3	<0,5	<0,5
BO8	2,66	2,80	<0,5	<0,5	10,8	11,0	14,7	22,2	<0,5	<0,5
BO9	2,77	2,80	<0,5	<0,5	10,2	10,3	10,2	11,0	<0,5	<0,5
BO11SL	2,58	3,17	<0,5	<0,5	5,60	5,70	5,86	6,00	<0,5	<0,5

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Wasserproben 6/10

PNUM	**Ni_f**	**Ni_uf**	**Pb_f**	**Pb_uf**	**Sb_f**	**Sb_uf**	**Se_f**	**Se_uf**	**Sn_f**	**Sn_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Freiberger Mulde										
FM1	0,990	2,52	<0,5	0,915	<1	<1	<5	<5	<3	5,3
FM2	0,840	1,79	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM3	1,21	2,78	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM4	1,04	2,31	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM5	1,08	5,48	<0,5	0,627	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM6	1,85	3,45	<0,5	0,809	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM7	1,03	2,91	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM8	1,13	2,48	<0,5	0,979	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM9	0,748	2,40	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM10	1,79	3,43	<0,5	0,607	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM11	1,45	2,96	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM12	1,41	2,69	<0,5	1,09	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM13	1,31	3,96	<0,5	2,86	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM16	3,46	4,71	0,560	2,59	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM17	1,27	2,26	<0,5	0,866	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM18	1,56	2,28	<0,5	0,712	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM19	1,32	2,94	<0,5	0,627	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM20	1,21	2,17	<0,5	0,641	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM14	0,710	2,31	<0,5	0,548	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM15	12,4	13,7	1,08	2,26	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM21	2,05	2,99	1,47	2,18	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM22	6,51	7,53	0,500	0,983	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM23	1,68	3,58	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3

FM24	1,69	5,99	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM29MÜ	4,03	6,78	<0,5	13,9	<1	<1	<5	<5	<3	<3
Freiberger Mulde										
FM23HO	4,19	4,68	<0,5	0,831	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM19BE	1,21	2,48	<0,5	1,03	<1	<1	<5	<5	<3	<3
FM12OB	3,41	5,27	1,35	11,1	1,42	2,64	<5	<5	<3	<3
Bobritzsch										
BO1	1,17	2,35	<0,5	0,807	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO2	1,08	2,16	<0,5	1,78	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO3	1,65	2,74	<0,5	0,564	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO4	2,73	4,25	<0,5	1,08	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO5	2,51	3,76	<0,5	1,49	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO6	3,49	4,94	<0,5	2,43	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO7	2,78	4,28	<0,5	0,886	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO8	4,30	6,03	<0,5	1,17	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO9	2,16	4,16	<0,5	<0,5	<1	<1	<5	<5	<3	<3
BO11SL	1,78	3,26	<0,5	0,745	<1	<1	<5	<5	<3	<3

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Wasserproben 7/10

PNUM	Tl_f	Tl_uf	U_f	U_uf	V_f	V_uf	W_f	W_uf	Zn_f	Zn_uf
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Zuflüsse zur Freiberger Mulde										
FM1	<0,1	<0,1	1,87	8,73	<1	<1	<0,5	<0,5	11,7	15,2
FM2	<0,1	<0,1	<0,5	0,778	<1	<1	<0,5	<0,5	5,61	7,59
FM3	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	5,00	14,9
FM4	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	3,90	22,3
FM5	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	5,74	18,2
FM6	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	9,92	33,9
FM7	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	10,3	25,6
FM8	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	4,80	10,7
FM9	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	2,82	7,81
FM10	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	6,93	12,8
FM11	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	4,82	12,7
FM12	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	3,59	11,0
FM13	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	1,17	<0,5	<0,5	7,66	13,4
FM16	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	19,4	45,0
FM17	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	12,5	18,5
FM18	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	22,5	28,3
FM19	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	7,78	11,9
FM20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	12,3	17,9
FM14	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	4,29	13,9
FM15	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	42,8	57,1
FM21	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	11,5	16,1
FM22	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	142	172
FM23	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	16,8	25,8
FM24	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	6,94	15,0
FM29MÜ	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	2,33	3,46	<0,5	0,79	143	330
Freiberger Mulde										
FM23HO	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	27,3	28,0

FM19BE	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	9,90	17,7
FM12OB	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	1	1,27	<0,5	<0,5	270	340
Bobritzsch										
BO1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	13,4	14,7
BO2	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	1,17	<0,5	<0,5	7,37	12,3
BO3	<0,1	<0,1	<0,5	0,557	<1	<1	<0,5	<0,5	22,1	26,1
BO4	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	21,2	26,0
BO5	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	28,4	30,7
BO6	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	1,02	<0,5	<0,5	41,2	41,8
BO7	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	22,7	24,4
BO8	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	26,8	29,2
BO9	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	28,2	30,2
BO11SL	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	19,0	19,0

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Sediment-proben 8/10

PNUM	**Ag_S**	**As_S**	**Ba_S**	**Be_S**	**Bi_S**	**Cd_S**	**Co_S**	**Cr_S**	**Cu_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Zuflüsse zur Freiberger Mulde									
FM1	0,916	77,6	475	27,4	5,64	20,6	19,2	38,9	67,0
FM2	15,5	108	276	21,1	1,38	12,2	19,7	50,8	49,0
FM3	0,866	58,8	193	10,8	1,19	9,90	25,1	85,1	47,3
FM4	0,705	96,9	449	8,69	1,97	5,82	17,0	62,4	46,1
FM5	1,29	61,6	460	10,2	1,63	10,2	16,7	73,3	234
FM6	1,82	78,7	345	6,11	2,28	15,3	19,7	91,0	314
FM7	0,760	65,5	593	5,36	1,61	8,68	12,8	56,5	71,4
FM8	0,415	66,9	426	5,11	1,19	5,01	11,5	53,1	43,4
FM9	0,501	94,9	573	7,87	1,28	4,23	12,6	60,9	53,4
FM10	0,675	62,3	398	7,73	1,10	4,82	10,5	42,3	50,5
FM11	0,666	58,4	326	3,25	0,942	6,06	14,0	48,8	45,8
FM12	0,428	37,4	232	1,91	0,625	2,99	11,6	40,8	29,3
FM13	0,618	56,2	268	1,79	0,837	3,40	12,5	44,2	40,5
FM16	0,990	123	250	15,0	1,05	15,3	40,8	85,0	50,2

FM17	0,304	45,3	169	6,20	0,633	4,93	12,9	38,0	21,2
FM18	0,459	66,2	218	20,8	1,23	8,69	16,0	44,7	48,7
FM19	0,379	67,3	403	4,79	0,937	9,28	13,6	68,4	37,5
FM20	4,64	120	258	11,5	1,23	11,4	17,7	52,9	46,7
FM14	1,08	83,0	379	2,91	1,14	9,36	14,3	52,6	66,8
FM15	0,825	137	140	2,61	0,711	1,05	9,90	45,9	50,0
FM21	4,37	204	416	3,02	2,47	12,4	18,8	48,6	112
FM22	2,59	119	325	8,34	1,36	16,7	37,0	42,1	85,8
FM23	1,47	75,0	574	4,58	1,18	18,8	23,8	53,2	90,4
FM24	1,43	87,5	418	1,61	0,928	4,49	18,2	50,2	87,7
FM29MÜ	13,1	1370	1110	2,24	10,2	67,7	19,1	127	562
Freiberger Mulde									
FM23HO	1,49	404	1200	13,5	6,88	18,3	52,9	49,6	77,8
FM19BE	0,576	54,3	379	3,50	1,16	6,18	13,1	51,3	52,6
FM12OB	6,26	352	906	2,10	3,86	23,9	15,1	43,1	145
Bobritzsch									
BO1	0,906	249	308	8,31	1,35	11,1	21,7	46,0	46,0
BO2	1,55	73,2	351	5,04	0,714	6,24	12,5	42,6	38,5
BO3	0,769	62,0	723	2,88	1,59	24,6	20,2	46,8	53,9
BO4	0,940	76,8	447	4,81	1,16	20,9	17,8	44,0	43,6
BO5	0,475	54,9	212	8,10	0,870	14,0	15,2	41,9	34,4
BO6	0,692	78,6	502	2,43	2,19	13,1	12,6	42,2	42,2
BO7	0,829	81,5	464	5,92	3,34	18,1	21,2	55,2	97,2
BO8	0,426	40,7	184	4,06	0,672	7,46	20,5	32,6	33,9
BO9	0,610	49,0	373	1,77	0,791	3,34	13,4	54,9	65,6
BO11SL	0,960	63,8	450	3,27	1,68	10,5	14,9	45,3	62,2

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Sediment-proben 9/10

PNUM	Fe_S	Hg_S	Li_S	Mn_S	Mo_S	Ni_S	Pb_S	Sb_S
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Zuflüsse zur Freiberger Mulde								
FM1	59900	0,196	51,9	4550	2,57	31,1	210	0,256
FM2	32600	3,15	66,7	1590	1,53	48,1	221	0,410
FM3	33200	0,126	87,5	985	0,812	56,5	114	0,171
FM4	37900	0,141	96,6	1010	1,63	44,6	212	0,231
FM5	39300	0,200	82,6	2440	2,05	57,8	325	0,432
FM6	38600	0,216	110	1280	2,68	67,4	409	0,429
FM7	36700	0,169	74,6	835	1,41	41,4	217	0,228
FM8	36200	0,140	57,7	1270	0,858	35,1	154	0,117
FM9	41000	0,152	65,9	1590	0,950	37,5	159	0,067
FM10	36100	0,125	53,0	470	0,920	33,1	198	0,169
FM11	35100	<0,1	55,6	1680	1,01	39,6	152	0,217
FM12	31400	0,136	43,7	879	0,482	29,4	129	0,152
FM13	35200	<0,1	43,6	1320	0,738	31,9	183	0,221
FM16	57300	0,143	82,5	2510	1,57	78,2	268	0,206
FM17	25900	<0,1	52,8	788	0,737	29,0	134	0,185
FM18	33000	0,147	67,0	577	1,05	32,0	285	0,237
FM19	38700	0,122	69,3	909	0,971	43,9	190	0,153
FM20	35700	0,222	84,8	904	1,12	42,4	214	0,323
FM14	38300	2,38	58,7	1320	1,10	36,3	263	0,317
FM15	54600	0,100	41,1	370	1,44	28,3	196	0,265
FM21	31200	0,662	37,2	955	1,65	35,5	981	1,15
FM22	34100	<0,1	56,9	3030	1,60	62,7	1170	0,940
FM23	38100	0,187	62,2	3100	1,28	62,3	501	0,497
FM24	33400	0,198	33,7	1710	1,81	55,0	226	0,699
FM29MÜ	54000	1,15	37,9	2410	5,00	39,7	5410	2,82
Freiberger Mulde								
FM23HO	88000	0,220	60,0	5200	8,59	101	236	0,269

FM19BE	36200	0,151	56,7	927	0,820	36,3	178	0,196
FM12OB	35900	0,697	38,4	1570	1,55	35,8	1140	1,40
Bobritzsch								
BO1	43200	0,124	57,5	1420	1,46	27,8	396	0,322
BO2	41400	0,955	57,8	1880	1,27	32,1	207	0,156
BO3	35300	<0,1	52,7	1920	1,19	38,7	248	0,148
BO4	33900	1,83	52,5	1500	1,10	35,4	239	0,260
BO5	29200	<0,1	54,0	1590	0,681	28,9	226	0,175
BO6	31200	0,299	49,2	1380	1,46	24,4	273	0,173
BO7	35700	0,206	66,7	1760	1,91	44,2	300	0,356
BO8	24300	1,61	33,2	1540	0,702	33,7	192	0,378
BO9	33000	0,184	43,2	1010	1,05	44,3	179	0,213
BO11SL	31600	0,119	54,5	1220	1,17	35,3	258	0,442

Anlage 6-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Freiberger Mulde und Bobritzsch, Sedimentproben 10/10

PNUM	**Se_S**	**Sn_S**	**Ti_S**	**Tl_S**	**U_S**	**V_S**	**W_S**	**Zn_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Zuflüsse zur Freiberger Mulde								
FM1	3,14	1,73	586	0,816	19,4	66,5	0,347	683
FM2	5,89	2,25	533	0,813	11,3	57,1	<0,1	536
FM3	2,64	1,62	774	0,759	3,75	70,9	<0,1	354
FM4	2,90	1,27	665	0,884	6,55	86,4	0,491	373
FM5	3,15	3,74	1170	0,765	8,48	82,1	0,331	733
FM6	3,50	3,12	1220	0,919	6,64	98,3	0,891	629
FM7	2,96	1,50	659	0,783	7,36	69,0	0,465	534
FM8	2,29	2,56	1050	0,881	6,44	67,9	<0,1	384
FM9	2,80	2,31	1080	1,18	7,94	79,7	<0,1	372
FM10	2,36	0,648	745	0,779	5,45	58,5	0,366	359
FM11	<2	1,28	1030	0,745	4,47	64,7	0,282	414
FM12	<2	0,523	887	0,445	2,53	51,9	0,119	276
FM13	<2	0,519	1020	0,506	3,00	56,1	0,142	371
FM16	3,58	1,13	960	0,823	4,11	95,5	0,159	662

FM17	2,50	0,986	562	0,424	4,54	46,1	<0,1	426
FM18	4,32	1,87	648	0,628	7,07	55,5	<0,1	464
FM19	2,41	2,09	819	0,867	4,40	89,3	<0,1	392
FM20	3,41	0,713	528	0,720	6,45	67,1	0,129	750
FM14	<2	0,946	918	0,576	5,65	65,7	0,449	575
FM15	2,50	1,77	966	0,618	3,48	70,9	<0,1	142
FM21	2,05	3,32	832	0,840	3,18	62,7	0,306	1550
FM22	3,09	5,57	719	0,815	4,53	55,4	0,183	1900
FM23	2,41	2,93	1210	0,978	3,23	75,6	0,349	1660
FM24	2,17	1,27	903	0,734	2,41	57,7	0,235	966
FM29MÜ	2,64	41,8	989	1,08	3,29	57,1	3,61	9590
Freiberger Mulde								
FM23HO	3,80	1,24	323	1,32	7,16	65,4	0,671	1120
FM19BE	<2	0,650	937	0,638	3,93	67,6	0,211	428
FM12OB	<2	3,71	841	0,671	3,06	48,4	0,565	3580
Bobritzsch								
BO1	4,15	2,52	594	0,744	6,68	67,8	0,105	401
BO2	2,79	2,25	593	0,585	8,11	55,9	0,204	451
BO3	2,05	1,78	645	0,804	7,14	58,7	0,321	716
BO4	2,52	1,09	520	0,611	5,16	56,0	0,152	832
BO5	3,01	0,820	548	0,734	5,94	56,2	<0,1	544
BO6	<2	3,11	903	0,796	6,33	56,9	<0,1	459
BO7	2,32	3,47	1020	0,973	5,76	66,9	0,118	789
BO8	<2	0,630	567	0,523	3,17	42,8	0,151	503
BO9	<2	3,43	1130	0,587	2,67	58,0	<0,1	578
BO11SL	2,73	1,67	940	0,678	5,09	57,2	0,215	560

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Lokalitäten 1/10

PNUM	Fluss	Ort	RW	HW
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde				
ZM1	Saubach	oh. TS Muldenberg	4529590	5585440
ZM2	Weiße Mulde	oh. TS Muldenberg	4529050	5585180
ZM3	Rote Mulde	oh. TS Muldenberg	4527180	5585210
ZM4	Silberbach	Mdg. oh. Muldenberg	4529320	5587030
ZM5	Roter Fluss	Mdg. Jägersgrün	4533490	5590850
ZM6	Kleine Pyra	Mdg. Jägersgrün	4533310	5590460
ZM7	Thierbach	Mdg. oh. Jägersgrün	4532920	5590050
ZM8	Bodabach	Mdg. oh. Tannenbergsthal	4532775	5588090
ZM9	Bodabach	Waldweg in Straßenkurve	4531850	5587095
ZM10	Gottesberger Bach	Mdg. uh. Gottesberg	4533880	5588005
ZM11	Gottesberger Bach	Hanggraben oh. Gottesberg	4535305	5587625
ZM12	Kleine Pyra	oh. Mdg. Gottesberger Bach	4533670	5588100
ZM13	Wiesenbach	Mdg. Jägersgrün	4534310	5590870
ZM14	Große Pyra	Mdg. Morgenröthe-Rautenkranz	4535050	5591260
ZM15	Markersbach	Mdg. oh. Morgenröthe	4537150	5589050
ZM16	Heroldsbach	Mdg. Kohlanger	4536670	5587970
ZM17	Große Pyra	Kohlanger oh. Heroldsbach	4536820	5588030
ZM18	Zinnsbach	Mdg. Morgenröthe-Rautenkranz	4535260	5592620
ZM19	Wilzsch	Mdg. Wilzschhaus	4536820	5593130
ZM19a	Kleine Wilzsch	Mdg. Blechhammer	4540130	5590490
ZM21	Zufluß TS Carlsfeld	oh. TS Carlsfeld	4543310	5587280
ZM22	Silberbach	Mdg. Carolagrün	4536280	5593850
ZM23	Großer Riedertbach	oh. Straßenbrücke B 283	4538560	5594260
ZM24	Schönheider Bach	Mdg. Schönheide	4539620	5596780
ZM25	Dönitzbach	oh. Eibenstock	4541920	5594720
ZM26	Rähmerbach	oh. Eibenstock	4543000	5594180
ZM27	Gaidenbach	oh. TS Eibenstock	4539460	5599030
ZM28	Weißbach	oh. TS Eibenstock	4539150	5599920

ZM29	Kalte Lohe	oh. TS Eibenstock	4541080	5601640
ZM30	Große Bockau	am Blauenthaler Wasserfall	4544540	5597440
ZM31	Kleine Bockau	Mdg. Brand	4544660	5596140
ZM31a	Kleine Bockau	oh. TS Sosa	4546550	5593365
ZM32	Glashüttenbach	oh. Wildenthal	4544130	5589460
ZM33	Große Bockau	oh. Wildenthal	4545150	5590180
ZM34	Marksbach	Mdg. Blauenthal	4545330	5597820
ZM35	Spitzleithebach	Mdg. Spitzleithe	4545080	5598670
ZM36	Sosabach	Mdg. Meschwitzruhe	4546030	5599080
ZM37	Dorfbach Bockau	Mdg. Bockau	4547640	5601510
ZM38	Zschorlaubach	Neudörfel	4547620	5605820
ZM39	Seiffenbach	oh. Zschorlau	4544920	5602590
ZM40	Filzbach	oh. Zschorlau	4545030	5603000
Zwickauer Mulde				
ZM1TA	Zwickauer Mulde	Jägersgrün	4533230	5590670
ZM2SH	Zwickauer Mulde	Schönheide	4538970	5595720
ZM5AU	Zwickauer Mulde	oh. Rechenhaus	4547280	5601280

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Vor-Ort-Parameter 2/10

PNUM	Datum	W-Temp. °C	pH	O2-Geh. mg/l	O2-Sätt. %	el. Leitf. µS/cm	Eh mv	Schweb mg/l
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde								
ZM1	08.11.2007	5,1	4,2	12,4	100	37	466	4,32
ZM2	08.11.2007	5,1	4,2	11,7	99	39	501	9,68
ZM3	08.11.2007	4,9	4,7	11,5	98	40	509	9,50
ZM4	08.11.2007	5,7	3,9	11,9	100	38	574	2,52
ZM5	08.11.2007	5,4	4,2	12,2	100	47	566	8,36
ZM6	26.11.2007	2,9	5,8	13,1	100	105	502	3,60
ZM7	26.11.2007	4,1	5,1	12,0	100	100	552	8,92
ZM8	26.11.2007	4,2	6,2	11,9	100	119	441	5,68
ZM9	26.11.2007	0,7	6,1	11,8	89	56	447	3,36
ZM10	26.11.2007	2,0	5,6	13,5	100	56	468	2,74

ZM11	26.11.2007	1,8	5,4	11,6	91	50	563	1,08
ZM12	26.11.2007	2,4	5,6	12,0	100	90	482	2,82
ZM13	26.11.2007	2,7	5,4	12,8	100	54	552	0,74
ZM14	27.11.2007	1,8	5,2	13,3	100	48	574	1,32
ZM15	27.11.2007	2,2	4,7	12,6	100	47	630	0,18
ZM16	27.11.2007	1,8	5,1	12,7	100	43	540	1,88
ZM17	27.11.2007	1,3	4,9	12,3	100	46	585	0,68
ZM18	26.11.2007	3,1	5,6	13,0	100	72	541	3,26
ZM19	27.11.2007	2,2	5,7	13,1	100	59	535	2,32
ZM19a	27.11.2007	2,3	4,7	12,8	100	48	629	4,68
ZM21	27.11.2007	1,7	4,2	7,1	57	45	635	0,82
ZM22	26.11.2007	3,0	5,1	12,8	100	72	593	3,20
ZM23	26.11.2007	3,1	4,7	13,1	100	58	596	0,72
ZM24	28.11.2007	3,9	6,1	12,6	100	134	545	2,82
ZM25	28.11.2007	3,0	4,5	12,3	99	52	637	1,38
ZM26	28.11.2007	3,6	4,7	12,0	99	61	631	1,63
ZM27	28.11.2007	4,1	4,8	11,8	98	79	602	2,03
ZM28	28.11.2007	3,0	5,8	13,0	100	145	564	2,30
ZM29	28.11.2007	4,4	5,9	11,7	97	143	594	2,20
ZM30	27.11.2007	3,3	5,5	13,4	100	67	583	0,82
ZM31	27.11.2007	4,1	5,4	12,2	100	53	613	0,15
ZM31a	27.11.2007	2,8	5,0	13,0	100	53	623	0,32
ZM32	27.11.2007	1,6	5,0	12,7	100	63	565	0,62
ZM33	27.11.2007	1,6	5,1	12,9	100	57	601	0,47
ZM34	28.11.2007	5,0	6,4	12,3	100	248	551	1,88
ZM35	28.11.2007	4,4	6,2	12,3	100	121	570	<0,1
ZM36	28.11.2007	3,6	6,3	12,4	100	103	567	2,24
ZM37	28.11.2007	4,7	6,3	12,7	100	131	553	4,24
ZM38	29.11.2007	3,0	6,7	12,5	99	163	544	4,00
ZM39	29.11.2007	3,4	6,4	11,9	97	102	562	4,40
ZM40	29.11.2007	1,0	6,7	12,8	95	109	485	2,98
Zwickauer Mulde								

ZM1TA	26.11.2007	2,0	5,7	12,6	100	92	459	4,56
ZM2SH	28.11.2007	2,7	5,7	12,5	99	82	545	1,90
ZM5AU	29.11.2007	4,4	6,6	11,7	98	101	547	2,12

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Wasserproben 3/10

PNUM	**Ag_f**	**Ag_uf**	**As_f**	**As_uf**	**Ba_f**	**Ba_uf**	**Be_f**	**Be_uf**	**Bi_f**	**Bi_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde										
ZM1	<0,5	<0,5	10,9	12,2	75,2	75,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM2	<0,5	0,690	3,64	3,76	39,5	39,5	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM3	<0,5	<0,5	2,50	2,50	31,1	33,6	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM4	<0,5	<0,5	7,20	8,56	58,8	62,7	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM5	<0,5	<0,5	1,90	1,90	39,3	44,9	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM6	<0,5	<0,5	5,48	8,93	31,0	35,1	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM7	<0,5	<0,5	1,00	1,00	41,7	48,0	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM8	<0,5	<0,5	4,32	7,96	27,9	34,0	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM9	<0,5	<0,5	10,6	12	19,5	24,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM10	<0,5	<0,5	17,8	40,4	24,9	28,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM11	<0,5	<0,5	1,00	1	26,8	32,4	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM12	<0,5	<0,5	1,40	1,40	26,0	31,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM13	<0,5	<0,5	1,00	1	24,6	30,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM14	<0,5	<0,5	<1	<1	20,5	22,6	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM15	<0,5	<0,5	<1	<1	18,5	21,1	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM16	<0,5	<0,5	<1	<1	19,7	21,5	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM17	<0,5	<0,5	<1	<1	18,1	20,8	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM18	<0,5	<0,5	1,00	1,12	37,8	42,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM19	<0,5	<0,5	1,10	1,10	27,1	31,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM19a	<0,5	<0,5	1,00	1	28,3	28,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM21	<0,5	<0,5	<1	<1	39,2	46,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM22	<0,5	<0,5	<1	<1	42,6	42,6	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM23	<0,5	<0,5	<1	<1	30,4	34,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM24	<0,5	<0,5	<1	<1	34,5	37,5	<5	<5	<2,5	<2,5

ZM25	<0,5	<0,5	<1	<1	24,6	31,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM26	<0,5	<0,5	<1	<1	35,2	35,6	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM27	<0,5	<0,5	1,70	1,70	39,3	39,3	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM28	<0,5	<0,5	1	1	45,7	45,7	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM29	<0,5	<0,5	1,60	1,60	49,4	49,4	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM30	<0,5	<0,5	<1	<1	29,3	32,1	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM31	<0,5	<0,5	1,20	1,20	27,9	30,5	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM31a	<0,5	<0,5	1,20	1,20	30,6	31,7	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM32	<0,5	<0,5	<1	<1	26,5	27,8	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM33	<0,5	<0,5	<1	<1	24,1	25,7	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM34	<0,5	<0,5	2,10	2,10	48,6	49,7	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM35	<0,5	<0,5	<1	<1	49,0	49,0	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM36	<0,5	<0,5	1,60	1,60	42,4	42,5	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM37	<0,5	<0,5	1,00	1,00	49,0	49,9	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM38	<0,5	<0,5	8,20	8,30	42,2	42,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM39	<0,5	<0,5	1,03	1,03	40,1	40,1	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM40	<0,5	<0,5	10,0	10,9	49,1	62,9	<5	<5	<2,5	<2,5
Zwickauer Mulde										
ZM1TA	<0,5	<0,5	1,45	3,41	45,2	45,2	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM2SH	<0,5	<0,5	1,02	1,02	30,1	30,1	<5	<5	<2,5	<2,5
ZM5AU	<0,5	<0,5	1,49	1,49	31,4	34,1	<5	<5	<2,5	<2,5

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Wasserproben 4/10

PNUM	Cd_f	Cd_uf	Co_f	Co_uf	Cr_f	Cr_uf	Cu_f	Cu_uf	Hg_f	Hg_uf
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde										
ZM1	0,950	0,950	4,14	4,14	<1	<1	17,4	19,6	<0,5	<0,5
ZM2	0,500	0,500	1,76	1,76	<1	<1	7,40	7,40	<0,5	<0,5
ZM3	<0,5	<0,5	1,33	1,39	<1	<1	4,06	4,06	<0,5	<0,5
ZM4	0,580	0,580	5,07	5,30	<1	<1	28,9	29,0	<0,5	<0,5
ZM5	<0,5	<0,5	0,780	0,920	<1	<1	2,10	2,10	<0,5	<0,5
ZM6	1,19	1,19	0,500	0,500	<1	<1	8,10	10,2	<0,5	<0,5

ZM7	0,580	0,595	0,500	0,560	<1	<1	1,50	1,50	<0,5	<0,5
ZM8	2,19	2,19	0,960	1,16	<1	<1	14,4	24,4	<0,5	<0,5
ZM9	<0,5	<0,5	2,41	2,94	<1	<1	9,85	11,2	<0,5	<0,5
ZM10	0,500	0,524	0,500	0,500	<1	<1	16,8	24,6	<0,5	<0,5
ZM11	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,64	2,74	<0,5	<0,5
ZM12	1,21	1,37	<0,5	<0,5	<1	<1	4,50	5,45	<0,5	<0,5
ZM13	0,612	0,706	0,500	0,540	<1	<1	2,25	2,26	<0,5	<0,5
ZM14	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,64	1,64	<0,5	0,680
ZM15	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,00	1,00	<0,5	<0,5
ZM16	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,31	1,31	<0,5	<0,5
ZM17	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,15	1,15	<0,5	<0,5
ZM18	<0,5	<0,5	0,590	0,660	<1	<1	1,44	1,44	<0,5	<0,5
ZM19	<0,5	<0,5	0,500	0,580	<1	3,98	1,99	1,99	<0,5	<0,5
ZM19a	<0,5	<0,5	0,880	0,880	<1	<1	1,39	2,04	<0,5	<0,5
ZM21	<0,5	<0,5	1,63	1,67	<1	<1	1,94	1,94	<0,5	<0,5
ZM22	<0,5	<0,5	0,970	0,970	<1	<1	1,07	2,09	<0,5	<0,5
ZM23	<0,5	<0,5	0,762	0,830	<1	<1	1,33	1,33	<0,5	<0,5
ZM24	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	2,87	2,92	<0,5	<0,5
ZM25	<0,5	<0,5	0,790	0,990	<1	<1	<1	<1	<0,5	<0,5
ZM26	0,500	0,500	0,760	0,760	<1	<1	2,55	4,88	<0,5	<0,5
ZM27	0,500	0,500	1,18	1,18	<1	<1	2,81	2,81	<0,5	<0,5
ZM28	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	2,12	3,17	<0,5	<0,5
ZM29	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,46	2,38	<0,5	<0,5
ZM30	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,68	2,76	<0,5	<0,5
ZM31	<0,5	0,500	0,610	0,610	<1	<1	2,61	3,56	<0,5	<0,5
ZM31a	0,500	<0,5	1,68	1,68	<1	<1	8,20	8,40	<0,5	<0,5
ZM32	<0,5	<0,5	0,620	0,620	<1	<1	1,57	2,71	<0,5	0,580
ZM33	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,75	2,47	<0,5	<0,5
ZM34	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,67	3,19	<0,5	<0,5
ZM35	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,53	2,46	<0,5	<0,5
ZM36	<0,5	<0,5	0,670	0,670	<1	<1	2,40	3,96	<0,5	<0,5
ZM37	1,19	1,23	1,94	1,94	<1	<1	1,68	5,67	<0,5	<0,5

ZM38	<0,5	<0,5	0,960	1,07	<1	<1	4,01	6,78	<0,5	<0,5
ZM39	<0,5	<0,5	1,15	1,25	<1	<1	1,70	3,01	<0,5	<0,5
ZM40	<0,5	<0,5	2,32	2,49	1,01	1,01	2,52	5,42	<0,5	<0,5
Zwickauer Mulde										
ZM1TA	<0,5	<0,5	1,56	1,57	<1	<1	5,43	6,05	<0,5	<0,5
ZM2SH	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	1,65	2,74	<0,5	<0,5
ZM5AU	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1	<1	2,13	3,15	<0,5	1,48

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Wasserproben 5/10

PNUM	**Li_f**	**Li_uf**	**Mn_f**	**Mn_uf**	**Mo_f**	**Mo_uf**	**Ni_f**	**Ni_uf**	**Pb_f**	**Pb_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde										
ZM1	5,28	5,33	310	310	<0,5	<0,5	9,30	9,30	2,30	2,38
ZM2	3,76	3,90	228	228	<0,5	<0,5	6,23	6,54	3,09	3,80
ZM3	3,92	4,59	249	257	<0,5	<0,5	5,30	5,30	1,99	2,31
ZM4	5,82	6,42	206	206	<0,5	<0,5	7,80	7,80	2,99	3,45
ZM5	11,7	13,6	92,5	97,4	<0,5	<0,5	1,29	1,79	1,06	1,45
ZM6	6,24	7,51	67,1	73,2	0,510	0,510	2,90	3,18	<0,5	0,522
ZM7	7,82	10,2	86,4	92,7	<0,5	<0,5	1,05	1,40	<0,5	1,37
ZM8	5,33	5,99	67,6	68,7	1,35	1,35	9,76	10,6	<0,5	0,762
ZM9	6,90	7,76	155	169	<0,5	<0,5	10,1	10,7	<0,5	1,01
ZM10	7,42	7,81	98,2	106	<0,5	<0,5	1,08	1,22	<0,5	0,680
ZM11	7,56	8,31	57,1	64,1	<0,5	<0,5	0,700	0,700	0,68	1,08
ZM12	5,91	6,79	53,6	62,1	<0,5	<0,5	1,02	1,30	<0,5	0,877
ZM13	9,28	10,3	78,9	92,3	<0,5	<0,5	0,920	1,28	0,500	0,910
ZM14	9,05	9,39	80,6	84,0	<0,5	<0,5	0,740	1,03	0,950	0,950
ZM15	10,5	11,0	97,5	103	<0,5	<0,5	0,734	1,02	0,515	0,732
ZM16	7,92	8,06	69,2	74,7	<0,5	<0,5	0,571	0,862	0,500	0,616
ZM17	9,01	9,03	81,9	90,3	<0,5	<0,5	0,634	0,981	0,645	0,776
ZM18	12,6	12,6	78,0	80,3	<0,5	<0,5	0,950	2,52	<0,5	0,820
ZM19	12,2	12,2	119	129	<0,5	<0,5	0,923	1,48	0,500	1,21
ZM19a	13,8	13,8	180	180	<0,5	<0,5	1,10	1,37	0,910	1,08

ZM21	15,8	15,8	55,3	59,9	<0,5	<0,5	1,62	1,84	1,35	1,35
ZM22	17,0	17,0	110	110	<0,5	<0,5	1,23	1,38	0,650	0,920
ZM23	22,2	22,2	140	140	<0,5	<0,5	1,16	1,32	0,706	0,930
ZM24	8,50	8,50	39,6	42,2	<0,5	<0,5	0,655	0,97	<0,5	0,940
ZM25	13,9	17,6	105	145	<0,5	<0,5	1,04	1,60	0,640	0,970
ZM26	12,9	14,7	118	118	<0,5	<0,5	3,90	3,90	0,870	0,870
ZM27	18,3	18,3	136	136	<0,5	<0,5	1,85	2,22	1,34	1,34
ZM28	7,79	8,00	36,4	36,4	<0,5	<0,5	0,722	1,08	<0,5	0,533
ZM29	6,17	6,80	26,0	26,0	<0,5	<0,5	0,500	9,66	<0,5	0,508
ZM30	14,5	16,5	89,5	89,5	<0,5	<0,5	1,44	1,93	<0,5	<0,5
ZM31	16,0	17,8	146	146	<0,5	<0,5	2,04	2,52	<0,5	<0,5
ZM31a	13,7	13,7	84,6	149	<0,5	<0,5	4,02	4,06	0,519	0,712
ZM32	11,7	11,7	185	185	<0,5	<0,5	0,722	1,06	0,764	1,25
ZM33	12,0	12,0	73,1	110	<0,5	<0,5	1,05	1,39	0,500	0,849
ZM34	25,0	25,0	86,9	256	<0,5	<0,5	3,12	3,60	<0,5	<0,5
ZM35	31,0	31,0	55,5	135	<0,5	<0,5	2,51	2,68	<0,5	<0,5
ZM36	22,8	22,8	79,7	100	<0,5	<0,5	2,00	2,34	<0,5	0,740
ZM37	7,50	7,50	81,2	82,4	<0,5	<0,5	6,97	7,59	<0,5	0,926
ZM38	14,8	14,8	56,1	58,9	<0,5	<0,5	4,41	4,46	1,12	1,37
ZM39	19,6	19,6	106	106	<0,5	<0,5	2,38	4,57	<0,5	0,769
ZM40	19,6	19,6	146	150	<0,5	<0,5	4,78	5,82	0,689	3,980
Zwickauer Mulde										
ZM1TA	4,88	4,91	248	249	<0,5	<0,5	4,80	4,80	1,64	1,64
ZM2SH	6,80	6,80	61,7	61,7	<0,5	<0,5	0,590	1,02	<0,5	<0,5
ZM5AU	11,8	11,8	99,5	106	<0,5	0,731	1,62	1,88	<0,5	0,556

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Wasserproben 6/10

PNUM	Sb_f	Sb_uf	Se_f	Se_uf	Sn_f	Sn_uf	Ti_f	Ti_uf	Tl_f	Tl_uf
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde										
ZM1	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,87	6,20	<0,1	<0,1
ZM2	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,98	9,20	<0,1	<0,1
ZM3	<1	<1	<5	<5	<3	<3	7,92	8,71	<0,1	<0,1
ZM4	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,37	5,37	<0,1	<0,1
ZM5	<1	<1	<5	<5	<3	<3	6,91	10,0	<0,1	<0,1
ZM6	<1	<1	<5	<5	<3	<3	11,8	11,8	<0,1	<0,1
ZM7	<1	<1	<5	<5	<3	<3	11,6	14,3	<0,1	<0,1
ZM8	<1	<1	<5	<5	<3	<3	15,0	17,7	<0,1	<0,1
ZM9	<1	<1	<5	<5	<3	<3	8,46	10,4	<0,1	<0,1
ZM10	<1	<1	<5	<5	<3	<3	8,94	8,94	<0,1	<0,1
ZM11	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,53	6,68	<0,1	<0,1
ZM12	<1	<1	<5	<5	<3	<3	7,90	8,47	<0,1	<0,1
ZM13	<1	<1	<5	<5	<3	<3	6,58	7,82	<0,1	<0,1
ZM14	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,35	5,35	<0,1	<0,1
ZM15	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,00	5,09	<0,1	<0,1
ZM16	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,56	5,91	<0,1	<0,1
ZM17	<1	<1	<5	<5	<3	<3	<5	<5	<0,1	<0,1
ZM18	<1	<1	<5	<5	<3	<3	9,32	11,2	<0,1	<0,1
ZM19	<1	<1	<5	<5	<3	<3	7,56	10,4	<0,1	<0,1
ZM19a	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,00	6,69	0,140	0,140
ZM21	<1	<1	<5	<5	<3	<3	<5	<5	0,200	0,200
ZM22	<1	<1	<5	<5	<3	<3	8,85	9,67	<0,1	<0,1
ZM23	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,55	7,08	<0,1	<0,1
ZM24	<1	<1	<5	<5	<3	<3	14,0	19,0	<0,1	<0,1
ZM25	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,00	6,21	<0,1	<0,1
ZM26	<1	<1	<5	<5	<3	<3	6,67	10,3	<0,1	<0,1
ZM27	<1	<1	<5	<5	<3	<3	9,92	9,92	<0,1	<0,1
ZM28	<1	<1	<5	<5	<3	<3	16,8	18,2	<0,1	<0,1

ZM29	<1	<1	<5	<5	<3	<3	17,3	17,3	<0,1	<0,1
ZM30	<1	<1	<5	<5	<3	<3	6,50	8,41	<0,1	<0,1
ZM31	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,73	6,57	<0,1	<0,1
ZM31a	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,01	5,01	0,130	0,130
ZM32	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,48	8,87	0,190	0,190
ZM33	<1	<1	<5	<5	<3	<3	5,00	5,58	0,120	0,120
ZM34	<1	<1	<5	<5	<3	<3	32,5	32,5	<0,1	<0,1
ZM35	<1	<1	<5	<5	<3	<3	12,7	13,7	0,100	0,100
ZM36	<1	<1	<5	<5	<3	<3	9,36	12,3	0,100	0,100
ZM37	<1	<1	<5	<5	<3	<3	12,7	16,2	<0,1	<0,1
ZM38	<1	<1	<5	<5	<3	<3	25,7	25,7	<0,1	<0,1
ZM39	<1	<1	<5	<5	<3	<3	11,3	15,6	0,110	0,110
ZM40	<1	<1	<5	<5	<3	<3	18,3	24,8	<0,1	<0,1
Zwickauer Mulde										
ZM1TA	<1	<1	<5	<5	<3	<3	10,2	12,3	<0,1	<0,1
ZM2SH	<1	<1	<5	<5	<3	<3	11,7	14,3	<0,1	<0,1
ZM5AU	<1	<1	<5	<5	<3	<3	10,2	11,4	<0,1	<0,1

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Wasserproben 7/10

PNUM	**U_f**	**U_uf**	**V_f**	**V_uf**	**W_f**	**W_uf**	**Zn_f**	**Zn_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde								
ZM1	0,500	0,500	<1	<1	<0,5	<0,5	120	120
ZM2	0,950	0,95	<1	1,08	<0,5	<0,5	48,8	48,8
ZM3	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	28,5	28,5
ZM4	0,770	0,770	<1	<1	<0,5	<0,5	58,3	58,3
ZM5	4,35	5,84	<1	<1	<0,5	<0,5	16,6	21,0
ZM6	10,6	15,1	<1	<1	<0,5	<0,5	81,5	85,5
ZM7	6,70	11,0	<1	<1	<0,5	<0,5	15,0	17,6
ZM8	37,9	57,4	<1	<1	<0,5	<0,5	175	175
ZM9	0,657	0,66	<1	<1	<0,5	<0,5	46,0	46,0
ZM10	2,58	3,43	<1	<1	<0,5	<0,5	31,9	32,9

ZM11	3,29	4,82	<1	<1	<0,5	<0,5	13,5	15,1
ZM12	3,76	5,33	<1	<1	<0,5	<0,5	90,9	102
ZM13	2,69	3,78	<1	<1	<0,5	<0,5	29,0	33,6
ZM14	2,88	3,44	<1	<1	<0,5	<0,5	14,6	14,6
ZM15	3,06	3,75	<1	<1	<0,5	<0,5	12,0	15,0
ZM16	3,21	3,74	<1	<1	<0,5	<0,5	11,1	11,1
ZM17	3,65	4,06	<1	<1	<0,5	<0,5	12,3	13,5
ZM18	3,00	3,35	<1	<1	<0,5	<0,5	15,4	15,4
ZM19	1,90	2,33	<1	<1	<0,5	<0,5	17,8	19,4
ZM19a	2,83	2,83	<1	<1	<0,5	<0,5	15,0	15,0
ZM21	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	17,9	17,9
ZM22	2,64	2,64	<1	<1	<0,5	0,6	15,4	18,4
ZM23	1,13	1,45	<1	<1	<0,5	0,86	15,2	17,2
ZM24	1,27	1,80	<1	<1	<0,5	<0,5	15,4	19,9
ZM25	1,47	2,10	<1	<1	<0,5	<0,5	15,8	21,3
ZM26	1,74	1,74	<1	<1	<0,5	<0,5	28,9	30,6
ZM27	3,00	3,00	<1	<1	<0,5	<0,5	20,8	20,8
ZM28	1,93	1,93	<1	<1	<0,5	<0,5	18,4	19,8
ZM29	2,70	2,70	<1	<1	<0,5	<0,5	8,26	9,45
ZM30	1,19	1,22	<1	<1	<0,5	<0,5	15,8	17,8
ZM31	1,24	1,31	<1	<1	<0,5	<0,5	19,1	20,3
ZM31a	1,61	1,67	<1	<1	<0,5	<0,5	36,1	38,4
ZM32	1,82	1,92	<1	<1	<0,5	<0,5	13,5	16,7
ZM33	1,66	1,66	<1	<1	<0,5	<0,5	16,9	18,5
ZM34	2,44	2,65	<1	<1	<0,5	<0,5	10,5	15,0
ZM35	1,10	1,19	<1	<1	<0,5	<0,5	19,1	23,5
ZM36	1,94	2,08	<1	<1	<0,5	<0,5	23,8	29,3
ZM37	<0,5	<0,5	<1	<1	<0,5	<0,5	75,9	77,9
ZM38	1,21	1,21	<1	<1	<0,5	<0,5	38,4	41,7
ZM39	2,21	2,31	<1	<1	<0,5	<0,5	22,4	23,9
ZM40	1,45	1,46	1,10	1,10	<0,5	<0,5	20,6	33,7
Zwickauer Mulde								

ZM1TA	1,01	1,01	<1	<1	<0,5	<0,5	40,8	40,8
ZM2SH	1,03	1,03	<1	<1	<0,5	<0,5	9,40	13,9
ZM5AU	1,77	2,00	<1	<1	<0,5	<0,5	16,5	18,6

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Sedimentproben 8/10

PNUM	**Ag_S**	**As_S**	**Ba_S**	**Be_S**	**Bi_S**	**Cd_S**	**Co_S**	**Cr_S**	**Cu_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde									
ZM1	0,856	2270	266	2,49	8,76	1,32	26,9	25,7	144
ZM2	0,504	197	157	2,28	1,76	0,641	16,4	34,8	35,8
ZM3	0,172	50,1	117	1,49	0,789	0,840	17,3	25,7	20,2
ZM4	0,698	660	412	0,882	7,11	0,458	7,24	24,3	93,1
ZM5	0,359	156	243	3,27	2,15	0,947	11,5	35,4	27,1
ZM6	0,62	722	487	41,3	74,1	8,4	28,4	52,7	369
ZM7	0,674	77,0	149	14,4	5,13	0,625	8,47	28,5	25,0
ZM8	3,13	559	1540	49,7	188	8,97	56,4	80,2	1140
ZM9	1,03	328	655	8,39	12,3	2,08	73,7	53,4	109
ZM10	2,71	4260	426	26,1	208	3,65	12,0	37,8	901
ZM11	0,146	31,5	137	8,11	4,13	0,778	5,35	26,9	18,3
ZM12	0,499	125	179	30,8	7,34	8,58	10,3	31,9	92,6
ZM13	0,388	67,5	131	10,1	6,30	1,14	5,90	26,4	40,7
ZM14	<0,1	21,8	226	3,90	2,93	0,206	10,6	54,2	39,0
ZM15	0,101	35,8	123	6,52	5,04	0,341	5,89	25,1	15,8
ZM16	0,171	81,8	98,2	6,21	4,71	0,335	5,01	19,5	15,7
ZM17	0,286	47,4	131	10,3	5,91	0,338	5,91	28,0	31,1
ZM18	1,44	55,1	204	12,8	4,07	0,616	5,61	29,6	25,7
ZM19	0,343	69,5	216	23,2	6,30	2,36	12,9	33,1	42,6
ZM19a	0,519	80,5	123	7,11	8,28	0,353	6,99	34,5	30,6
ZM21	0,265	37,3	129	1,64	1,94	1,16	3,06	12,8	18,8
ZM22	3,80	71,8	231	16,7	5,29	0,678	7,14	32,7	41,8
ZM23	0,102	36,1	94,0	6,82	5,92	0,265	4,55	25,9	21,7
ZM24	1,35	66,7	400	29,8	9,29	3,04	19,8	56,4	157

ZM25	0,681	79,3	673	6,52	11,2	1,17	12,4	47,3	94,8
ZM26	0,384	82,1	178	14,6	12,4	0,505	15,3	47,4	57,4
ZM27	0,409	92,7	140	8,86	6,800	0,450	4,99	31,3	32,0
ZM28	0,443	79,0	354	79,2	4,49	5,76	32,5	32,0	57,4
ZM29	0,259	70,8	194	35,8	2,23	1,20	8,17	34,2	29,9
ZM30	0,504	92,2	316	26,2	13,4	2,11	19,2	42,0	53,6
ZM31	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
ZM31a	0,464	169	265	9,45	50,4	0,680	19,5	40,8	112
ZM32	0,270	65,9	159	10,7	7,35	0,540	6,19	26,8	32,5
ZM33	0,483	99,3	157	12,9	13,4	0,760	7,83	25,4	48,8
ZM34	0,584	106	336	39,0	254	5,07	30,3	15,8	107
ZM35	0,658	149	298	101	31,3	4,01	31,2	24,2	65,1
ZM36	0,650	123	497	34,7	31,1	4,27	27,3	49,7	107
ZM37	1,51	198	590	20,7	19,6	8,64	56,3	82,0	218
ZM38	<0,1	95,0	120	22,3	5,14	1,19	6,73	24,6	39,7
ZM39	0,376	118	197	15,4	9,04	0,899	17,2	32,1	37,5
ZM40	2,34	720	369	10,9	149	2,31	91,7	59,3	81,4
Zwickauer Mulde									
ZM1TA	0,321	210	334	7,42	2,53	2,86	45,2	49,3	67,4
ZM2SH	0,190	170	226	36,7	9,34	2,22	12,2	35,2	54,2
ZM5AU	0,559	109	375	32,7	34,3	3,63	25,1	44,5	91,1

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Sedimentproben 9/10

PNUM	**Fe_S**	**Hg_S**	**Li_S**	**Mn_S**	**Mo_S**	**Ni_S**	**Pb_S**	**Sb_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde								
ZM1	134000	2,75	26,8	2060	3,13	29,7	94,3	0,557
ZM2	46300	0,742	53,9	1160	1,71	31,8	92,7	0,317
ZM3	44200	<0,1	34,9	1470	1,14	32,2	65,1	0,200
ZM4	45100	0,264	24,7	359	2,07	20,6	64,0	0,393
ZM5	42600	0,391	66,6	893	1,39	24,3	70,7	0,310
ZM6	48900	<0,1	131	1890	3,78	49,7	155	0,457

ZM7	27700	<0,1	160	408	1,19	16,5	81,3	0,200
ZM8	40900	0,175	114	954	6,15	150	174	0,529
ZM9	45700	<0,1	73,4	4500	3,84	63,1	79,1	0,409
ZM10	58900	0,488	135	1540	5,43	17,8	248	2,99
ZM11	28800	<0,1	136	334	0,648	14,0	53,8	<0,2
ZM12	35600	<0,1	127	1510	1,24	19,9	115	0,317
ZM13	35200	<0,1	142	472	1,08	15,1	65,7	0,23
ZM14	31300	<0,1	95,4	346	0,357	35,6	42,2	0,2
ZM15	27500	<0,1	140	605	0,820	12,2	63,0	<0,2
ZM16	32500	<0,1	76,0	461	0,780	11,5	54,4	<0,2
ZM17	29200	0,204	169	476	1,19	14,0	86,2	<0,2
ZM18	29800	<0,1	173	441	0,904	13,7	62,5	<0,2
ZM19	29200	0,244	203	1340	1,21	23,1	71,8	<0,2
ZM19a	25300	0,218	178	364	0,718	23,5	50,7	<0,2
ZM21	19200	<0,1	22,8	197	0,907	9,08	49,9	0,239
ZM22	35600	0,506	250	332	1,32	17,4	83,3	<0,2
ZM23	26900	<0,1	195	282	0,816	13,8	50,6	0,255
ZM24	42600	0,314	168	965	2,23	46,8	293	0,379
ZM25	37200	0,291	230	1090	1,39	34,5	223	0,834
ZM26	36500	0,263	178	1200	1,20	37,2	71,8	0,319
ZM27	39000	0,104	166	315	1,01	14,6	76,0	0,336
ZM28	33250	0,276	205	4310	1,72	26,0	90,7	0,258
ZM29	29700	0,175	247	679	0,84	18,4	76,1	<0,2
ZM30	48800	0,257	223	4060	1,45	27,6	96,6	0,392
ZM31	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
ZM31a	48400	0,347	191	3430	2,51	26,5	83,1	0,347
ZM32	31600	0,276	187	598	1,15	16,8	67,6	0,200
ZM33	38100	0,192	166	1170	1,80	17,3	94,6	0,571
ZM34	28100	0,438	232	9860	1,64	55,7	90,8	0,200
ZM35	31300	0,510	216	7690	1,89	36,2	76,2	0,380
ZM36	37000	0,286	259	2930	1,79	36,1	145	0,469
ZM37	50000	0,392	187	2220	2,62	80,1	247	0,555

ZM38	24200	<0,1	82,7	958	0,749	16,7	51,7	0,200
ZM39	58400	0,279	169	1070	1,59	20,8	79,8	0,265
ZM40	57900	0,229	153	2030	3,01	82,1	126	0,290
Zwickauer Mulde								
ZM1TA	98000	<0,1	61,3	6160	2,64	47,6	92,0	0,396
ZM2SH	50400	0,240	135	1900	1,41	31,5	93,7	0,307
ZM5AU	42200	0,267	254	1600	2,37	43,4	121	0,564

Anlage 7-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung der oberen Zwickauer Mulde, Sedimentproben 10/10

PNUM	**Se_S**	**Sn_S**	**Ti_S**	**Tl_S**	**U_S**	**V_S**	**W_S**	**Zn_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Zuflüsse zur Zwickauer Mulde								
ZM1	3,18	1,04	212	0,323	17	36,3	0,479	125
ZM2	2,37	0,811	292	0,461	8,49	45,3	0,304	107
ZM3	<2	0,317	144	0,286	2,12	34,2	0,097	115
ZM4	2,52	0,602	166	0,244	6,54	32	0,262	84,7
ZM5	<2	1,83	402	0,602	22,7	47,8	0,846	115
ZM6	4,23	14,5	798	1,79	450	62,4	0,59	900
ZM7	<2	1,16	465	1,17	328	36	0,542	94,5
ZM8	9,08	6,8	699	1,85	1380	114	0,342	1680
ZM9	<2	5,58	668	0,985	12,3	71,9	0,244	338
ZM10	3,74	142	565	1,88	174	35	11,6	325
ZM11	<2	1,33	461	1,27	36	38,5	0,382	117
ZM12	2,43	4,4	635	1,51	139	39,9	0,408	522
ZM13	2,3	2,17	437	1,56	57,7	39,3	1,78	145
ZM14	<2	1,24	328	0,86	7,5	79,4	0,148	118
ZM15	<2	2,05	506	1,57	44,6	34,6	1,24	101
ZM16	<2	0,752	380	1,1	73,4	28,4	0,792	92,5
ZM17	<2	5,63	672	1,92	68,3	33,6	0,189	119
ZM18	<2	6,36	606	1,61	86,1	36,7	0,602	114
ZM19	<2	7,51	655	1,89	28,5	37,2	0,884	240
ZM19a	<2	5,46	641	1,51	22,6	38	0,167	102

ZM21	<2	2,85	283	0,548	5,84	14,7	0,38	99,5
ZM22	<2	9,14	635	1,63	62,1	37,1	0,716	119
ZM23	2,1	4	561	1,35	17,1	35,6	1,28	89
ZM24	<2	6,72	852	1,35	75,3	51,8	1,35	937
ZM25	2,59	17,3	1480	1,84	19,5	63,1	0,919	421
ZM26	<2	7,23	685	1,89	43,8	50,8	3,14	163
ZM27	2,57	4,44	606	1,36	50,7	40,8	1,17	106
ZM28	<2	7,915	626	2,015	92,7	44,2	2,33	625
ZM29	<2	6,79	651	1,75	61,5	46,8	0,313	171
ZM30	3,78	8,1	912	2,92	37,6	45	3,91	370
ZM31	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
ZM31a	<2	8,32	718	2,66	36	53,7	6,82	178
ZM32	<2	4,27	551	1,7	24,7	36,3	3,18	125
ZM33	2,78	3,98	455	2,06	44,7	38,6	5,09	146
ZM34	<2	1,92	140	2,07	51,1	21,6	10,8	542
ZM35	<2	1,96	264	2,49	68,9	29,6	14,2	397
ZM36	3,79	13,4	865	2,53	51,9	50,4	2,14	429
ZM37	5,77	8,96	932	1,38	16,7	79,8	0,327	1060
ZM38	2,01	3,67	295	0,712	32	24,6	0,985	167
ZM39	<2	6,02	740	1,56	46,8	50,1	2,28	184
ZM40	<2	5,76	1260	1,7	20,6	107	0,541	485
Zwickauer Mulde								
ZM1TA	<2	1,96	500	0,611	16,2	59,1	0,234	366
ZM2SH	2	4,8	558	1,25	77,3	42,4	1,29	320
ZM5AU	3,23	11	739	2,34	48,6	53,6	3,75	552

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Lokalitäten 1/10

PNUM	Fluss	Ort	RW	HW
Große Mittweida				
SW_GM1	Große Mittweida	Katzensteinbrücke	4564560	5593080
SW_GM2	Kleine Mittweida	Mdg.	4563700	5597480
SW_GM3	re. Zufluß TS Markersbach	oh. TS Markersbach	4563440	5598750
SW_GM4	Roßbach	oh. TS Markersbach	4562610	5598000
SW_GM5	Bach aus Oberscheibe	Mdg.	4562110	5600350
SW_GM6	Große Mittweida	Raschau	4558690	5599770
SW_GM7	Schwarzbach	Wildenau	4557040	5600830
SW_GM8	Schwarzbach	Elterlein	4561540	5604180
SW_GM9	Oswaldbach	Schwarzenberg	4557040	5601310
SW_GM10	Fischbach	Grünhain	4558220	5605190
SW_GM11	Oswaldbach	Grünhain	4558880	5605690
Pöhlwasser				
SW_PÖ1	Klingerbach	Tellerhäuser	4563510	5589280
SW_PÖ2	Höllbach	Höllgrund	4563660	5590330
SW_PÖ3	Pöhlwasser	Rittersgrün	4558360	5591860
SW_PÖ4	Mückenbach	Rittersgrün	4558230	5591830
SW_PÖ5	Kunnersbach	Rittersgrün	4558770	5592500
SW_PÖ6	Pöhlwasser	oh. Luchsbach	4557360	5596490
SW_PÖ7	Luchsbach 1	Mdg.	4557560	5596590
SW_PÖ8	Luchsbach 2	Mdg.	4557570	5596630
SW_PÖ9	Luchsbach	oh. Haldenplateau	4559190	5595080
SW_PÖ10	Friedrichsbach	Pöhla	4558170	5597820
SW_PÖ11	Friedrichsbach	Ephrainhaus	4559090	5596310

SW_PÖ12	Pöhlwasser	Grünstädtel	4558190	5599480
Schwarzwasser				
SW_SW1	Schwarzwasser	Johanngeorgenstadt	4552130	5588860
SW_SW2	Breitenbach	Johanngeorgenstadt	4552080	5587810
SW_SW3	Lehmergrundbach	Johanngeorgenstadt	4550500	5587870
SW_SW4	Pechöfener Bach	Mdg.	4551770	5587440
SW_SW5	Seifenbach	Mdg.	4551940	5590460
SW_SW6	Seifenbach	Straßenkehre	4553090	5589850
SW_SW7	Hinterer Milchbach	Mdg.	4550000	5591980
SW_SW8	Steinbach	Teufelssteine	4549550	5590890
SW_SW9	Vorderer Milchbach	Mdg.	4550300	5592690
SW_SW10	Steinbach	Mdg.	4551060	5593200
SW_SW11	Großer Ortsbach	Mdg.	4553340	5593370
SW_SW12	Großer Ortsbach	oh. Kleiner Ortsbach	4554430	5592830
SW_SW13	Kleiner Ortsbach	Mdg.	4554310	5592790
SW_SW14	Bach Breitenbrunn/ St. Christoph	Breitenbrunn	4553650	5594050
SW_SW15	Fällbach/Schieferbach	Mdg.	4552510	5595700
SW_SW16	Halsbach	Antonsthal, Mdg.	4553790	5596620
SW_SW17	Halsbach	oh. Straßenkehre	4552460	5598030
SW_SW18	Schwarzwasser	Schwarzenberg	4556180	5600540
SW_SW19	Beierfelder Dorfbach	Schwarzenberg	4555450	5601750
SW_SW20	Griese/Ratsbach	Lauter	4553110	5602680
SW_SW21	Kuttenbach	Aue	4551200	5606350
SW_SW22	Fällbach	Aue	4552020	5607060
SW_SW23	Kuttenbach	Aue	4551970	5607190
SW_SW24	Schwarzwasser	Aue	4549910	5606120

PNUM	Datum	W-Temp.	pH	O2-Geh.	O2-Sätt.	el. Leitf.	Eh.	Schweb
		°C		mg/l	%	µS/cm	mv	mg/l
Große Mittweida								
SW_GM1	05.06.2008	8,7	6,2	11,0	100	125	423	0,6
SW_GM2	05.06.2008	9,9	6,6	10,5	100	56	461	<0,1
SW_GM3	05.06.2008	11,9	6,9	9,7	97	138	431	1,88
SW_GM4	05.06.2008	13,0	6,3	9,6	98	51	447	2,43
SW_GM5	05.06.2008	13,4	7,1	8,7	90	262	361	3,87
SW_GM6	05.06.2008	15,9	7,4	9,8	102	180	419	3,34
SW_GM7	05.06.2008	14,6	7,3	9,8	100	217	419	4,53
SW_GM8	05.06.2008	15,2	7,0	8,7	92	175	401	8,02
SW_GM9	11.06.2008	13,9	6,4	nb	nb	213	532	2,25
SW_GM10	11.06.2008	13,9	6,3	nb	nb	350	502	4,36
SW_GM11	11.06.2008	11,8	4,6	nb	nb	66	687	0,46
Pöhlwasser								
SW_PÖ1	09.06.2008	8,2	6,6	10,8	100	91	402	<0,1
SW_PÖ2	09.06.2008	8,1	6,3	10,7	100	46	437	0,5
SW_PÖ3	09.06.2008	9,8	6,3	10,3	100	71	417	<0,1
SW_PÖ4	09.06.2008	10,7	6,0	9,3	95	44	479	0,2
SW_PÖ5	09.06.2008	11,5	6,1	9,9	99	60	450	0,32
SW_PÖ6	09.06.2008	11,4	6,4	10,0	100	86	557	1,51
SW_PÖ7	09.06.2008	13,5	6,2	nb	nb	103	471	2,76
SW_PÖ8	09.06.2008	15,0	7,1	nb	nb	198	475	1,32
SW_PÖ9	09.06.2008	11,3	6,4	10,0	100	61	557	<0,1
SW_PÖ10	09.06.2008	12,8	6,6	9,9	98	126	502	2,04
SW_PÖ11	09.06.2008	13,0	6,5	9,9	98	63	516	<0,1
SW_PÖ12	09.06.2008	13,7	6,8	9,7	97	109	517	1,86
Schwarzwasser								
SW_SW1	10.06.2008	10,7	6,7	9,8	98	49	467	6,28

SW_SW2	10.06.2008	10,5	6,6	9,8	98	49	415	0,21
SW_SW3	10.06.2008	9,6	5,1	9,9	100	30	537	<0,1
SW_SW4	10.06.2008	12,4	6,1	10,0	100	52	427	nb
SW_SW5	10.06.2008	11,0	6,1	10,8	100	113	507	0,38
SW_SW6	10.06.2008	13,6	6,1	10,1	100	45	523	1,79
SW_SW7	10.06.2008	10,3	4,5	10,0	99	48	593	<0,1
SW_SW8	10.06.2008	14,9	5,5	10,2	102	61	482	3,06
SW_SW9	11.06.2008	11,6	4,7	10,2	101	44	577	0,74
SW_SW10	11.06.2008	12,2	5,9	10,6	106	64	491	1,63
SW_SW11	11.06.2008	12,4	6,4	nb	nb	99	504	2,67
SW_SW12	11.06.2008	12,4	6,4	nb	nb	87	480	2,13
SW_SW13	11.06.2008	10,5	6,0	nb	nb	52	441	1,29
SW_SW14	11.06.2008	12,1	7,1	nb	nb	133	491	*<0,1*
SW_SW15	11.06.2008	11,6	6,9	nb	nb	61	544	0,73
SW_SW16	11.06.2008	12,4	7,3	nb	nb	120	477	2,22
SW_SW17	11.06.2008	11,4	4,3	nb	nb	51	610	2,3
SW_SW18	12.06.2008	12,5	6,8	nb	nb	131	415	2,92
SW_SW19	12.06.2008	12,3	6,6	nb	nb	284	469	2,21
SW_SW20	12.06.2008	11,6	6,8	nb	nb	108	489	4,9
SW_SW21	12.06.2008	9,3	5,4	nb	nb	114	587	0,42
SW_SW22	12.06.2008	11,1	4,3	nb	nb	103	657	0,53
SW_SW23	12.06.2008	11,1	4,6	nb	nb	102	625	0,46
SW_SW24	12.06.2008	13,2	6,9	nb	nb	292	510	4,08

PNUM	Ag_f	Ag_uf	Al_f	Al_u	As_f	As_uf	Ba_f	Ba_uf	Be_f	Be_uf
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Große Mittweida										
SW_GM1	<0,1	<0,1	26,4	192	0,570	2,02	12,6	14,2	<1	<1
SW_GM2	<0,1	<0,1	21,4	63,5	0,600	3,13	21,9	24,3	<1	<1
SW_GM3	<0,1	<0,1	9,04	219	1,82	1,99	11,7	13,7	<1	<1
SW_GM4	<0,1	<0,1	149	397	0,910	2,91	28,4	33,7	<1	<1
SW_GM5	<0,1	<0,1	28,1	363	4,38	4,77	42,9	51,5	<1	<1
SW_GM6	<0,1	<0,1	21,4	304	2,97	3,22	26,4	32,3	<1	<1
SW_GM7	<0,1	<0,1	20,4	306	2,15	2,42	46,0	64,1	<1	<1
SW_GM8	<0,1	<0,1	29,1	383	4,75	6,41	56,2	56,2	<1	<1
SW_GM9	<0,1	0,120	25,1	100	3,50	3,50	44,8	45,7	<1	<1
SW_GM10	<0,1	<0,1	49,5	261	1,80	2,70	54,4	58,5	<1	<1
SW_GM11	<0,1	<0,1	1600	1940	<0,5	<0,5	59,7	60,2	<1	<1
Pöhlwasser										
SW_PÖ1	<0,1	<0,1	124	190	0,570	0,570	49,4	52,8	<1	<1
SW_PÖ2	<0,1	<0,1	116	206	<0,5	<0,5	21,4	22,0	<1	<1
SW_PÖ3	<0,1	<0,1	33,0	63,5	1,29	1,88	22,8	23,3	<1	<1
SW_PÖ4	<0,1	<0,1	77,3	131	0,510	0,600	21,8	23,0	<1	<1
SW_PÖ5	<0,1	0,320	59,9	185	0,610	0,820	56,4	59,8	<1	<1
SW_PÖ6	<0,1	<0,1	39,3	214	1,65	2,56	27,3	28,4	<1	<1
SW_PÖ7	<0,1	<0,1	36,2	165	2,19	3,71	27,8	28,7	<1	<1
SW_PÖ8	<0,1	<0,1	48,2	191	9,76	10,9	62,0	62,0	<1	<1
SW_PÖ9	<0,1	<0,1	55,1	83,0	<0,5	<0,5	59,0	59,0	<1	<1

SW_PÖ10	<0,1	<0,1	19,5	196	6,67	11,0	31,1	31,1	<1	<1
SW_PÖ11	<0,1	<0,1	27,9	50,7	<0,5	<0,5	41,1	41,1	<1	<1
SW_PÖ12	<0,1	<0,1	32,1	191	2,63	5,45	28,5	28,5	<1	<1
Schwarzwasser										
SW_SW1	<0,1	<0,1	55,8	212	4,12	4,12	17,3	19,6	<1	<1
SW_SW2	<0,1	<0,1	52,6	68,1	2,70	2,70	17,2	17,2	<1	<1
SW_SW3	<0,1	<0,1	148	169	0,600	0,600	21,6	21,6	<1	<1
SW_SW4	<0,1	<0,1	45,1	64,4	0,850	0,850	20,0	20,0	<1	<1
SW_SW5	<0,1	<0,1	48,9	166	1,26	1,44	21,0	21,0	<1	1,11
SW_SW6	<0,1	<0,1	20,8	51,1	1,35	1,35	13,7	20,7	<1	<1
SW_SW7	<0,1	<0,1	458	458	0,730	<0,5	51,9	51,9	1,44	1,44
SW_SW8	<0,1	<0,1	244	421	1,85	1,85	31,5	33,6	<1	<1
SW_SW9	<0,1	<0,1	550	637	1,29	1,29	30,9	39,2	1,17	1,17
SW_SW10	<0,1	<0,1	248	394	1,12	1,12	33,6	41,8	<1	<1
SW_SW11	<0,1	<0,1	19,0	172	3,50	3,50	19,7	20,3	<1	<1
SW_SW12	<0,1	<0,1	14,0	98,2	2,88	2,88	20,1	20,1	<1	<1
SW_SW13	<0,1	<0,1	27,9	71,5	0,970	0,970	17,9	17,9	<1	<1
SW_SW14	<0,1	<0,1	35,7	43,9	34,3	36,7	3,68	3,68	<1	<1
SW_SW15	<0,1	<0,1	29,1	75,3	1,23	1,23	23,0	23,0	<1	<1
SW_SW16	<0,1	<0,1	39,1	120	2,78	2,78	30,7	30,7	<1	<1
SW_SW17	<0,1	<0,1	466	516	0,63	0,63	34,6	42,7	<1	<1
SW_SW18	<0,1	<0,1	27,0	150	5,68	7,00	24,1	25,4	<1	<1
SW_SW19	<0,1	<0,1	44,9	86,4	2,84	2,84	51,6	51,6	<1	<1
SW_SW20	<0,1	<0,1	16,0	206	2,09	2,09	48,9	51,2	<1	<1
SW_SW21	<0,1	<0,1	219	246	1,99	1,99	30,8	30,8	<1	<1

SW_SW22	<0,1	<0,1	1860	1860	8,17	8,17	59,4	59,4	<1	<1
SW_SW23	<0,1	<0,1	781	820	1,24	1,24	47,0	47,0	<1	<1
SW_SW24	<0,1	<0,1	28,2	186	7,26	7,62	36,7	36,7	<1	<1

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Wasserproben 4/10

PNUM	**Bi_f**	**Bi_uf**	**Cd_f**	**Cd_uf**	**Co_f**	**Co_uf**	**Cr_f**	**Cr_uf**	**Cu_f**	**Cu_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Große Mittweida										
SW_GM1	<0,5	<0,5	0,12	0,17	<0,1	0,128	<0,5	<0,5	0,729	0,963
SW_GM2	<0,5	<0,5	0,27	0,30	<0,1	0,154	<0,5	<0,5	0,585	0,858
SW_GM3	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,143	<0,5	0,581	0,653	1,24
SW_GM4	<0,5	<0,5	0,21	0,24	0,525	0,768	<0,5	<0,5	1,53	2,08
SW_GM5	<0,5	<0,5	<0,1	0,14	0,144	0,387	0,661	1,06	3,51	5,91
SW_GM6	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,173	<0,5	0,859	2,44	2,90
SW_GM7	<0,5	<0,5	0,27	0,35	0,138	0,384	0,558	1,01	3,21	5,03
SW_GM8	<0,5	<0,5	1,54	1,54	1,62	1,62	<0,5	<0,5	11,3	11,3
SW_GM9	<0,5	<0,5	0,78	0,78	<0,1	0,160	1,24	1,65	3,13	3,71
SW_GM10	<0,5	<0,5	0,39	0,54	1,83	2,29	2,24	3,43	6,14	11,3
SW_GM11	<0,5	<0,5	1,17	1,17	5,84	6,66	<0,5	<0,5	13,2	13,2
Pöhlwasser										
SW_PÖ1	<0,5	<0,5	0,63	0,63	0,342	0,431	0,621	0,927	1,81	2,29
SW_PÖ2	<0,5	<0,5	0,18	0,18	<0,1	0,128	<0,5	<0,5	1,10	1,23
SW_PÖ3	<0,5	<0,5	0,62	0,62	0,105	0,146	<0,5	<0,5	2,17	2,29
SW_PÖ4	<0,5	<0,5	0,41	0,41	0,315	0,370	<0,5	<0,5	1,66	1,82
SW_PÖ5	<0,5	<0,5	0,54	0,54	0,147	0,210	<0,5	<0,5	0,708	1,20
SW_PÖ6	<0,5	<0,5	0,51	0,56	0,126	0,258	<0,5	0,589	3,30	3,30
SW_PÖ7	<0,5	<0,5	0,49	0,49	0,137	0,257	<0,5	0,515	1,86	2,39
SW_PÖ8	<0,5	<0,5	0,37	0,42	0,101	0,184	<0,5	0,601	2,66	4,13
SW_PÖ9	<0,5	<0,5	1,03	1,03	0,106	0,178	<0,5	<0,5	0,792	0,941
SW_PÖ10	<0,5	<0,5	0,75	0,75	<0,1	0,319	<0,5	<0,5	0,839	1,36
SW_PÖ11	<0,5	<0,5	0,54	0,54	0,134	0,165	<0,5	<0,5	0,750	0,750
SW_PÖ12	<0,5	<0,5	0,36	0,36	<0,1	0,251	<0,5	<0,5	1,90	2,82

Schwarzwasser										
SW_SW1	<0,5	<0,5	0,15	0,15	0,192	0,310	1,30	1,30	3,33	3,33
SW_SW2	<0,5	<0,5	0,18	0,18	0,126	0,149	1,23	1,23	3,23	3,23
SW_SW3	<0,5	<0,5	0,24	0,24	0,252	0,267	1,16	1,16	2,87	3,00
SW_SW4	<0,5	<0,5	0,15	0,15	0,150	0,182	1,14	1,14	1,65	1,65
SW_SW5	<0,5	<0,5	1,59	1,59	16,7	16,7	1,22	1,22	6,76	7,91
SW_SW6	<0,5	<0,5	0,20	0,24	0,304	0,304	1,00	1,00	0,789	1,17
SW_SW7	<0,5	<0,5	0,38	0,38	0,289	0,290	1,11	1,11	1,40	1,40
SW_SW8	<0,5	<0,5	0,35	0,35	1,17	1,19	1,16	1,16	3,65	3,65
SW_SW9	<0,5	<0,5	0,28	0,28	0,846	0,941	1,22	1,22	2,53	2,53
SW_SW10	<0,5	<0,5	0,29	0,29	0,414	0,470	<0,5	<0,5	3,40	3,40
SW_SW11	<0,5	<0,5	0,15	0,21	<0,1	0,212	<0,5	0,568	4,89	4,89
SW_SW12	<0,5	<0,5	0,14	0,17	<0,1	0,204	<0,5	<0,5	1,14	1,33
SW_SW13	<0,5	<0,5	0,28	0,28	0,285	0,316	<0,5	<0,5	0,728	0,917
SW_SW14	<0,5	<0,5	18,1	18,3	0,157	0,157	<0,5	<0,5	22,1	24,3
SW_SW15	<0,5	<0,5	0,23	0,23	<0,1	0,107	<0,5	<0,5	1,35	1,47
SW_SW16	<0,5	<0,5	0,87	0,92	0,165	0,251	0,513	0,933	1,97	2,14
SW_SW17	<0,5	<0,5	0,98	0,98	3,62	4,05	<0,5	<0,5	3,95	3,95
SW_SW18	<0,5	<0,5	0,19	0,24	<0,1	0,291	<0,5	0,633	2,16	2,61
SW_SW19	<0,5	<0,5	0,59	0,81	0,184	0,236	1,18	1,72	2,91	4,93
SW_SW20	<0,5	<0,5	0,23	0,33	<0,1	0,196	<0,5	0,665	1,15	1,30
SW_SW21	<0,5	<0,5	1,92	1,92	0,459	0,459	<0,5	<0,5	5,64	5,82
SW_SW22	<0,5	<0,5	4,96	4,96	14,0	14,2	<0,5	<0,5	19,4	19,4
SW_SW23	<0,5	<0,5	3,57	3,57	2,08	2,08	<0,5	<0,5	8,69	8,69
SW_SW24	<0,5	<0,5	0,36	0,46	0,245	0,549	0,682	1,02	3,11	4,21

PNUM	Hg_f	Hg_uf	Li_f	Li_uf	Mn_f	Mn_uf	Mo_f	Mo_uf	Ni_f	Ni_uf
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Große Mittweida										
SW_GM1	<0,1	<0,1	0,719	1,02	2,24	5,70	<0,1	<0,1	0,58	0,89
SW_GM2	<0,1	<0,1	1,71	2,22	5,80	7,36	<0,1	<0,1	1,90	2,54
SW_GM3	<0,1	<0,1	2,05	2,91	0,834	4,10	<0,1	<0,1	0,99	1,92
SW_GM4	<0,1	<0,1	1,79	2,51	19,2	26,0	<0,1	<0,1	2,87	3,86
SW_GM5	<0,1	<0,1	41,8	55,7	17,5	45,4	0,32	0,41	2,74	4,25
SW_GM6	<0,1	<0,1	13,8	18,6	2,23	14,5	0,15	0,21	0,97	1,81
SW_GM7	<0,1	<0,1	3,74	5,06	21,2	45,5	0,19	0,25	3,93	5,43
SW_GM8	<0,1	<0,1	8,37	8,37	101	101	0,20	0,20	9,11	9,11
SW_GM9	<0,1	0,101	3,91	4,20	4,35	9,34	0,29	0,29	5,04	5,41
SW_GM10	<0,1	<0,1	5,72	7,59	230	267	0,41	0,47	32,3	38,2
SW_GM11	<0,1	<0,1	3,44	4,19	521	557	<0,1	<0,1	11,6	12,7
Pöhlwasser										
SW_PÖ1	<0,1	<0,1	1,43	1,67	55,3	64,0	0,25	0,26	4,06	4,57
SW_PÖ2	<0,1	<0,1	1,14	1,43	11,2	14,6	0,10	0,10	1,89	2,25
SW_PÖ3	<0,1	<0,1	2,33	2,84	7,36	9,08	0,12	0,13	1,95	2,18
SW_PÖ4	<0,1	<0,1	3,16	3,84	12,2	14,1	<0,1	<0,1	2,85	3,42
SW_PÖ5	<0,1	<0,1	2,37	2,86	8,6	10,7	<0,1	<0,1	2,40	2,81
SW_PÖ6	<0,1	<0,1	2,73	3,67	10,8	17,0	0,12	0,12	2,03	2,51

SW_PÖ7	<0,1	<0,1	3,19	3,61	11,4	17,9	0,23	0,23	2,05	2,33
SW_PÖ8	<0,1	<0,1	7,51	8,36	10,0	14,0	1,1	1,1	2,40	2,95
SW_PÖ9	<0,1	<0,1	2,45	2,72	7,27	7,40	<0,1	0,17	3,92	3,92
SW_PÖ10	<0,1	<0,1	3,54	4,44	6,84	13,3	<0,1	<0,1	1,86	2,26
SW_PÖ11	<0,1	<0,1	2,76	3,38	6,14	6,33	<0,1	<0,1	3,64	3,78
SW_PÖ12	<0,1	<0,1	3,51	4,22	7,0	17,1	0,25	0,28	1,76	2,22
Schwarzwasser										
SW_SW1	<0,1	<0,1	4,39	4,58	26,0	26,0	0,11	0,15	2,26	2,41
SW_SW2	<0,1	<0,1	5,45	5,45	17,5	17,6	<0,1	<0,1	2,55	2,55
SW_SW3	<0,1	<0,1	5,91	5,91	79,8	79,8	<0,1	<0,1	3,18	3,18
SW_SW4	<0,1	<0,1	4,00	4,00	22,7	22,7	<0,1	<0,1	1,34	1,34
SW_SW5	<0,1	<0,1	20,0	20,0	172	172	<0,1	<0,1	63,1	63,7
SW_SW6	<0,1	<0,1	2,40	3,46	9,36	12,6	<0,1	<0,1	2,16	2,45
SW_SW7	<0,1	<0,1	17,7	17,7	157	157	<0,1	<0,1	1,86	1,86
SW_SW8	<0,1	<0,1	10,5	11,4	462	472	<0,1	<0,1	3,00	3,00
SW_SW9	<0,1	<0,1	21,1	23,1	260	280	<0,1	<0,1	1,72	1,72
SW_SW10	<0,1	<0,1	13,3	15,7	148	161	<0,1	0,20	2,25	2,28
SW_SW11	<0,1	<0,1	5,00	5,85	4,02	17,6	0,16	0,24	2,47	3,22
SW_SW12	<0,1	<0,1	5,96	6,96	18,3	28,0	0,14	0,19	3,37	4,03
SW_SW13	<0,1	<0,1	3,73	3,99	28,3	28,3	<0,1	<0,1	4,47	4,54
SW_SW14	<0,1	<0,1	12,2	12,2	18,7	18,7	<0,1	<0,1	4,39	4,39

SW_SW15	<0,1	<0,1	6,65	7,33	8,79	18,7	0,64	0,64	1,66	1,84
SW_SW16	<0,1	<0,1	4,10	4,78	8,58	12,3	0,28	0,28	2,47	2,76
SW_SW17	<0,1	<0,1	3,25	3,80	211	229	<0,1	<0,1	6,68	7,29
SW_SW18	<0,1	<0,1	9,17	11,4	12,9	54,3	0,28	0,28	2,64	3,22
SW_SW19	<0,1	<0,1	7,50	8,87	10,7	13,4	0,21	0,21	4,08	4,50
SW_SW20	<0,1	<0,1	4,93	5,78	5,42	14,9	0,10	0,10	1,97	2,43
SW_SW21	<0,1	<0,1	5,90	6,36	13,2	13,8	<0,1	<0,1	16,6	16,6
SW_SW22	<0,1	<0,1	7,70	8,14	440	449	<0,1	<0,1	31,3	31,3
SW_SW23	<0,1	<0,1	6,30	6,73	193	193	<0,1	<0,1	17,6	17,6
SW_SW24	<0,1	0,135	16,0	16,6	22,1	47,4	0,72	0,76	11,8	14,0

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Wasserproben 6/10

PNUM	**Pb_f**	**Pb_uf**	**Sb_f**	**Sb_uf**	**Se_f**	**Se_uf**	**Sn_f**	**Sn_uf**	**Ti_f**	**Ti_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Große Mittweida										
SW_GM1	<0,1	0,52	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,61
SW_GM2	<0,1	0,19	0,13	0,13	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,91
SW_GM3	<0,1	0,38	0,22	0,27	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,9
SW_GM4	0,21	0,57	0,24	0,28	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,3
SW_GM5	0,10	0,83	0,21	0,3	<2	<2	<0,2	0,24	nb	7,16
SW_GM6	<0,1	0,53	0,19	0,25	<2	<2	<0,2	0,25	nb	3,96
SW_GM7	0,91	3,14	0,32	0,43	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	nb
SW_GM8	0,17	0,17	0,38	0,38	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	5,85
SW_GM9	0,18	0,52	0,36	0,36	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,7
SW_GM10	0,16	0,61	0,57	0,63	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,9
SW_GM11	3,28	3,81	0,19	0,2	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,29
Pöhlwasser										

SW_PÖ1	0,15	0,32	0,12	0,12	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,9
SW_PÖ2	0,11	0,23	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,08
SW_PÖ3	<0,1	0,28	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,25
SW_PÖ4	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	0,3	nb	0,51
SW_PÖ5	0,25	0,31	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,76
SW_PÖ6	0,46	0,46	0,13	0,13	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,01
SW_PÖ7	0,11	0,46	0,11	0,11	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,88
SW_PÖ8	0,10	0,62	0,3	0,3	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,87
SW_PÖ9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,8
SW_PÖ10	0,66	0,66	0,11	0,11	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,44
SW_PÖ11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,54
SW_PÖ12	<0,1	<0,1	0,13	0,13	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,51
Schwarzwasser										
SW_SW1	0,23	0,95	0,13	0,13	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	4,04
SW_SW2	3,18	3,18	0,12	0,12	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,88
SW_SW3	0,12	0,23	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,88
SW_SW4	0,19	0,19	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	0,72
SW_SW5	0,84	1,83	0,21	0,21	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,18
SW_SW6	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,04
SW_SW7	0,29	0,41	0,12	0,12	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,84
SW_SW8	0,28	0,28	0,15	0,15	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,1
SW_SW9	0,47	0,74	0,2	0,2	<2	<2	<0,2	0,37	nb	2,61
SW_SW10	0,22	0,37	0,17	0,17	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,5
SW_SW11	0,27	0,54	0,16	0,16	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	4,39
SW_SW12	0,14	0,54	0,14	0,14	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,46
SW_SW13	<0,1	0,18	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,01
SW_SW14	<0,1	<0,1	0,47	0,47	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,21
SW_SW15	0,14	0,17	0,16	0,16	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,72
SW_SW16	0,19	0,68	0,2	0,2	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,94
SW_SW17	0,84	0,86	0,22	0,22	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	<0,5
SW_SW18	0,17	0,57	0,18	0,18	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	3,82

SW_SW19	0,23	0,58	0,22	0,22	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	2,12
SW_SW20	<0,1	0,48	0,11	0,11	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	4,52
SW_SW21	0,98	1,17	0,59	0,59	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	<0,5
SW_SW22	5,31	5,31	0,51	0,51	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	1,1
SW_SW23	8,48	8,56	0,22	0,22	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	<0,5
SW_SW24	0,18	0,71	1,89	1,89	<2	<2	<0,2	<0,2	nb	4,6

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Wasserproben 7/10

PNUM	**Tl_f**	**Tl_uf**	**U_f**	**U_uf**	**V_f**	**V_uf**	**W_f**	**W_uf**	**Zn_f**	**Zn_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Große Mittweida										
SW_GM1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,103	0,325	<0,5	<0,5	4,62	5,14
SW_GM2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	14,1	15,8
SW_GM3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,125	0,423	<0,5	<0,5	1,89	3,57
SW_GM4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,168	<0,5	<0,5	12,6	14,1
SW_GM5	<0,1	<0,1	0,281	0,284	<0,1	0,474	<0,5	<0,5	7,68	16,2
SW_GM6	<0,1	<0,1	0,120	0,120	0,186	0,629	<0,5	<0,5	3,53	7,00
SW_GM7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,152	0,604	<0,5	<0,5	61,5	76,8
SW_GM8	<0,1	<0,1	0,162	0,162	0,123	0,123	<0,5	<0,5	105	105
SW_GM9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,113	<0,5	<0,5	94,0	95,7
SW_GM10	<0,1	<0,1	0,240	0,240	0,169	0,557	<0,5	<0,5	1060	1170
SW_GM11	<0,1	<0,1	0,120	0,120	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	91,0	91,0
Pöhlwasser										
SW_PÖ1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,167	<0,5	<0,5	17,4	19,5
SW_PÖ2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,144	0,303	<0,5	<0,5	2,70	4,10
SW_PÖ3	<0,1	<0,1	0,150	0,150	<0,1	0,155	<0,5	<0,5	40,6	44,6
SW_PÖ4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	18,3	20,6
SW_PÖ5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,185	<0,5	<0,5	14,2	17,4
SW_PÖ6	<0,1	<0,1	0,180	0,190	<0,1	0,326	<0,5	<0,5	31,0	31,0
SW_PÖ7	<0,1	<0,1	1,39	1,44	<0,1	0,299	<0,5	<0,5	27,1	28,7
SW_PÖ8	<0,1	<0,1	12,9	12,9	0,286	0,371	<0,5	<0,5	19,9	26,6
SW_PÖ9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	40,7	40,7
SW_PÖ10	<0,1	<0,1	<0,1	0,103	<0,1	0,212	<0,5	<0,5	46,0	46,0
SW_PÖ11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	41,0	41,0

SW_PÖ12	<0,1	<0,1	1,14	1,37	0,131	0,300	<0,5	<0,5	17,5	22,9
Schwarzwasser										
SW_SW1	<0,1	<0,1	0,447	0,464	0,430	0,430	<0,5	0,800	11,5	14,5
SW_SW2	<0,1	<0,1	0,483	0,483	0,350	0,350	0,800	0,800	14,6	15,8
SW_SW3	<0,1	<0,1	0,177	0,177	0,330	0,330	0,770	0,770	22,6	22,6
SW_SW4	<0,1	<0,1	0,396	0,396	0,335	0,335	<0,5	<0,5	4,00	6,10
SW_SW5	<0,1	<0,1	20,9	22,7	0,313	0,313	<0,5	0,53	840	840
SW_SW6	<0,1	<0,1	1,89	1,89	0,320	0,320	<0,5	<0,5	20,8	21,6
SW_SW7	0,131	0,131	2,01	2,01	0,372	0,372	<0,5	0,55	12,7	12,7
SW_SW8	0,130	0,130	1,30	1,30	0,351	0,351	<0,5	<0,5	23,0	23,0
SW_SW9	0,132	0,153	1,88	1,93	0,497	0,497	0,543	0,670	14,1	14,1
SW_SW10	<0,1	<0,1	1,08	1,08	<0,1	0,223	<0,5	1,62	18,0	18,0
SW_SW11	<0,1	<0,1	0,379	0,379	0,163	0,466	<0,5	<0,5	11,1	18,1
SW_SW12	<0,1	<0,1	0,441	0,519	0,153	0,377	<0,5	<0,5	14,2	17,2
SW_SW13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	<0,5	<0,5	24,4	24,4
SW_SW14	<0,1	<0,1	0,106	0,106	0,296	0,307	<0,5	<0,5	2750	2750
SW_SW15	<0,1	<0,1	0,257	0,257	0,151	0,232	<0,5	<0,5	16,4	16,4
SW_SW16	<0,1	<0,1	0,157	0,157	0,105	0,187	<0,5	<0,5	53,1	53,1
SW_SW17	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	64,1	64,1
SW_SW18	<0,1	<0,1	2,31	2,35	<0,1	0,281	<0,5	<0,5	33,7	33,7
SW_SW19	<0,1	<0,1	0,405	0,405	<0,1	0,155	<0,5	<0,5	57,6	61,8
SW_SW20	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,182	0,473	<0,5	<0,5	15,1	19,1
SW_SW21	<0,1	<0,1	0,247	0,247	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	136	145
SW_SW22	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	189	196
SW_SW23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	183	183
SW_SW24	<0,1	<0,1	2,19	2,19	0,559	0,984	<0,5	1,00	21,9	29,8

PNUM	Ag_S	As_S	Ba_S	Be_S	Bi_S	Cd_S	Co_S	Cr_S	Cu_S
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Große Mittweida									
SW_GM1	0,883	60,4	169	4,70	3,71	6,09	25,6	50,4	48,7
SW_GM2	1,64	122	192	22,3	2,67	9,26	37,9	37,2	66,8
SW_GM3	0,458	84,2	187	4,10	1,56	2,14	12,5	58,6	37,6
SW_GM4	0,365	102	168	4,57	3,65	1,42	24,5	42,4	58,7
SW_GM5	1,17	143	359	3,92	4,36	4,88	24,4	49,3	136
SW_GM6	0,799	88,2	238	2,32	2,26	1,66	14,6	55,7	51,8
SW_GM7	3,87	302	378	5,30	19,2	8,44	31,6	43,5	163
SW_GM8	2,90	130	430	4,26	3,55	6,88	29,8	67,8	159
SW_GM9	2,07	195	269	4,72	13,5	13,4	30,6	76,1	126
SW_GM10	2,09	78,4	443	4,42	2,29	3,98	26,1	195	175
SW_GM11	1,39	48,2	205	1,70	1,22	0,22	11,0	64,9	75,3
Pöhlwasser									
SW_PÖ1	0,571	78,1	338	8,03	2,46	6,99	36,2	65,2	84,6
SW_PÖ2	0,580	68,0	248	9,42	2,21	5,33	33,9	54,3	85,6
SW_PÖ3	1,35	181	275	9,35	6,23	11,7	36,1	62,8	151
SW_PÖ4	0,443	318	335	9,34	9,72	3,80	68,2	62,3	113

SW_PÖ5	1,00	81,6	307	10,3	3,00	5,66	25,1	57,5	66,0
SW_PÖ6	1,55	325	328	9,20	15,1	9,56	32,1	65,1	190
SW_PÖ7	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ8	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ9	1,05	141	326	15,5	3,15	6,50	33,7	47	75,2
SW_PÖ10	1,29	399	315	10,9	6,88	22,0	51,4	55,7	124
SW_PÖ11	0,700	172	270	16,0	3,06	7,02	46,8	54,2	82,5
SW_PÖ12	0,766	221	414	11,0	6,17	18,2	33,6	68,7	147
Schwarzwasser									
SW_SW1	1,25	212	406	11,7	38,7	6,11	32,3	63,0	122
SW_SW2	1,15	205	451	20,7	25,2	6,66	26,7	69,9	134
SW_SW3	1,11	154	157	7,43	42,7	0,52	19,3	46,2	120
SW_SW4	0,709	122	195	27,3	5,88	2,44	17,5	44,2	54,8
SW_SW5	1,39	465	185	93,5	15,6	3,15	58,7	46,4	678
SW_SW6	0,746	147	216	10,00	9,59	1,59	14,3	46,0	66,7
SW_SW7	0,575	66,5	138	6,67	41,6	0,48	5,23	29,7	33,0
SW_SW8	0,543	127	142	5,97	29,6	0,72	6,47	31,6	44,4
SW_SW9	0,325	96,6	234	8,02	9,82	0,72	8,17	43,3	40,5
SW_SW10	0,897	248	448	8,46	8,49	10,2	22,9	69,7	106

SW_SW11	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_SW12	0,889	125	259	30,9	22,9	2,91	12,9	46,9	106
SW_SW13	1,16	350	320	10,1	8,01	2,10	25,8	66,2	95,5
SW_SW14	5,53	2990	380	19,3	76,9	57,8	13,0	111	2250
SW_SW15	0,634	165	326	16,3	17,2	11,0	32,0	52,0	70,6
SW_SW16	1,96	187	349	18,5	21,5	28,2	66,5	62,5	154
SW_SW17	1,11	158	184	2,58	3,95	0,80	17,1	50,9	73,3
SW_SW18	1,10	270	436	13,4	20,5	10,9	42,8	56,8	138
SW_SW19	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_SW20	0,631	72,2	433	6,67	3,79	15,5	18,1	84,2	56,5
SW_SW21	2,83	825	571	6,60	15,5	10,0	40,9	75,7	394
SW_SW22	3,59	1940	233	2,38	8,84	0,72	14,2	62,5	111
SW_SW23	1,83	735	391	4,76	4,99	1,20	26,5	81,6	133
SW_SW24	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Sedimentproben 9/10

PNUM	**Fe_S**	**Hg_S**	**Li_S**	**Mn_S**	**Mo_S**	**Ni_S**	**Pb_S**	**Sb_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Große Mittweida								
SW_GM1	39200	0,221	49,8	1360	2,26	56,4	104	0,455
SW_GM2	34400	<0,1	50,8	1750	1,28	66,8	113	0,663
SW_GM3	35160	<0,1	75,3	513	0,62	52,5	79,3	0,357
SW_GM4	42800	<0,1	54,6	886	0,76	35,5	81,5	0,695

SW_GM5	47700	0,128	86,7	2300	2,53	76,3	111	0,995
SW_GM6	43000	<0,1	64,8	1200	1,01	42,9	74,7	0,346
SW_GM7	53300	<0,1	51,5	2860	1,61	58,3	223	0,818
SW_GM8	56300	0,448	68,7	2530	2,31	71,0	438	1,63
SW_GM9	48000	0,253	88,3	2000	1,57	86,1	209	0,979
SW_GM10	54700	0,412	66,1	1920	2,07	121	155	1,58
SW_GM11	43900	0,154	55,1	512	0,52	30,5	175	0,633
Pöhlwasser								
SW_PÖ1	60300	<0,1	75,3	2790	3,81	67,3	141	<0,1
SW_PÖ2	52600	<0,1	80,0	2510	1,94	78,1	90,1	0,285
SW_PÖ3	57200	<0,1	93,2	2430	2,52	73,2	151	0,379
SW_PÖ4	62300	<0,1	98,5	3640	1,23	49,0	117	<0,1
SW_PÖ5	36000	<0,1	103	744	1,28	56,7	98,1	0,319
SW_PÖ6	74600	0,140	126	2090	2,36	63,6	126	0,731
SW_PÖ7	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ8	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ9	38700	<0,1	72,7	1310	1,44	49	123	0,505
SW_PÖ10	42900	<0,1	111	1320	1,14	79,3	155	0,555
SW_PÖ11	40800	<0,1	99,5	1380	1,65	63,5	117	0,488
SW_PÖ12	49300	0,100	96,5	1470	2,02	66,8	147	0,294
Schwarzwasser								
SW_SW1	50100	0,279	98,3	1530	0,54	49,6	151	<0,1
SW_SW2	48300	0,201	120	1640	2,07	62,6	162	<0,1
SW_SW3	53900	0,127	83,4	1810	1,58	28,2	77,7	0,415
SW_SW4	41700	0,115	87,9	1000	1,01	35,8	76,6	0,274
SW_SW5	35200	1,03	112	1250	1,67	90,4	452	0,400
SW_SW6	33800	0,285	282	585	0,89	33,2	103	0,232
SW_SW7	26300	0,223	166	510	1,04	14,8	79,9	0,176
SW_SW8	33600	0,160	117	694	1,18	17,0	82,2	0,283
SW_SW9	33700	0,286	157	811	1,07	20,3	82,5	0,189
SW_SW10	54600	0,537	87,6	2300	1,69	92,5	158	0,266
SW_SW11	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

SW_SW12	35500	0,536	133	1530	1,96	31,1	91,9	0,672
SW_SW13	48900	0,318	90,9	1590	1,38	47,1	195	0,145
SW_SW14	62000	0,982	58,8	1370	2,34	40,0	478	1,79
SW_SW15	40700	0,316	111	3930	1,33	65,6	106	0,381
SW_SW16	45900	0,236	70,6	3610	1,64	75,6	648	0,904
SW_SW17	57700	0,189	64,8	696	0,91	31,4	109	0,881
SW_SW18	54100	0,270	93,0	3810	2,22	104	154	0,639
SW_SW19	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_SW20	36400	0,181	82,9	1210	0,49	55,1	99,1	<0,1
SW_SW21	43600	0,261	79,4	913	7,24	192	427	1,80
SW_SW22	41300	0,205	67,7	545	3,34	49,7	304	1,51
SW_SW23	53600	0,364	92,6	1620	1,77	44,6	501	0,202
SW_SW24	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Anlage 8-1: Ergebnisse aus der Detailbeprobung des Schwarzwassers, Sedimentproben 10/10

PNUM	**Se_S**	**Sn_S**	**Ti_S**	**Tl_S**	**U_S**	**V_S**	**W_S**	**Zn_S**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
Große Mittweida								
SW_GM1	4,85	0,852	660	0,490	4,61	58,1	0,169	371
SW_GM2	8,90	1,07	567	0,499	7,76	42,5	0,332	785
SW_GM3	2,70	1,28	606	0,570	5,18	65,8	<0,1	206
SW_GM4	4,28	1,38	535	0,623	3,61	52,8	<0,1	261
SW_GM5	3,84	1,78	807	0,867	5,73	71,6	0,628	668
SW_GM6	<2	0,879	350	0,814	3,57	64,2	0,213	255
SW_GM7	<2	1,81	300	1,04	5,31	58,6	1,64	1050
SW_GM8	3,31	2,99	644	1,01	6,50	73,4	1,17	1080
SW_GM9	4,35	4,50	538	0,605	5,25	60,3	1,83	1440
SW_GM10	4,21	17,2	751	0,656	5,30	65,3	0,436	2380
SW_GM11	3,66	1,07	615	0,580	3,09	57,0	<0,1	217
Pöhlwasser								
SW_PÖ1	3,84	0,693	901	0,625	5,93	146	<0,1	413
SW_PÖ2	5,14	1,07	963	0,451	5,13	89,9	<0,1	322
SW_PÖ3	4,57	12,9	1040	0,744	19,2	94,6	<0,1	711

SW_PÖ4	3,15	5,90	929	1,34	4,68	87,3	<0,1	358
SW_PÖ5	4,01	4,07	674	0,938	5,48	70,2	<0,1	554
SW_PÖ6	3,10	35,0	1080	0,913	12,1	105	35,3	752
SW_PÖ7	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ8	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_PÖ9	5,59	2,34	598	0,736	5,70	59,8	0,541	497
SW_PÖ10	5,48	4,08	593	0,720	6,65	64,6	0,954	1290
SW_PÖ11	6,85	2,25	686	0,612	6,79	62,1	0,273	828
SW_PÖ12	4,11	11,1	1020	0,778	42,4	78,0	0,313	1180
Schwarzwasser								
SW_SW1	2,98	2,29	622	1,51	21,7	82,5	<0,1	627
SW_SW2	3,18	12,4	1100	1,98	32,1	70,5	<0,1	957
SW_SW3	3,44	7,00	456	1,32	16,9	50,6	0,824	174
SW_SW4	4,65	3,27	455	0,990	43,1	48,4	0,222	341
SW_SW5	5,43	5,96	700	1,04	2040	40,5	0,9900	2150
SW_SW6	2,29	5,19	672	1,46	12,1	46,0	0,629	362
SW_SW7	2,07	2,09	332	1,74	87,2	33,6	26,4	92,5
SW_SW8	2,28	3,53	437	1,30	19,1	37,8	5,22	116
SW_SW9	<2	6,28	785	1,52	27,3	49,9	1,47	176
SW_SW10	4,31	6,95	863	0,953	36,3	81,0	0,294	860
SW_SW11	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_SW12	2,89	7,43	853	1,36	33,0	46,6	3,02	398
SW_SW13	4,22	3,12	602	1,14	6,86	67,6	0,207	402
SW_SW14	7,85	87,3	1030	0,889	10,2	62,6	0,743	8790
SW_SW15	3,18	6,01	739	1,17	27,6	53,3	0,916	938
SW_SW16	14,5	6,82	796	0,782	18,7	50,8	1,00	2230
SW_SW17	6,89	2,03	585	0,624	4,76	50,2	0,159	204
SW_SW18	3,12	12,6	983	1,08	77,5	53,9	1,65	2080
SW_SW19	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
SW_SW20	3,60	0,750	467	0,864	6,89	61,7	<0,1	763
SW_SW21	5,08	6,89	919	1,06	11,5	76,1	1,32	703
SW_SW22	4,97	3,05	608	1,02	4,17	48,8	0,259	195
SW_SW23	3,84	2,84	697	1,07	8,56	69,8	<0,1	349

SW_SW24	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Anlage 8-2: Altbergbauanalyse im Einzugsgebiet des Schwarzwassers (AlphaGeoservice Niederbobritzsch 2008) (siehe Anlagenband 2)

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 1/7

GKZ	AS	AS	B	B	BA	BA	BE	BE	CO	CO
	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
Schwarzwasser oh. Große Mittweida										
541211	2	38	2	116	2	466	2	3,25	2	4,75
541214	2	106	2	216	2	483	2	6	2	12
541219	1	79	1	204	1	284	1	5	1	16
5412221	4	102	4	588	4	412	4	8,5	4	6,5
5412222	1	103	1	479	1	403	1	7	1	13
5412223	1	111	1	994	1	321	1	10	1	11
5412224	3	108	3	512	3	473	3	9	3	11
5412225	1	143	1	792	1	438	1	9	1	10
5412226	4	51,5	4	206	4	408	4	14	4	11,5
541233	2	276	2	267	2	423	2	13	2	81,5
5412391	1	245	1	233	1	742	1	9	1	11
5412392	4	131	4	448	4	497	4	5,5	4	14,5
5412393	4	43,5	4	237	4	260	4	9,5	4	3,75
5412394	1	27	1	102	1	289	1	11	1	3,5
5412411	15	82	15	292	15	318	15	6	15	4
54124121	1	37	1	208	1	100	1	4,5	1	2,5
54124122	1	24	1	115	1	166	1	4,5	1	2,5
54124129	1	39	1	253	1	126	1	5	1	2,5
5412413	1	17	1	266	1	385	1	9	1	3,5
5412414	4	16	4	204	4	180	4	9	4	1,75
5412419	1	6	1	98	1	194	1	8	1	2
541242	1	28	1	137	1	300	1	11	1	5
541249	1	103	1	161	1	329	1	15	1	8
54125	9	44	9	241	9	270	9	10	9	3,5
541261	4	93,5	4	264	4	632	4	6	4	11
541262	5	109	5	405	5	469	5	7	5	9
541263	1	38	1	232	1	452	1	3,5	1	9

541264	1	100	1	281	1	499	1	7	1	14
541271	5	130	5	225	5	450	5	10	5	13
541272	10	37	10	188	10	414	10	6	10	8,5
541273	2	225	2	114	2	592	2	7,25	2	20
541274	7	71	7	105	7	468	7	4	7	7
541279	16	59,5	16	91,5	16	553	16	5	16	6

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 2/7

GKZ	CR	CR	CU	CU	LI	LI	MN	MN	NI	NI
	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
Schwarzwasser oh. Große Mittweida										
541211	2	42	2	25,5	2	51	2	441	2	19,5
541214	2	58,5	2	47	2	165	2	796	2	31
541219	1	40	1	55	1	86	1	1150	1	46
5412221	4	30,5	4	41,5	4	102	4	810	4	21
5412222	1	38	1	72	1	70	1	1260	1	28
5412223	1	33	1	89	1	72	1	1010	1	28
5412224	3	39	3	74	3	85	3	731	3	36
5412225	1	32	1	93	1	72	1	579	1	31
5412226	4	35	4	32	4	84,5	4	1270	4	28,5
541233	2	51,5	2	152	2	231	2	3000	2	75,5
5412391	1	61	1	107	1	255	1	866	1	35
5412392	4	46	4	93,5	4	231	4	778	4	28
5412393	4	16,5	4	21,5	4	337	4	304	4	13
5412394	1	15	1	17	1	537	1	280	1	16
5412411	15	29	15	27	15	183	15	462	15	20
54124121	1	7	1	17	1	634	1	440	1	10
54124122	1	7	1	13	1	618	1	352	1	10
54124129	1	7	1	15	1	642	1	427	1	9
5412413	1	19	1	6	1	461	1	926	1	7
5412414	4	5,75	4	12	4	635	4	327	4	7,5
5412419	1	7	1	10	1	767	1	302	1	7

541242	1	20	1	21	1	760	1	655	1	13
541249	1	20	1	33	1	268	1	1050	1	21
54125	9	22	9	21	9	417	9	350	9	15
541261	4	64,5	4	65,5	4	94	4	1670	4	39,5
541262	5	51	5	48	5	86	5	634	5	30
541263	1	67	1	48	1	69	1	1540	1	35
541264	1	52	1	79	1	69	1	1880	1	40
541271	5	55	5	58	5	137	5	2149	5	39
541272	10	45	10	24,5	10	106	10	704	10	25,5
541273	2	64	2	83,5	2	67,8	2	1660	2	37,5
541274	7	32	7	45	7	93	7	759	7	23
541279	16	34,5	16	40,5	16	105	16	428	16	23

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 3/7

GKZ	**PB**	**PB**	**SN**	**SN**	**Tl**	**Tl**	**W**	**W**	**ZN**	**ZN**
	n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
Schwarzwasser oh. Große Mittweida										
541211	2	66,5	2	11,5	2	3990	2	3	2	153
541214	2	51	2	149	2	6830	2	13	2	180
541219	1	73	1	36	1	7540	1	11	1	380
5412221	4	45,5	4	668	4	4710	4	64,5	4	90
5412222	1	42	1	402	1	6020	1	22	1	175
5412223	1	39	1	1810	1	5060	1	26	1	500
5412224	3	169	3	190	3	5300	3	39	3	190
5412225	1	119	1	736	1	4240	1	65	1	360
5412226	4	47	4	262	4	5280	4	31,5	4	185
541233	2	340	2	149	2	6120	2	21,5	2	1110
5412391	1	104	1	55	1	6920	1	18	1	275
5412392	4	53,5	4	528	4	5450	4	11,5	4	225
5412393	4	43	4	377	4	2720	4	41	4	128
5412394	1	23	1	34	1	1960	1	9	1	60
5412411	15	46	15	209	15	3690	15	19	15	115

54124121	1	52	1	428	1	1860	1	65	1	60
54124122	1	40	1	310	1	2230	1	9	1	60
54124129	1	56	1	636	1	2390	1	44	1	55
5412413	1	38	1	61	1	2410	1	20	1	60
5412414	4	29,5	4	816	4	2230	4	52	4	40
5412419	1	31	1	315	1	1650	1	16	1	10
541242	1	33	1	243	1	2380	1	29	1	75
541249	1	43	1	48	1	3190	1	34	1	150
54125	9	30	9	106	9	3320	9	24	9	85
541261	4	65,5	4	221	4	9220	4	13	4	250
541262	5	53	5	173	5	6970	5	12	5	180
541263	1	79	1	50	1	14900	1	22	1	295
541264	1	104	1	730	1	11000	1	75	1	670
541271	5	50	5	62	5	6980	5	17	5	470
541272	10	47,5	10	34	10	7390	10	15,5	10	198
541273	2	66,5	2	38	2	8470	2	5	2	248
541274	7	67	7	20	7	4800	7	12	7	190
541279	16	58,5	16	21	16	3270	16	12,5	16	218

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 4/7

GKZ	**AS**	**AS**	**B**	**B**	**BA**	**BA**	**BE**	**BE**	**CO**	**CO**
	n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
Große Mittweida										
541281	27	29	27	71	27	382	27	4,5	27	8
541282	12	83,5	12	64,5	12	416	12	4,5	12	13
541283119	1	62	1	58	1	378	1	4	1	5
54128312	1	54	1	69	1	506	1	3,5	1	6
54128314	3	66	3	160	3	432	3	3,5	3	6
54128319	2	63,5	2	106	2	652	2	6,5	2	11,5
54128392	3	90	3	92	3	424	3	3	3	8
541283932	1	61	1	109	1	455	1	3	1	4
54128394	3	74	3	91	3	471	3	4	3	6

541283952	1	69	1	95	1	547	1	4,5	1	11
541283954	1	62	1	80	1	508	1	4	1	8
541283959	1	93	1	132	1	537	1	4,5	1	8
54128396	1	66	1	72	1	411	1	3,5	1	5
54128398	1	33	1	91	1	655	1	3	1	7
54128399	1	93	1	76	1	542	1	2,5	1	9
5412841	8	46	8	72	8	558	8	5,5	8	11,5
5412842	4	40,5	4	88,5	4	461	4	7	4	14
541284311	5	47	5	123	5	583	5	6	5	12
541284319	1	129	1	1250	1	421	1	7	1	19
54128432	4	48,5	4	218	4	538	4	5	4	9,5
54128439	1	41	1	124	1	501	1	6	1	12
5412844	5	51	5	59	5	457	5	6	5	10
54128451	4	39	4	140	4	574	4	6	4	12
54128459	13	58	13	118	13	504	13	4,5	13	9
5412846	11	59	11	77	11	495	11	4,5	11	10
5412847	1	243	1	160	1	575	1	7	1	12
54128481	9	57	9	65	9	410	9	4	9	6
54128482	5	55	5	149	5	476	5	3,5	5	9
5412849	2	28,5	2	79	2	418	2	3,75	2	4,5
541285	1	115	1	76	1	569	1	4,5	1	7
5412861	4	60,5	4	84,5	4	408	4	4,25	4	7
5412862	1	89	1	73	1	594	1	5	1	12
5412863	2	79,5	2	97,5	2	470	2		2	11
5412864	1	55	1	113	1	487	1	4	1	8
5412865	2	58,5			2	456	2	4,25		
5412866	1	64	1	76	1	445	1	6	1	8
5412867	1	83	1	107	1	539	1	6	1	14
5412868	1	169	1	112	1	428	1	12	1	17
5412869	5	154	5	94	5	372	5	4,5	5	7
54128921	4	26,5	4	91	4	532	4	3,75	4	8,5
541289221	2	156	2	89,5	2	504			2	11,5

541289222	6	36	6	79	6	506	6	3,5	6	7
541289229	1	31	1	96	1	639	1	6	1	10
54128929	8	79	8	103	8	488	8	4,25	8	8,5
5412899	1	81	1	83	1	470	1	4	1	10

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 5/7

GKZ	CR	CR	CU	CU	LI	LI	MN	MN	NI	NI
	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
Große Mittweida										
541281	27	39	27	28	27	49,3	27	858	27	24
541282	12	43,5	12	27	12	50,2	12	780	12	23
541283119	1	29	1	20	1	56,3	1	373	1	19
54128312	1	51	1	20	1	26,4	1	362	1	26
54128314	3	43	3	26	3	56,3	3	468	3	19
54128319	2	57,5	2	57	2	81	2	756	2	35,5
54128392	3	28	3	27	3	59	3	828	3	21
541283932	1	27	1	17	1	28,2	1	364	1	16
54128394	3	49	3	17	3	26,4	3	474	3	23
541283952	1	70	1	32	1	100	1	620	1	41
541283954	1	61	1	40	1	86,2	1	752	1	37
541283959	1	78	1	39	1	89,8	1	670	1	47
54128396	1	29	1	19	1	33,4	1	365	1	17
54128398	1	72	1	23	1	95	1	1170	1	24
54128399	1	61	1	53	1	67	1	1210	1	23
5412841	8	55,5	8	51	8	60,8	8	1270	8	30
5412842	4	52,5	4	52,5	4	34,3	4	1730	4	36,5
541284311	5	60	5	47	5	59	5	1360	5	40
541284319	1	43	1	82	1	64	1	1420	1	35
54128432	4	57	4	46	4	81	4	1120	4	35
54128439	1	54	1	43	1	79	1	1700	1	32
5412844	5	55	5	48	5	78	5	939	5	32
54128451	4	45	4	41,5	4	51,5	4	1470	4	33

54128459	13	33	13	65	13	69	13	876	13	28
5412846	11	40	11	40	11	70	11	775	11	20
5412847	1	42	1	267	1	122	1	590	1	55
54128481	9	37	9	23	9	52,8	9	419	9	15
54128482	5	46	5	20	5	59,8	5	597	5	23
5412849	2	19	2	21,5	2	56	2	640	2	16,5
541285	1	39	1	60	1	100	1	805	1	21
5412861	4	44,5	4	33	4	60,7	4	489	4	22
5412862	1	93	1	86	1	88	1	858	1	32
5412863	2	47	2	91	2	41,4	2	774	2	24,5
5412864	1	33	1	23	1	54,6	1	600	1	22
5412865	2	29	2	40	2	74,8	2	276	2	19
5412866	1	41	1	42	1	59,8	1	1130	1	34
5412867	1	61	1	60	1	58,1	1	1340	1	46
5412868	1	29	1	33	1	63,4	1	2180	1	43
5412869	5	44	5	42	5	58,1	5	639	5	34
54128921	4	64	4	37	4	70,5	4	623	4	32
541289221	2	57,5	2	53	2	64,5	2	1470	2	35,5
541289222	6	61	6	16	6	76,5	6	347	6	31,5
541289229	1	214	1	111	1	74	1	849	1	61
54128929	8	46	8	38	8	76,5	8	596	8	27,5
5412899	1	50	1	58	1	114	1	895	1	35

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 6/7

GKZ	PB	PB	SN	SN	TI	TI	W	W	ZN	ZN
	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
Große Mittweida										
541281	27	65	27	5	27	4760	27	4	27	260
541282	12	81	12	6,5	12	4960	12	7,5	12	245
541283119	1	50	1	6	1	2580	1	6	1	125
54128312	1	52	1	4,5	1	3460	1	1	1	100
54128314	3	67	3	9	3	4570	3	10	3	105
54128319	2	81,5	2	9,5	2	3160	2	2	2	325
54128392	3	53	3	5	3	4420	3	3	3	170
541283932	1	45	1	4,5	1	2870	1	1	1	90
54128394	3	38	3	7	3	4170	3	13	3	125
541283952	1	78	1	9	1	4600	1	13	1	215
541283954	1	43	1	9	1	4520	1	7	1	160
541283959	1	82	1	9	1	4180	1	14	1	310
54128396	1	43	1	4,5	1	3450	1	3	1	95
54128398	1	62	1	13	1	4780	1	9	1	200
54128399	1	51	1	10	1	4120	1	7	1	181
5412841	8	77,5	8	8	8	8560	8	1	8	339
5412842	4	68,5	4	5	4	6700	4	2,5	4	355
541284311	5	86	5	34	5	8640	5	1	5	413
541284319	1	69	1	1240	1	10300	1	65	1	265
54128432	4	63	4	93	4	10100	4	15	4	185
54128439	1	115	1	86	1	11400	1	13	1	315
5412844	5	70	5	10	5	7130	5	12	5	310
54128451	4	72	4	92	4	12200	4	14,5	4	295
54128459	13	66	13	41	13	5900	13	15	13	420
5412846	11	49	11	20	11	5600	11	8	11	220
5412847	1	121	1	24	1	4500	1	9	1	720
54128481	9	52	9	6	9	4420	9	6	9	160

54128482	5	61	5	8	5	5600	5	3	5	180
5412849	2	32,5	2	17,5	2	2690	2	34	2	173
541285	1	72	1	46	1	5380	1	12	1	200
5412861	4	82	4	6	4	4810	4	5	4	218
5412862	1	338	1	9	1	5400	1	5	1	685
5412863	2	148	2	8	2	4880	2	9,5	2	750
5412864	1	94	1	8	1	5280	1	5	1	280
5412865	2	172	2	9,5	2	3850	2	,	2	320
5412866	1	100	1	11	1	5990	1	15	1	325
5412867	1	94	1	10	1	6330	1	3	1	275
5412868	1	79	1	7	1	4690	1	19	1	345
5412869	5	75	5	11	5	4360	5	10	5	195
54128921	4	52	4	6,25	4	8080	4	8	4	133
541289221	2	93	2	21	2	6990	2	12	2	258
541289222	6	32	6	5	6	7330	6	10,5	6	83
541289229	1	132	1	70	1	5880	1	1	1	3820
54128929	8	75,5	8	9,5	8	5140	8	10	8	265
5412899	1	64	1	10	1	3270	1	11	1	425

Anlage 8-3: Mittlere Elementgehalte, bezogen auf die Bachsedimente <200 µm nach GKZ, im Einzugsgebiet des Schwarzwassers 7/7

GKZ	AS	AS	B	B	BA	BA	BE	BE	CO	CO
	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50	n	P50
Schwarzwasser uh. Große Mittweida										
541292	4	53	4	122	4	658	4	4,25	4	9
5412931	11	50	11	86	11	563	11	6	11	8
5412932	3	130	3	132	3	667	3	4	3	10
5412934	11	55	11	131	11	440	11	4,5	11	7
5412941	2	51,5	2	85	2	514	2	7,5	2	8
5412942	2	74,5	2	120	2	482	2	5	2	13,5
541295	12	176	12	130	12	506	12	4,75	12	13
5412961	4	78,5	4	77,5	4	537	4	3,5	4	10
5412962	3	589	3	120	3	609	3	3,5	3	12

5412969	2	404	2	123	2	698	2	6,5	2	32
5412991	1	149	1	104	1	360	1	6	1	11

GKZ	**CR**	**CR**	**CU**	**CU**	**LI**	**LI**	**MN**	**MN**	**NI**	**NI**
	n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
Schwarzwasser uh. Große Mittweida										
541292	4	74	4	53	4	85,5	4	871	4	33,5
5412931	11	38	11	34	11	97	11	834	11	33
5412932	3	62	3	78	3	150	3	763	3	40
5412934	11	32	11	25	11	76	11	603	11	24
5412941	2	47,5	2	42,5	2	124	2	900	2	36,5
5412942	2	46	2	64	2	112	2	972	2	31
541295	12	37,5	12	116	12	142	12	712	12	47
5412961	4	56,5	4	33	4	91,5	4	786	4	31,5
5412962	3	62	3	48	3	63	3	827	3	36
5412969	2	36	2	202	2	172	2	666	2	48,5
5412991	1	24	1	42	1	56	1	1010	1	40

GKZ	**PB**	**PB**	**SN**	**SN**	**TI**	**TI**	**W**	**W**	**ZN**	**ZN**
	n	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**	**n**	**P50**
Schwarzwasser uh. Große Mittweida										
541292	4	72,5	4	30,5	4	7470	4	5	4	283
5412931	11	50	11	15	11	3570	11	11	11	205
5412932	3	131	3	72	3	6270	3	13	3	579
5412934	11	52	11	8	11	6070	11	10	11	320
5412941	2	80	2	18,5	2	4430	2	18,5	2	410
5412942	2	89	2	9	2	7270	2	31,5	2	403
541295	12	72,5	12	21	12	4550	12	18,5	12	265
5412961	4	46	4	9,5	4	8080	4	6	4	155
5412962	3	141	3	17	3	8310	3	20	3	180
5412969	2	100	2	24,5	2	3920	2	50	2	151
5412991	1	46	1	41	1	2930	1	23	1	110

Anlage 8-4: Komplexdarstellung aller Informationen zum Einzugsgebiet des Schwarzwassers (Westerzgebirge) (siehe Karte)

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen, Lokalitäten 1/9

PNUM	Name	Ort	RW	HW	Q_Koord
Freiberger Revier					
HSU	Hauptstollnumbruch	Conradsdorf	4596520	5645850	TK25
HSU	Hauptstollnumbruch	Conradsdorf	4596520	5645850	TK25
HSU	Hauptstollnumbruch	Conradsdorf	4596520	5645850	TK25
VGS	Königl. Verträgl. Gesell. Stolln	Halsbach	4596600	5644480	TK25
VGS	Königl. Verträgl. Gesell. Stolln	Halsbach	4596600	5644480	TK25
VGS	Königl. Verträgl. Gesell. Stolln	Halsbach	4596600	5644480	TK25
RSS	Rothschönberger Stolln	Rothschönberg	4598520	5660680	OW
RSS	Rothschönberger Stolln	Rothschönberg	4598520	5660680	OW
RSS	Rothschönberger Stolln	Rothschönberg	4598520	5660680	OW
Freiberger Randreviere					
THG	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Obergruna	4593370	5653911	GW
THG	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Obergruna	4593370	5653911	GW
THG	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Obergruna	4593370	5653911	GW
EMS	Emanuel Erbstolln	Bieberstein/Zollhaus	4593785	5655108	GW
RöMu	Rösche Muldenhütten	Muldenhütten	4597620	5642210	TK25
GLÜSI	Glücksilbersternstolln	Muldenhütten	4597650	5642030	TK25
STMICH	St. Michaelisstolln	Clausnitz	4605040	5624970	TK25
THEL	Thelersberger Stolln	Linda	4590310	5638920	TK25
NSG	Neuer Segen Gottes Stolln	Linda	4590250	5638690	TK25
TSS	Treue Sachsen Stolln	Kleinvoigtsberg	4591840	5652490	BfS
SALO	Salomonis Erbstolln	Reinsberg	4594490	5654200	BfS
ADO	Adolph Stolln	Siebenlehn	4589100	5657100	MA

Osterzgebirge					
TBÜ	Tiefer Bünau Stolln	Zinnwald	5413150	5623640	BfS
THIGO	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Zinnwald	5413480	5624080	BfS
ZWIE	Zwitterstocks Erbstolln	Geising	5415000	5626240	BfS
NBIE	Neuer Biela Stolln		5413838	5629951	OB
Mittleres Erzgebirge					
TSB	Tiefer Sauberger Stolln	Ehrenfriedersdorf	4568425	5614375	TK25
GRVIER	Großvierunger Stolln	Ehrenfriedersdorf	4570029	5612636	GW
GREIF	Greifensteinstolln	Ehrenfriedersdorf	4566590	5611950	TK25
GoAd	Goldener Adler Stolln	Ehrenfriedersdorf	4565650	5612260	BfS
TROPP	Tropper Stolln	Streckewalde	4575688	5612475	BfS
NEUG	Neuglück Stolln	Wolkenstein	4576150	5612800	MA
HGO	Hilfe Gottes Stolln	Wolkenstein	4575600	5613500	MA
WAL	Walfisch Stolln	Pobershau	4585668	5613050	TK25
WTE	Weistauber Tiefer Erbstolln	Rittersberg	4585721	5614193	GW
Westerzgebirge					
ST111	Stolln 111	Niederschlag	4572461	5594148	GW
GAST	Glück Auf Stolln	Johanngeorgenstadt	4551700	5589780	WI
FAUG	Friedrich August Stolln	Johanngeorgenstadt	4551930	5590470	MA
ST146	Stolln 146	Johanngeorgenstadt	4552100	5590450	MA
TRF	Treue Freundschaft Stolln	Schwarzenberg	4556320	5601600	MA
STCHR	St. Christoph Stolln	Breitenbrunn	4554680	5594080	MA
BL824	Bohrloch 824 Tiefbohrung	Aue	4551980	5607100	TK25
RHST	Reichenbach Hoffnung Stolln	Aue	4551970	5607110	TK25
MS	Markus Semmler Stolln	Niederschlema	4548278	5609515	WB

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen, Vor-Ort-Parameter 2/9

PNUM	Datum	T	pH	Eh	O2-Geh.	O2-Sätt.	el. Leitf.	Schweb	Q geschätzt

		°C		mV	mg/l	%	µS/cm	mg/l	l/s
Freiberger Revier									
HSU	23.11.07	8,7	6,9	433	11,9	98	390	26,5	aus
HSU	30.05.08	11,8	7,0	373	10,7	100	566	11,1	Lit.
HSU	03.12.08	6,3	6,3	507	10,5	90	485	8,29	ca. 30
VGS	23.11.07	13,5	4,5	593	9,8	98	616	10,7	aus
VGS	30.05.08	18,5	5,3	461	9,5	100	564	16,1	Lit.
VGS	03.12.08	11,1	4,4	669	8,1	77	783	5,02	ca. 50
RSS	23.11.07	13,5	6,8	482	9,8	97	489	4,40	aus
RSS	30.05.08	14,2	6,9	413	9,8	97	572	2,58	Lit.
RSS	03.12.08	11,5	6,7	487	8,2	80	616	2,69	ca. 500
Freiberger Randreviere									
THG	01.11.07	9,9	7,3	377	11,3	100	344	1,46	ca. 5
THG	30.05.08	10,1	7,0	357	9,9	94	353	2,70	ca. 5
THG	03.12.08	9,0	6,9	456	9	83	396	1,69	ca. 5
EMS	23.11.07	10,2	7,3	509	9,5	87	368	1,18	<1
RöMu	23.05.08	10,5	6,5	410	10,7	100	1310	3,37	>=1
GLÜSI	23.05.08	11,8	5,0	482	nb	nb	860	14,0	<1
STMICH	23.05.08	8,8	6,3	449	10,6	96	238	0,98	<1
THEL	30.05.08	8,9	6,2	352	10,1	93	241	1,54	ca.1-3
NSG	30.05.08	8,9	6,5	293	9,9	91	219	2,14	ca. 1
TSS	30.05.08	20	6,9	306	nb	nb	786	0,67	unbek.
SALO	03.12.08	8,6	7,3	469	9	82	288	0,38	ca. 1
ADO	30.05.08	9,7	7,0	282	10,1	92	450	4,05	ca. 1
Osterzgebirge									
TBÜ	21.11.07	6,2	6,2	418	11,4	95	184	4,72	>10
THIGO	21.11.07	6,0	6,2	476	11,5	96	73	19,3	ca.5-10
ZWIE	21.11.07	6,8	6,2	509	11	96	55	0,92	<1
NBIE	21.11.07	8,5	6,8	501	10,7	97	201	15,3	>10
Mittleres Erzgebirge									

TSB	14.12.07	9,0	6,1	503	10,6	96	476	4,52	ca. 150
GRVIER	20.05.08	7,5	6,3	517	9,4	83	252	0,43	ca. 10
GREIF	20.05.08	7,5	5,9	423	11	98	252	0,37	ca. 10
GoAd	07.12.08	nb	5,8	nb	nb	nb	113	nb	ca. 1
TROPP	13.06.08	9,8	6,8	517	nb	nb	245	1,40	ca. 10
NEUG	13.06.08	9,4	6,7	530	nb	nb	215	1,07	<=5
HGO	13.06.08	10,3	7,0	475	nb	nb	282	1,35	ca.10-15
WAL	13.06.08	8,6	6,4	515	nb	nb	187	0,86	<=10
WTE	13.06.08	10,8	6,7	451	nb	nb	305	1,26	ca.5-10
Westerzgebirge									
ST111	05.06.08	8,7	6,2	423	10,1	100	125	1,14	ca. 5
GAST	10.06.08	10,0	6,8	267	9	90	253	0,77	>10
FAUG	10.06.08	8,8	5,9	478	8	80	138	0,95	ca.1-5
ST146	10.06.08	11,2	6,0	526	9	90	226	1,29	<=1
TRF	09.06.08	9,5	6,7	465	9,9	99	172	0,60	ca. 5-10
STCHR	11.06.08	7,6	7,1	521	10,1	100	112	0,06	ca.1-5
BL824	12.06.08	12,8	6,25	223	nb	nb	87	1,19	0,05
RHST	12.06.08	9,8	3,8	627	nb	nb	150	3,16	<1
MS	12.06.08	11	7,2	453	nb	nb	371	0,86	>10

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen - Hauptionen 3/9

PNUM	**F^-**	**Cl^-**	**NO_2^-**	**Br^-**	**NO_3^-**	**PO_4^{3-}**	**SO_4^{2-}**	**HCO_3^-**	**Na**	**K**	**Ca**	**Mg**
	mg/l	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**
Freiberger Revier												
HSU	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	4,48	77,0	21,4
HSU	1,18	88,0	<0,1	<0,01	8,10	<0,5	317	28,8	28,5	5,29	81,0	27,3
HSU	0,77	84,6	<0,1	<0,01	5,86	<0,1	269	29,0	29,5	4,77	82,8	28,5
VGS	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	4,96	91,5	30,8
VGS	0,78	56,0	<0,1	<0,01	15,5	<0,5	331	2,70	22,1	4,22	50,6	18,0
VGS	0,75	77,9	<0,1	<0,01	12,1	<0,1	483	0	34,6	5,45	103	41,5
RSS	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	4,60	99,9	21,4
RSS	2,29	55,9	<0,1	<0,01	8,38	<0,1	321	67,1	30,2	5,11	95,6	23,9

RSS	1,03	27,9	<0,1	<0,01	2,24	<0,1	142	108	31,6	4,90	105	25,8
Freiberger Randreviere												
THG	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
THG	0,82	25,5	<0,1	<0,01	17,1	<0,1	214	44,6	14,9	4,27	57,4	19,8
THG	1,38	48,5	<0,1	<0,01	33,6	<0,1	430	49,8	16,5	4,12	72,2	21,4
EMS	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	2,74	75,4	9,82
RöMu	5,06	352	<0,1	8,29	22,0	<0,1	678	32,2	311	19,3	93,0	24,2
GLÜSI	2,38	141	<0,1	0,75	13,8	<0,1	547	2,44	79,1	10,5	132	22,7
STMICH	0,70	41,5	<0,1	<0,01	17,0	<0,1	84,6	41,5	13,7	1,91	40,2	9,92
THEL	0,22	17,5	<0,1	<0,01	23,7	<0,1	129	47,1	12,4	4,2	43,6	13,2
NSG	0,34	11,8	<0,1	<0,01	9,31	<0,1	109	78,1	7,36	2,69	45,6	13,6
TSS	0,50	26,1	<0,1	<0,01	7,74	<0,1	377	85,4	13,9	5,70	127	37,5
SALO	0,24	63,7	<0,1	<0,01	111	<0,1	158	56,6	19,3	2,57	46,9	12,6
ADO	0,26	46,9	<0,1	<0,01	9,83	<0,5	184	138	15,9	2,66	78,9	27,7
Osterzgebirge												
TBÜ	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	5,28	26,6	1,46
THIGO	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	2,82	14,8	1,20
ZWIE	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	1,28	9,74	2,56
NBIE	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	6,06	44,8	5,59
Mittleres Erzgebirge												
TSB	4,82	24,2	<0,1	<0,01	23,3	<0,1	157	nb	16,0	4,29	49,4	11,1
GRVIER	6,10	33,0	<0,1	<0,01	10,6	<0,1	155	28,8	12,0	2,49	30,6	7,56
GREIF	1,40	13,5	<0,1	<0,01	3,81	<0,1	42,3	3,70	8,13	1,44	8,35	4,11
GoAd	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	4,29	1,65	11,0	3,15
TROPP	2,67	22,1	<0,1	<0,01	18,1	<0,1	119	32,8	11,1	2,51	31,9	12,8
NEUG	2,08	19,2	<0,1	<0,01	22,9	<0,1	104	24,4	10,0	2,71	27,9	10,7
HGO	2,45	36,3	<0,1	<0,01	24,2	<0,1	96,7	51,9	14,7	2,72	36,2	12,6
WAL	2,74	27,9	<0,1	<0,01	18,0	<0,1	81,8	21,0,	13,9	3,74	21,0	7,56
WTE	2,17	51,6	<0,1	<0,01	18,9	<0,1	115	46,2	20,1	3,89	41,5	14,2
Westerzgebirge												
ST111	0,61	3,29	<0,1	<0,01	0,94	<0,1	70,2	nb	5,10	1,91	18,3	7,09

GAST	0,88	26,4	<0,1	<0,01	1,34	<0,1	93,1	78,8	13,2	2,89	26,1	16,9
FAUG	0,52	4,15	<0,1	<0,01	0,69	<0,1	78,0	22,9	4,22	1,94	12,4	12,2
ST146	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
TRF	0,54	7,45	<0,1	<0,01	9,21	<0,1	88,4	37,1	7,11	2,05	24,6	7,77
STCHR	0,72	9,75	<0,1	<0,01	6,45	<0,1	53,4	19,2	5,42	1,71	14,9	4,87
BL824	0,28	2,38	<0,1	0,02	0,05	<0,1	20,9	31,2	0,885	1,09	2,34	8,37
RHST	0,05	4,41	<0,1	0,03	0,42	<0,1	87,0	0	2,36	1,22	7,95	8,57
MS	0,55	38,0	<0,1	<0,01	15,0	<0,1	161	52,7	16,0	3,46	44,2	23,6

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen – Wasserproben 4/9

PNUM	**Ag_f**	**Ag_uf**	**Al_f**	**Al_uf**	**As_f**	**As_uf**	**Ba_f**	**Ba_uf**	**Be_f**	**Be_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Freiberger Revier										
HSU	0,178	0,948	204	2210	5,27	101	15,4	16,2	<1	1,85
HSU	0,229	0,489	60,6	977	8,10	42,5	15,6	15,9	<1	1,56
HSU	<0,1	0,201	63,5	640	5,60	28,8	12,3	12,7	<1	<1
VGS	0,101	0,571	8060	9880	8,24	25,2	23,4	23,5	2,99	2,99
VGS	0,140	1,19	2430	5880	3,48	12,9	28,7	28,7	<1	1,28
VGS	<0,1	0,287	11800	13600	9,41	22,8	24,9	24,9	3,61	3,61
RSS	<0,1	0,138	246	246	2,53	12,9	18,0	18,0	<1	<1
RSS	0,439	0,523	82,5	374	1,84	14,1	17,4	18,1	<1	<1
RSS	<0,1	0,100	45,4	236	2,06	13,6	16,7	17,0	<1	<1
Freiberger Randreviere										
THG	<0,1	<0,1	16,5	199	4,31	13,3	15,0	16,5	<1	<1
THG	0,314	0,888	52,1	200	3,46	18,0	20,1	20,7	<1	<1
THG	<0,1	<0,1	35,2	155	5,51	18,0	16,6	17,2	<1	<1
EMS	<0,1	<0,1	6,61	27,5	43,3	45,6	38,1	40,5	<1	<1
RöMu	0,125	0,254	772	1300	25,1	67,3	42,2	42,2	<1	<1
GLÜSI	<0,1	0,254	3740	5150	20,1	82,3	25,6	26,5	1,70	1,83
STMICH	0,102	0,112	51,4	51,4	1,31	1,31	17,4	17,4	<1	<1
THEL	0,110	0,110	31,6	82,2	1,32	2,46	28,8	29,1	<1	<1
NSG	0,168	0,377	27,4	43,0	3,02	4,62	49,8	51,6	<1	<1

TSS	0,160	0,160	58,4	58,4	1,53	1,87	<10	<10	<1	<1
SALO	<0,1	<0,1	19,2	19,8	2,38	2,38	67,3	67,6	<1	<1
ADO	0,12	0,122	60,2	65,9	3,86	16,3	36,6	37,8	<1	<1
Osterzgebirge										
TBÜ	<0,1	0,249	356	499	6,52	8,54	293	299	3,30	3,30
THIGO	<0,1	<0,1	295	1400	1,76	6,09	142	316	2,74	4,16
ZWIE	<0,1	<0,1	65,2	72,3	1,57	1,58	68,2	68,7	<1	<1
NBIE	<0,1	<0,1	575	3880	0,692	4,54	95,6	102	10	12,5
Mittleres Erzgebirge										
TSB	nb	nb	690	735	309	601	nb	nb	nb	nb
GRVIER	<1	<1	575	586	91,5	113	38,5	38,6	nb	nb
GREIF	<1	<1	489	502	8,75	20,1	16,4	16,4	nb	nb
GoAd	nb	<0,1	nb	494	nb	154	nb	54,6	nb	1,7
TROPP	<0,1	<0,1	38,4	52,6	26,1	37,5	52,7	56,9	<1	<1
NEUG	<0,1	<0,1	42,2	42,2	22,9	25,5	61,1	62,1	<1	<1
HGO	<0,1	<0,1	36,9	36,9	72,1	74,8	85,6	85,6	<1	<1
WAL	<0,1	<0,1	170	170	13,2	14,2	66,5	68,0	1,45	1,48
WTE	<0,1	<0,1	25,0	31,5	16,4	23,2	60,6	61,1	<1	<1
Westerzgebirge										
ST111	<0,1	<0,1	23,4	23,4	<0,5	1,44	68,9	68,9	<1	<1
GAST	<0,1	<0,1	10,2	31,0	44,7	113	13,3	13,9	<1	<1
FAUG	<0,1	<0,1	46,5	72,5	0,522	10,2	4,25	4,25	1,32	1,44
ST146	<0,1	<0,1	200	601	0,538	3,34	12,8	12,8	5,43	6,37
TRF	<0,1	<0,1	4,59	15,1	4,60	7,54	12,2	12,2	<1	<1
STCHR	<0,1	<0,1	35,7	43,9	34,3	36,7	3,68	3,68	<1	<1
BL824	<0,1	<0,1	3,36	3,36	128	128	101	101	<1	<1
RHST	<0,1	<0,1	741	836	21,3	108	16,9	16,9	1,30	1,43
MS	<0,1	<0,1	4,9	13,9	194	197	35,5	35,5	<1	<1

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen – Wasserproben 5/9

PNUM	**Bi_f**	**Bi_uf**	**Cd_f**	**Cd_uf**	**Co_f**	**Co_uf**	**Cr_f**	**Cr_uf**	**Cu_f**	**Cu_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**

Freiberger Revier										
HSU	<0,5	<0,5	63,8	65,7	14,9	16,5	1,70	1,70	28,3	180
HSU	<0,5	<0,5	38,0	40,0	25,7	27,2	1,51	1,85	9,53	85,9
HSU	<0,5	<0,5	28,0	30,0	12,0	12,0	2,74	2,74	5,48	43,0
VGS	<0,5	<0,5	211	211	47,2	47,2	2,15	2,19	450	450
VGS	<0,5	<0,5	123	123	17,0	17,0	0,773	0,990	200	223
VGS	<0,5	<0,5	241	241	56,1	56,4	2,21	2,58	399	420
RSS	<0,5	<0,5	23,5	23,5	7,40	7,40	1,80	1,80	13,5	24,6
RSS	<0,5	<0,5	24,0	25,9	7,57	8,02	1,23	1,33	11,5	28,7
RSS	<0,5	<0,5	18,1	19,2	5,97	5,97	1,97	2,22	4,59	15,2
Freiberger Randreviere										
THG	<0,5	2,20	1,43	2,12	4,44	5,15	1,07	1,07	1,38	2,16
THG	<0,5	<0,5	2,01	2,21	9,43	9,95	<0,5	0,559	1,42	3,61
THG	<0,5	<0,5	2,20	2,20	4,86	4,98	1,22	1,25	1,35	2,51
EMS	<0,5	<0,5	0,340	0,340	0,179	0,635	1,90	1,90	1,30	1,30
RöMu	<0,5	<0,5	225	226	16,7	16,7	4,58	4,58	328	396
GLÜSI	<0,5	<0,5	514	514	119	119	1,63	1,78	1610	1650
STMICH	<0,5	<0,5	2,10	2,10	0,120	0,120	0,890	0,886	86,4	89,1
THEL	<0,5	<0,5	0,520	0,523	2,94	2,94	<0,5	<0,5	1,53	1,53
NSG	<0,5	<0,5	0,243	0,265	2,50	2,66	<0,5	<0,5	1,13	1,13
TSS	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	2,03	2,03
SALO	<0,5	<0,5	0,130	0,130	<0,1	<0,1	1,91	1,92	0,33	0,33
ADO	<0,5	<0,5	0,154	0,167	9,21	9,86	1,02	1,18	1,11	1,31
Osterzgebirge										
TBÜ	0,39	0,69	2,33	2,33	0,400	0,400	2,90	2,90	53,3	56,8
THIGO	<0,5	1,11	0,10	1,07	0,143	0,615	1,04	1,29	12,4	25,7
ZWIE	0,50	0,50	0,17	0,17	<0,1	<0,1	<1	<1	9,80	9,80
NBIE	<0,5	<0,5	3,08	3,08	7,50	7,50	<1	<1	76,0	569
Mittleres Erzgebirge										
TSB	nb	nb	2,10	2,10	4,50	4,50	nb	nb	4,20	5,80
GRVIER	<1	<1	1,00	1,00	<1	<1	<3	<3	1,15	3,84
GREIF	<1	<1	2,50	2,50	3,10	3,10	<3	<6	19,0	19,0

GoAd	nb	<0,5	nb	3,11	nb	1,07	nb	0,870	nb	17,2
TROPP	<0,5	<0,5	3,42	3,71	1,79	2,00	0,5	0,5	6,45	8,56
NEUG	<0,5	<0,5	4,04	4,14	0,637	0,646	0,514	0,524	7,54	8,11
HGO	<0,5	<0,5	2,00	2,00	1,27	1,27	0,705	0,828	2,74	3,78
WAL	<0,5	<0,5	1,25	1,30	0,101	0,101	0,642	0,672	17,0	18,5
WTE	<0,5	<0,5	4,26	4,43	0,368	0,387	1,03	1,09	6,25	6,25
Westerzgebirge										
ST111	<0,5	<0,5	0,106	0,106	0,246	0,246	<0,5	<0,5	0,963	0,963
GAST	<0,5	<0,5	0,569	0,647	0,648	0,729	<0,5	<0,5	1,07	2,82
FAUG	<0,5	<0,5	2,87	2,97	18,9	19,6	<0,5	<0,5	8,52	13,9
ST146	<0,5	<0,5	6,05	6,06	102	103	<0,5	<0,5	30,9	36,3
TRF	<0,5	<0,5	0,636	0,656	0,594	0,642	<0,5	<0,5	0,745	1,26
STCHR	<0,5	<0,5	18,1	18,3	0,157	0,157	<0,5	<0,5	22,1	24,3
BL824	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,911	0,911	<0,5	<0,5	1,21	1,39
RHST	<0,5	<0,5	3,46	3,71	16,1	17,5	0,117	0,118	21,5	24,1
MS	<0,5	<0,5	0,523	0,540	1,26	1,62	0,820	0,820	19,0	22,3

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen – Wasserproben 6/9

PNUM	**Fe_f**	**Fe_uf**	**Hg_f**	**Hg_uf**	**Li_f**	**Li_uf**	**Mn_f**	**Mn_uf**	**Mo_f**	**Mo_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Freiberger Revier										
HSU	387	6650	<0,1	<0,1	43,0	43,0	4340	4820	0,290	0,290
HSU	8,00	3540	<0,1	<0,1	59,6	59,6	5180	5260	0,214	0,214
HSU	3,10	2480	<0,1	<0,1	38,0	38,0	4180	4260	0,111	0,136
VGS	616	1550	<0,1	<0,1	82,0	82,0	8390	8390	0,150	0,150
VGS	169	1260	<0,1	<0,1	42,8	42,8	4580	4600	0,140	0,162
VGS	248	1170	<0,1	<0,1	99,1	99,1	9490	9610	0,054	0,093
RSS	466	877	<0,1	<0,1	56,0	56,0	1210	1210	0,770	0,770
RSS	3,00	844	<0,1	<0,1	67,7	68,5	1260	1310	0,460	0,490
RSS	4,00	682	<0,1	<0,1	54,8	54,8	931	952	0,432	0,453
Freiberger Randreviere										
THG	nb	nb	<0,1	<0,1	58,9	58,9	1030	1060	0,155	1,29

THG	41,0	818	<0,1	<0,1	57,5	57,6	1740	1770	0,160	0,164
THG	28,0	620	<0,1	<0,1	43,2	43,2	1210	1230	0,140	0,155
EMS	268	311	<0,1	<0,1	104	104	34,3	138	0,850	0,850
RöMu	6,00	108	<0,1	<0,1	26,6	28,0	2130	2150	1,09	1,09
GLÜSI	80	485	<0,1	<0,1	58,4	58,4	7830	7860	<0,1	0,120
STMICH	1,00	1,00	<0,1	<0,1	23,6	23,6	5,90	5,90	0,238	0,245
THEL	274	843	<0,1	<0,1	15,2	15,2	1040	1040	0,160	0,160
NSG	1920	2460	<0,1	<0,1	14,3	14,8	853	876	0,195	0,212
TSS	105	127	<0,1	<0,1	46,0	51,4	7,10	7,10	0,110	0,115
SALO	5,60	10,7	<0,1	<0,1	38,1	38,2	2,80	2,80	0,115	0,125
ADO	590	2180	<0,1	<0,1	35,6	36,4	761	777	0,633	0,639
Osterzgebirge										
TBÜ	117	157	<0,1	<0,1	18,2	18,2	45,0	45,0	12,0	12,0
THIGO	58,6	579	<0,1	<0,1	10,6	11,4	20,3	60,9	3,40	3,40
ZWIE	39,0	39,0	<0,1	<0,1	2,60	2,60	4,00	4,00	1,30	1,30
NBIE	180	237	<0,1	<0,1	130	130	1360	1360	97,0	98,6
Mittleres Erzgebirge										
TSB	9,00	761	nb	nb	nb	nb	1030	1030	nb	nb
GRVIER	16,9	70,5	<1	<1	14,4	14,4	8,97	9,29	1,70	1,70
GREIF	32,8	106	<1	<1	25,0	25,0	362	362	<1	<1
GoAd	nb	68,7	nb	<0,1	nb	16,2	nb	169	nb	0,343
TROPP	nb	nb	<0,1	<0,1	30,7	33,9	79,7	86,1	2,74	2,96
NEUG	nb	nb	<0,1	<0,1	21,2	21,2	16,5	16,5	1,48	1,50
HGO	nb	nb	<0,1	<0,1	30,5	31,2	37,3	37,3	5,86	5,86
WAL	nb	nb	<0,1	<0,1	16,3	17,0	17,8	18,8	0,138	0,142
WTE	nb	nb	<0,1	<0,1	22,2	23,2	59,1	60,8	0,353	0,353
Westerzgebirge										
ST111	nb	nb	<0,1	<0,1	8,64	8,64	132	132	<0,1	<0,1
GAST	nb	nb	<0,1	<0,1	37,7	39,3	1420	1560	1,34	1,53
FAUG	nb	nb	<0,1	<0,1	52,6	54,3	622	622	0,779	1,01
ST146	nb	nb	<0,1	<0,1	75,1	75,3	905	908	<0,1	<0,1
TRF	nb	nb	<0,1	<0,1	12,2	12,3	103	106	0,400	0,400

STCHR	nb	nb	<0,1	<0,1	12,2	12,2	18,7	18,7	<0,1	<0,1
BL824	nb	nb	<0,1	<0,1	33,7	33,7	585	585	2,34	2,34
RHST	nb	nb	<0,1	<0,1	55,8	63,3	1950	2190	0,126	0,196
MS	nb	nb	<0,1	<0,1	36,1	36,1	6,69	10,3	4,55	4,55

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen - Wasserproben 7/9

PNUM	**Ni_f**	**Ni_uf**	**Pb_f**	**Pb_uf**	**Sb_f**	**Sb_uf**	**Se_f**	**Se_uf**	**Sn_f**	**Sn_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Freiberger Revier										
HSU	46,0	46,0	0,220	69,1	0,458	0,706	<2	<2	<0,2	<0,2
HSU	53,4	54,7	0,312	19,8	0,415	0,486	<2	<2	<0,2	<0,2
HSU	36,8	37,1	0,110	12,1	0,262	0,321	<2	<2	<0,2	<0,2
VGS	73,0	73,0	27,2	52,8	0,296	0,355	2,77	2,89	<0,2	<0,2
VGS	26,9	26,9	10,6	11,3	0,170	0,170	<2	<2	<0,2	<0,2
VGS	81,2	81,2	17,8	17,8	0,269	0,291	<2	<2	<0,2	<0,2
RSS	37,0	37,0	0,540	19,6	4,13	4,30	<2	<2	<0,2	<0,2
RSS	32,0	32,0	0,776	21,9	4,15	4,33	<2	<2	<0,2	<0,2
RSS	29,3	29,4	0,140	12,1	3,64	3,71	<2	<2	<0,2	<0,2
Freiberger Randreviere										
THG	22,6	22,9	0,196	2,55	0,249	0,69	<1	<1	<0,2	<0,2
THG	32,1	34,8	0,163	3,20	0,584	0,662	<2	<2	<0,2	<0,2
THG	25,2	25,2	<0,1	3,55	0,440	0,474	<2	<2	<0,2	<0,2
EMS	3,20	4,30	0,1	0,55	5,56	5,63	<2	<2	<0,2	<0,2
RöMu	84,4	84,4	245	323	21,8	21,8	5,41	5,41	0,462	0,647
GLÜSI	261	261	1747	1760	31,2	32,5	11,4	11,6	0,299	1,16
STMICH	0,630	0,629	15,2	15,2	0,100	0,100	<2	<2	0,400	0,400
THEL	11,8	11,8	0,688	0,699	0,170	0,170	<2	<2	<0,2	<0,2
NSG	7,64	7,81	0,333	1,63	0,163	0,186	<2	<2	<0,2	<0,2
TSS	<0,1	<0,1	0,12	0,12	0,765	0,853	<2	<2	<0,2	<0,2
SALO	1,74	1,74	<0,1	<0,1	0,105	0,105	<2	<2	<0,2	<0,2
ADO	16,6	17,6	0,329	0,595	1,09	1,24	<2	<2	<0,2	<0,2
Osterzgebirge										

TBÜ	2,10	2,10	1,27	3,4	0,51	0,51	<2	<2	<0,2	<0,2
THIGO	1,31	1,67	0,05	5,25	0,12	0,16	<2	<2	<0,2	0,290
ZWIE	0,81	0,81	0,10	0,10	0,12	0,12	<2	<2	0,310	0,310
NBIE	2,40	2,40	0,03	0,17	0,12	0,12	<2	2,08	0,240	0,240
Mittleres Erzgebirge										
TSB	34,0	34,0	<0,5	<0,5	nb	nb	nb	nb	nb	nb
GRVIER	7,36	8,15	<1	<1	<1	<1	<20	<20	<2	<2
GREIF	20,0	20,0	<1	<1	<1	<1	<20	<20	<2	<2
GoAd	nb	4,72	nb	2,52	nb	0,309	nb	<2	nb	<0,2
TROPP	28,2	30,5	0,741	2,81	0,868	0,925	<2	<2	<0,2	<0,2
NEUG	21,3	21,5	1,77	2,49	0,608	0,608	<2	<2	<0,2	<0,2
HGO	16,6	16,9	0,169	0,653	1,70	1,70	<2	<2	<0,2	0,312
WAL	7,18	7,26	0,159	0,195	0,216	0,225	<2	<2	<0,2	<0,2
WTE	13,9	14,2	0,242	0,242	0,411	0,411	<2	<2	<0,2	<0,2
Westerzgebirge										
ST111	5,05	5,05	<0,1	0,139	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2
GAST	4,95	5,45	<0,1	0,139	<0,1	<0,1	<2	<2	<0,2	<0,2
FAUG	80,8	82,8	<0,1	1,29	0,104	0,116	<2	<2	<0,2	<0,2
ST146	342	342	2,54	3,51	0,103	0,103	<2	<2	<0,2	<0,2
TRF	3,12	3,28	<0,1	0,12	0,118	0,125	<2	<2	<0,2	<0,2
STCHR	4,39	4,39	<0,1	<0,1	0,466	0,468	<2	<2	<0,2	<0,2
BL824	0,834	0,834	0,150	0,150	0,093	0,108	<2	<2	<0,2	<0,2
RHST	36,2	39,0	9,72	12,4	0,070	0,379	0,090	0,104	<0,2	<0,2
MS	26,2	26,2	0,392	1,63	2,06	2,06	2,85	2,97	<0,2	<0,2

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen - Wasserproben 8/9

PNUM	**Ti_f**	**Ti_uf**	**Tl_f**	**Tl_uf**	**U_f**	**U_uf**	**V_f**	**V_uf**	**W_f**	**W_uf**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Freiberger Revier										
HSU	nb	nb	0,130	0,130	0,590	1,52	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HSU	2,54	2,96	0,156	0,176	0,467	0,965	0,308	0,401	<0,1	<0,1
HSU	1,83	1,99	<0,1	<0,1	0,914	1,37	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

VGS	nb	nb	0,220	0,220	5,99	6,14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
VGS	3,82	3,82	0,120	0,122	1,43	1,88	0,173	0,356	<0,1	<0,1
VGS	1,13	1,39	<0,1	<0,1	6,01	6,40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
RSS	nb	nb	0,350	0,350	2,00	2,00	0,130	0,130	0,177	0,284
RSS	1,75	2,00	0,374	0,393	1,21	1,37	0,193	0,224	<0,1	<0,1
RSS	1,74	1,91	<0,1	<0,1	1,50	1,62	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Freiberger Randreviere										
THG	nb	nb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,345	0,620	<0,1	<0,1
THG	1,44	1,44	<0,1	0,106	0,124	0,142	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
THG	1,47	1,51	<0,1	<0,1	0,171	0,177	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
EMS	nb	nb	<0,1	<0,1	2,30	2,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
RöMu	2,33	2,67	1,92	1,92	0,640	0,643	1,28	1,57	<0,1	<0,1
GLÜSI	2,07	9,17	10,3	10,3	1,43	1,69	0,609	0,958	<0,1	<0,1
STMICH	1,85	1,85	<0,1	<0,1	0,320	0,321	0,370	0,373	<0,1	<0,1
THEL	2,21	3,07	<0,1	<0,1	0,152	0,252	<0,1	0,163	<0,1	<0,1
NSG	1,85	2,51	<0,1	<0,1	0,237	0,237	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
TSS	1,85	1,85	<0,1	<0,1	0,222	0,232	0,129	0,129	<0,1	<0,1
SALO	2,48	2,80	<0,1	<0,1	0,182	0,169	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
ADO	2,34	2,44	<0,1	<0,1	1,20	1,22	0,230	0,365	<0,1	<0,1
Osterzgebirge										
TBÜ	nb	nb	0,41	0,41	20,5	22,5	0,140	0,140	8,25	9,76
THIGO	nb	nb	0,16	0,27	5,61	8,00	0,261	0,675	1,24	5,44
ZWIE	nb	nb	<0,1	<0,1	0,630	0,630	0,120	0,120	0,100	0,110
NBIE	nb	nb	0,25	0,25	23,1	46,2	0,163	0,173	1,17	1,61
Mittleres Erzgebirge										
TSB	nb	nb	<0,5	<0,5	3,40	3,40	nb	nb	nb	nb
GRVIER	14,0	15,6	<1	<1	2,80	2,80	<3	<3	<1	<1
GREIF	6,60	6,60	<1	<1	<1	<1	<3	<3	<1	<1
GoAd	nb	<1	nb	<0,1	nb	1,73	nb	0,240	nb	<0,1
TROPP	nb	1,31	0,120	0,123	10,5	11,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
NEUG	nb	1,04	0,107	0,109	9,02	9,27	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

HGO	nb	1,41	0,100	0,100	10,1	10,1	<0,1	<0,1	0,151	0,151
WAL	nb	1,01	0,202	0,207	0,914	0,914	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
WTE	nb	1,04	0,258	0,266	3,78	3,78	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Westerzgebirge										
ST111	nb	<1	<0,1	<0,1	0,936	0,980	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
GAST	nb	1,01	<0,1	<0,1	9,01	10,2	<0,1	<0,1	0,489	0,684
FAUG	nb	1,39	<0,1	<0,1	16,1	24,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,11
ST146	nb	1,21	0,160	0,168	118	153	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
TRF	nb	<1	<0,1	<0,1	0,233	0,238	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
STCHR	nb	1,21	<0,1	<0,1	0,106	0,106	0,296	0,307	<0,1	<0,1
BL824	nb	1,09	<0,1	<0,1	0,170	0,170	<0,1	<0,1	0,512	0,512
RHST	nb	1,13	0,150	0,151	0,789	0,921	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
MS	nb	1,30	0,100	0,100	107	108	<0,1	<0,1	0,277	0,290

Anlage 9-1: Ergebnisse der Grubenwasseruntersuchungen – Wasserproben 9/9

PNUM	**Zn_f**	**Zn_uf**		
	µg/l	**µg/l**		
Freiberger Revier				
HSU	8690	8690	**Erläuterungen**	
HSU	4830	5090		
HSU	4380	4630	nb	nicht bestimmt
VGS	25000	25000	Q	Durchfluss
VGS	12700	12800	_f	Filtrierte Probe
VGS	30500	30500	_uf	Unfiltrierte Probe
RSS	4190	4190		
RSS	4270	4460		
RSS	3780	3930		
Freiberger Randreviere				
THG	300	334	**Q_Koord**	**Quelle der Koordinaten**
THG	429	452		
THG	401	401	TK25	aus TK25

EMS	59,9	59,9	OW	Messnetz Oberflächenwasser
RöMu	17800	17900	GW	Messnetz Grundwasser
GLÜSI	26700	27100	BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
STMICH	96,0	96,0	MA	Daten Martin
THEL	175	175	OB	Oberbergamt Freiberg
NSG	68,7	72,7	WI	Wismut GmbH
TSS	10,9	10,9	WB	Digitales Wasserbuch
SALO	14,8	14,8		
ADO	94,5	107		(Greif & Klemm 2006)
Osterzgebirge				
TBÜ	119	119		
THIGO	44,9	49,2		
ZWIE	8,50	8,50		
NBIE	277	277		
Mittleres Erzgebirge				
TSB	560	560		
GRVIER	122	122		
GREIF	315	316		
GoAd	Nb	403		
TROPP	484	534		
NEUG	499	505		
HGO	273	273		
WAL	132	133		
WTE	504	536		
Westerzgebirge				
ST111	22,2	22,2		
GAST	96,3	110		
FAUG	1300	1320		
ST146	3840	3950		
TRF	32,4	36,8		
STCHR	2750	2750		

BL824	1,90	1,92
RHST	846	917
MS	95	99

Anlage 8-2: Altbergbauanalyse im Einzugsgebiet des Schwarzwassers

Die folgende Altbergabauanalyse wurde von der Firma **AlphaGeoservice Niederbobritzsch** im Jahr 2008 erstellt.

Aufgabenstellung

Zur Festlegung der Probenahmepunkte für hydrogeochemische Untersuchungen im sächsischen Teil des Einzugsgebietes des Schwarzwassers (nachfolgend: EZG) sollte eine Altbergbauanalyse erarbeitet werden mit folgendem Arbeitsumfang:

- Beschreibung der Mineralisationen und Laagerstätten im EZG hinsichtlich der Nutz- und Nebenkomponenten
- Einstufung der wirtschaftlichen Bedeutung durch Angaben zum Ausbringen
- Betrachtung der Wasserhaltung und heutigen Hauptentwässerung der Bergbaugebiete und Zuordnung zu den Teileinzugsgebieten
- Einschätzung der Umweltbeeinflussung durch Angaben zur räumlichen Ausdehnung einschließlich der Berücksichtigung entstandener Halden
- Darstellung in einer Übersichtskarte bzw. auf Basis TK25

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden entsprechende Recherchen in der einschlägigen Literatur und im Bergarchiv Freiberg durchgeführt.

Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet ist durch folgende potenziell hydrogeochemisch relevante Strukturen gekennzeichnet:

Schichtgebundene Vererzungen

Skarnlager

verskarnte Karbonatgesteine (Skarne) bzw. metamorphe Schiefer (Nebenskarne, Erlanfelse)

Fe, Sn, Zn, Cu, Pb, S

Sulfiderzlager

lagerförmige vererzte Gesteinsbereiche

Fe, S, Cu

mineralisierte Bereiche der Schiefergesteine

(meist nur geringfügig) sulfidführende (meist Pyrit/Pyrrhotin) Bereiche der Schiefergesteine, die wegen ihres Umfangs hydrogeochemisch bedeutsam werden könnten (z.B. Anton Fdgr. bei Bermsgrün, Bereich Seifenbachtal am Rabenberg)

Fe, S

Gangförmige Vererzungen

Im EZG des Schwarzwassers sind in den Erzgängen vor allem die Kassiterit-Quarz-Assoziation, die Kassiterit-Silikat-Assoziation, die Quarz-Hämatit-Assoziation, die Karbonat-Pechblende-Assoziation und die Karbonat-Sulfarsenid-Assoziation/Quarz-Arsenid-Assoziation ausgebildet. Die letzteren beiden bilden verbreitet Gangnetze, z.B. in den Lagerstätten Johanngeorgenstadt und Weißer Hirsch/Antonsthal.

Die Wolframit-Quarz-Assoziation und die Quarz-Sulfid-Assoziation besitzen nur geringe Verbreitung und Bedeutung.

Bezüglich der Einordnung problematisch sind die an Quarzbrockengesteine gebundenen Fe/Mn-Vererzungen von Langenberg-Schwarzbach und Mondschein Fundgrube bei Elterlein. Es handelt sich um recht ausgedehnte oxidischen Fe/Mn-Vererzungen unbestimmter Zuordnung [1].

Daten (Excel-Tabelle)

Eine Einteilung der Bergbaureviere und umfangreiche Aufstellung der ehemaligen Bergwerke des EZG ist in [1] enthalten. Diese wurden mit einigen Modifizierungen der Bearbeitung zugrunde gelegt. Die Bergwerke wurden weiter in Gruben des Altbergbaus (bis 1945) und des Bergbaus der SAG/SDAG „Wismut“ unterteilt. Daraus ergaben sich 137 wichtige Altbergbau-Gruben und 29 „Wismut“-Gruben und „Wismut“–Grubenfelder.

Spalte A
- Bergbaureviere gemäß [1]

Spalte A (Grube alt)
- Namen der Altbergbaugruben, überwiegend gemäß [1]
- eng benachbarte Gruben wurden zusammengefasst

Spalte B (Grube “Wismut”)
- Namen der Grubenfelder der “Wismut” nach [2]
- die Grubenfelder beinhalten meist mehrere Tagesschächte, Schurfschächte und Stolln
- Fdgr. – Fundgrube, Stl. – Stolln
- Revier Johanngeorgenstadt wurde wegen der Komplexität hinsichtlich einzelner Gruben nicht näher aufgeschlüsselt

Spalte C (Nr.)
- Nummer der Grube
- Unterteilung: Altbergbau-Gruben mit Nr., bei „Wismut“-Gruben mit vorangestelltem „W“
- einige „Wismut“-Gruben führten die Altbergbau-Gruben fort (z.B. Schacht 2 die Himmelfahrt Fdgr. bei Steinbach)

Spalte D (Lage)
- Lokalisierung der Grube
- exakte Lage in der Karte verzeichnet

Spalte E (Teileinzugsgebiet)
- Angabe des Teileinzugsgebietes der nächst höheren Ordnung, in dem die Grube liegt

Spalte F (direkter Vorfluter)
- Angabe des direkten Vorfluters, in den Sicker- und Grubenwässer potenziell gelangen

Spalte G (Lagerstättentyp morphologisch)
- Angabe des Lagerstättentyps nach der Form
- Gang: meist steil einfallend, geringere Mächtigkeit, meist pneumatolytisch/hydrothermal gebildet (echte Gänge, Trümerzüge, Greisen in Apliten/Mikrograniten)

- Lager: schichtgebunden meist flach einfallend (Skarne, Sulfiderzlager)
- in Klammern untergeordnetes Vorkommen

Spalte H (Mineralisationstyp)
- Assoziationen nach [1]
- Abkürzungen:

KQA	Kassiterit-Quarz-Assoziation („Zinnformation“)
KSIA	Kassiterit-Silikat-Assoziation („Zinnformation“)
WQA	Wolframit-Quarz-Assoziation
QSA	Quarz-Sulfid-Assoziation („kb“)
QHA	Quarz-Hämatit-Assoziation („qhm“)
KPA	Karbonat-Pechblende-Assoziation („eb“, „dse“)
KSA/QAA	Karbonat-Sulfarsenid-Assoziation/Quarz-Arsenid-Assoziation („BiCoNiAg“)
PPCA	Lager der Pyrit-Pyrrhotin-Chalkopyrit-Assoziation („Kieslager“)
Skarn (Fe)	Skarne mit vorwiegend Fe-Vererzung (Magnetit, Hämatit)
Skarn (PM)	Skarne mit vorwiegend Polymetall-Vererzung (Zn, Cu, Pb, Sn, W)
Kalkstein	Kalksteinlagerstätten, die in Grubenakten geführt wurden

Spalte I (Mineralisation)
- die in der Lagerstätte signifikant vertretenen Elemente
- in Klammern untergeordnet vertretene Elemente

Spalte J (wichtige Erzminerale)
- die wichtigsten Erzminerale in der Lagerstätte
- in Klammern untergeordnet vertretene Minerale, die aber evtl. bedeutsam sein können
- „Braunstein“: nicht näher bezeichnete Mn-Minerale (Pyrolusit, Manganomelan)
- Limonit nicht näher bezeichnete Fe-Oxidhydroxide (Goethit)

Die Spalten K – N beinhalten bergstatistische Angaben (Betriebszeit, Ausbringen). Dazu ist anzumerken, dass exakte Angaben nur für den Zeitraum 1868 – 1945 (Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen) und nach 1945 („Wismut“-Bergbau) vorliegen.
Für den Zeitraum 1828 – 1867 sind die Angaben (Jahresanzeigen in den Grubenakten des Bergarchivs) relativ exakt (kleine Lücken).
Für die Zeit vor 1828 sind die Angaben in den Grubenakten lückenhaft, vor 1790 sehr lückenhaft bis nicht vorhanden. In der Tabelle wurden die aufgefundenen Angaben eingetragen, allerdings bestehen große Unsicherheiten.
Da sich die Unsicherheiten auf fast alle Gruben erstrecken, dürften zumindest die Verhältnisse zwischen den Gruben relativ genau sein.

Spalte K (belegte Betriebszeit)
- aus dem Quellenmaterial entnommene Angaben zum Zeitraum, in dem die Grube bergmännisch in Betrieb stand, z.T. innerhalb der Zeiträume Unterbrechungen
- n.b.: nicht bekannt (keine Angaben aufgefunden)

Spalte L (Art)
- Art des Ausbringens der Grube (Erze)
- „ohne“: in den Unterlagen kein Ausbringen nachweisbar
- Erzarten meist nicht näher spezifiziert (z.B. kann „Fe-Erz“ Magnetit, Hämatit oder Limonit sein)
- „Vitriolkies“: Zur Herstellung von Fe-Sulfat (Vitriol) dienender Pyrit/Pyrrhotin)
- n.b.: nicht bekannt (keine Angaben aufgefunden)

Spalte M (Menge)
- summiertes Ausbringen an dem betreffenden Erz

- In den Grubenakten erfolgte bei Fe-Erz und „Flöße“ die Angabe der ausgebrachten Menge meist in der Volumeneinheit „Fuder“. Dabei hängt die Menge von der Erzart (Limonit, Hämatit u.a.) und der Schüttdichte des Materials ab. Anhand von Erfahrungswerten wird 1 Fuder = 1 t gesetzt.
- bei „Wismut“-Gruben wird neben dem Uran-Ausbringen soweit verfügbar die „gelöschte“ Uranmenge angegeben, d.h. die abgebaute Gesamtmenge. Die Differenzmenge zum Ausbringen verblieb im Versatz bzw. im Haldenmaterial.
- n.b.: nicht bekannt (keine Angaben aufgefunden)
- manchmal ist zwar ein Ausbringen bekannt, aber nicht die Menge

Spalte N (Zeitraum)
- der Zeitraum, in dem das Ausbringen erzielt wurde

Spalte O (wichtige Grubenbaue)
Schächte und Stollen mit größerer Bedeutung für die betreffende Grube

Spalte P (ungefähre Aufschlusstiefe)
- ungefähre Angabe der Tiefe, bis zu der Grubenbaue hinabreichten
- Zahlenwert: Angabe in m unter Gelände im Lagerstättenbereich
- „Talsohle“: bei Stolln, die auf der Talsohle angesetzt wurden
- „Stollnsohle“: bei Stolln, die deutlich über der Talsohle angesetzt wurden
- „n.b., wahrscheinlich gering“: Aufschlusstiefe nicht bekannt, aber anhand des Umfanges des Bergbaus als gering eingestuft

Spalte Q (Reste übertage)
- signifikante und noch vorhandene Halden, Pingen, Tagesstrossenbaue
- soweit vorhanden Angaben zum Zustand der Halden

Die Spalten R und S enthalten Angaben zur gegenwärtigen Entwässerung der betreffenden Grubenbaue.

Spalte R (durch)
- Angaben zum Weg der Entwässerung
- soweit verfügbar, Angaben zum Entwässerungsstolln (Wasseraustritt)
- „diffus“: kein Entwässerungsstollen bekannt, Entwässerung höchstens durch Sickerwasser

Spalte S (in)
- Angabe des Fließgewässers, in das das Grubenwasser (Stollnwasser bzw. Sickerwasser) gelangt

Spalte T (zu erwartende Elementausträge) (I)
- Elemente, die potenziell aus der Lagerstätte auf dem Wasserpfad ausgetragen werden
- Alkali- und Erdalkalimetalle vernachlässigt
- nur mobile Elemente berücksichtigt (ohne Sn, W)
- in Klammern: nach der vorhandenen Menge bzw. Mobilität untergeordnete Elemente
- n.b.: keine Angaben verfügbar
- keine: nach Vererzungsumfang und –art keine Austräge zu erwarten
- S: potenziell Austrag von Schwefel als Sulfat

Spalte U (Iwirtschaftliche Bedeutung) (II)
- Bedeutung der Grube in wirtschaftlicher Sicht im Bereich des EZG, während der Betriebszeit der Grube
- grün: ohne Bedeutung, da kein oder nur sehr geringes Ausbringen
- gelb: mittlere Bedeutung, signifikantes Ausbringen
- rot: große Bedeutung, wichtige Grube

Spalte V (potenzielle hydrogeochemische Bedeutung im Untersuchungsgebiet) (III)
- Einteilung der Gruben hinsichtlich ihres Potenzials für einen Elementeintrag in das Fließgewässersystem
  grün: keine Bedeutung, da keine oder sehr geringe Vererzung und Ausbringen

blau: keine Bedeutung, da zwar eine Vererzung vorhanden, aber nicht relevant (Fe, Mn) bzw. nicht mobilisierbar (Sn, W, Bi, Ag)
gelb: mittlere potenzielle Bedeutung, signifikante Vererzung mit „problematischen Elementen“ (As, Co, Ni, U, Zn, Pb, Cu)
rot: große potenzielle Bedeutung, große Lagerstätte mit „problematischen Elementen“ (As, Co, Ni, U, Zn, Pb, Cu), signifikante Entwässerung, große Halden mit Sickerwasserpotenzial

- aus den Literaturangeben keine Aussage möglich, ob es tatsächlich zu signifikanten Elementausträgen kommt

Spalte W (Bemerkungen) (IV)
- wichtige Anmerkungen

Spalte X (Quellen)
- Quellen der Daten
- Abkürzungen:

CW	Chronik der Wismut [2]
BSA	Bergschadensanalyse
GrA	Grubenakten des Bergarchivs Freiberg
JBH	Jahrbuch für das Berg-und Hüttenwesen in Sachsen

Quellen

[1] Hösel, G. et al.: Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/Krusne hory 1: 100000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt (Bergbau in Sachsen Bd. 3). Freiberg 1997

[2] Chronik der Wismut. Hrsg: Wismut GmbH, Chemnitz 1999

[3] Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen Jg. 1870 - 1944

[4] Grubenakten im Bergarchiv Freiberg (wegen der großen Anzahl nur pauschal)

[5] Baumann, L. et al.: Lagerstätten des Erzgebirges. Stuttgart 2000

Karte

Die Karte wurde im Programm CorelDraw erstellt. Sie enthält folgende Angaben:

- größere Haldenbereiche
- Altbergbaugruben als Kreise mit der Farbe entsprechend ihrer potenziellen hydrogeochemische Bedeutung im Untersuchungsgebiet
- „Wismut“-Gruben als Quadrate mit der Farbe entsprechend ihrer potenziellen hydrogeochemische Bedeutung im Untersuchungsgebiet
- Nummerierung der Gruben entsprechend der Tabelle
- wichtige Entwässerungsstolln als blaue Dreiecke
- große Gangzüge der Quarz-Hämatit-Assoziation (Fe-Mn-Erzgänge) als rote Linien
- Von einer kartenmäßigen Darstellung der Altbergbauhalden (vor 1945) wurde wegen deren geringen Umfangs im verwendeten Maßstab abgesehen.

Die Inhalte der Karte wurden mit Hilfe einer studentischen Hilfskraft in das ArcGIS übertragen und fanden Berücksichtigung in der Komplexkarte zum Schwarzwassereinzugsgebiet (vgl. Anlage 8-4).

Legende

I **zu erwartende Elementausträge**
II **wirtschaftliche Bedeutung in der jeweiligen Betriebszeit im Untersuchungsgebiet**
III **potenzielle hydrogeochemische Bedeutung für das Untersuchungsgebiet**
IV **Bemerkungen**

Farberklärung
II

	keine Bedeutung, da keine oder nur geringe Vererzung
	mittlere Bedeutung in der Betriebszeit bezogen auf das Untersuchungsgebiet
	große Bedeutung in der Betriebszeit bezogen auf das Untersuchungsgebiet

III

	ohne Bedeutung, da keine oder nur geringe Vererzung
	Vererzung vorhanden, aber "unproblematische" Elemente (z.B. Fe, Mn)
	mittlere Bedeutung (signifikante Vererzung mit "problematischen" Elementen)
	große Bedeutung

Bemerkungen

1 liegt im Anstrom der Deponie Steinsee
2 geringe Mengen U-Erze abgebaut, aber nicht aufbereitbar
3 nur Wolframiterkundung
4 liegt nur z.T. im EZG Schwarzwasser (anderer Teil Lößnitzbach)
5 Betrieb zur TW-Gewinnung für Schwarzenberg
6 "Wismut"-Grube beinhaltete die Felder von Gottes Geschick/St. Katharina und Stamm Asser
7 Lokalität durch Unterbecken PSW Markersbach überstaut
8 kein Ausbringen belegt, nur Untersuchungsarbeiten
9 Grube umfasst auch die Altbergbau-Grube "WeißerHirsch"
10 wurde durch Grube Unverhofft glück an der Achte betrieben
11 19. Jh.: St. Margarethe (ob., unt. Stl.), Anfang 20. Jh. von St. Christoph betrieben (unt. Marg. Stl., unt. Otto Stl.), nach '45 SAG "Wismut" (ob., unt. Otto Stl.)

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Steinheidel-Steinbach																							
	Schurf 19	W1	S Jägerhaus	Fällbach	Fällbach	Gang	KPA	Fe, Mn, (U)	?U-Schwärze, ?U-Glimmer	50er Jahre	ohne			Schurf-schacht	100 m	Halde, tw. abgetr.	?diffus		Fe, Mn, (U)				CW, BSA
Himmelfahrt	Schacht 2	1	NW Steinbach	Steinbach	Hinterer Milchbach	Gang	KPA	Bi, U, (W)	Bi-Ocker, U-Glimmer	1886-1945, ca. 1947-1954	U	ca. 1,4 t	1947-1954	Schacht 2 ("Günther-Schacht"), 2 Stolln	200 m	Halde an Scht. 2 und Alfred Erin-nerung Stl.	Alfred Erinnerung Stl.	Hinterer Milch-bach-Stein-bach	(U)				CW, GrA, JBH, BSA
											Bi	ca. 100 t	1885-1945										
Neujahr Stl.		2	NW Erlabrunn	Steinbach	Erlabrunner Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	1228 t	1752-1845	Stolln	Talsohle	Stollnhal-de, Hal-denzug	Neujahr Stl.	Erla-brunner Bach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Michaelis und Johannes		3	Fällbach, N Erlabrunn	Fällbach	Fällbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	1782-1805	Fe-Erz	ca. 1270 t	1782-1805	Michaelis Stolln	Talsohle	Halden-zug	Michaelis Stl.	Fällbach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Rother und Weißer Löwe		4	Steinheidel, NO Erlabrunn	Schwarz-wasser	Stein-heideler Bach	Gang	KQA	Sn, As, Fe	Kassiterit, Arsenopyrit	1795-1810	Sn	11,7 t	1795-1810	Stolln	Talsohle	keine (Pinge verfüllt)	Rother und Weißer Löwe Stl.	Stein-heideler Bach	As, S				BSA, GrA, JBH
											Arsenkies	2,3 t	1795-1810										
Rothe Grube		5	W Erlabrunn	Steinbach	Vorderer Milchbach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	18. Jh.	Sn	n.b.		Schacht	200 m	Pinge	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Friedefürst und Osterlamm		6	N Erlabrunn	Steinbach	Erlabrunner Bach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	18.Jh.	Sn	7,4 t	1752-1845		Talsohle	Pinge, kleine Halden	?diffus		As, S				BSA, GrA, JBH
Hölemann Stl.		7	Erlabrunn	Steinbach	Steinbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	18.Jh.	Fe-Erz	423 t	1752-1845	Stolln	Talsohle	keine	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Gesellschaft Stl.		8	SO Erlabrunn	Steinbach	Hinterer Milchbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit, "Braunstein"	1812-1848	Fe-Erz	10577 t	1812-1848	Gesell-schaft St., Keller Tagschacht	Talsohle	Halden-zug	?diffus	Hinterer Milch-bach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Blutstein	4 t	1812-1848										
											Braun-stein	65 t	1812-1848										
Latten-schuppe Stl.		9	am Kanzelstein S Erlabrunn	Steinbach	Steinbach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	1737-1827	Sn	10,4 t	1737-1813	Stolln	Talsohle	kleine Halden	?diffus		As				BSA, GrA, JBH
Abraham Maaßen Stl.		10	N Steinbach	Steinbach	Tannebaum-Bach	Gang	QHA	Fe, Mn	Hämatit, "Braunstein"	1839-1861	Fe-Erz	2071 t	1839-1861	Stolln	Talsohle	Halden-zug	Abraham Maaßen Stl.	Tanne-baum-Bach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Braun-stein	4 t	1839-1861										
Rappen Stl.		11	Steinbachtal, N Johann-georgenstadt	Steinbach	Steinbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	18. Jh.	n.b.				wahrsch. gering	kleine Halden	n.b.		n.b.				BSA, GrA, JBH
Tannebaum Stl.		12	NO Neustadt von Johann-georgenstadt	Steinbach	Tannebaum-Bach	Gang	QHA	Fe, Mn, (U)	Hämatit, "Braunstein", (U-Glimmer)	1791-1853	Fe-Erz	1264 t	1791-1853	Tannebaum Stl.	Talsohle	Halden-zug	Tanne-baum Stl.	Stein-bach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Braun-stein	17 t	1791-1853										
Eisenganz		13	NO Steinbach	Steinbach	Eisenganz-Bach	Gang	QHA	Fe, Mn	Hämatit, "Braunstein	n.b.	Fe-Erz	8930 t	1752-1845		wahrsch. gering	Halden-zug	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Gottes Gnade am Schimmel		14	NO Neustadt von Johann-georgenstadt	Steinbach	Steinbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	n.b.	Fe-Erz	n.b.		Stolln	Talsohle	Halden-zug	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Margarethe Fdgr.		15	Steinbach	Steinbach	Steinbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	n.b.	Fe-Erz	n.b.			Talsohle	keine	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Jugel																							
Getreue Einigkeit		16	Jugel, SO Johann-georgenstadt	Lehmer-grundbach	Henneber-ger Bach	Gang, Lager (?)	PPCA/PMA, KQA	Sn, Fe, As, Cu, (Ag)	Kassiterit, Chalkopyrit, Arsenopyrit	1749-1835	Ag	0,003 t	1749-1835	Stolln, Tage-schacht	Stolln-sohle	Schacht-halde	?diffus		Cu, As, S				BSA, GrA, JBH
											Arsenkies	2,9 t	1749-1835										
											Kupfer-kies	8,5	1749-1835										
											Sn	4,2	1749-1835										
Henneberg Erbstl.		17	Jugel, SO Johann-georgenstadt	Lehmer-grundbach	Henneber-ger Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	n.b.	n.b.			Stolln	Talsohle	Halden-zug	Henne-berg Erbstl.	Henne-berger Bach	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Weinkrug		18	Jugel, SO Johann-georgenstadt	Lehmer-grundbach	Lehmer-grundbach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	n.b.	n.b.				Talsohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Goliath Spat		19	Jugel, SO Johann-georgenstadt	Lehmer-grundbach	Henneber-ger Bach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	n.b.	n.b.				wahrsch. gering	Halden-zug	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Bergbaurevier Johanngeorgenstadt																							
	Johann-georgen-stadt	W2	Fastenberg, Steinbach	Schwarz-wasser, Steinbach	Schwarz-wasser, Steinbach, Bäche am Fastenberg	Gang, (Lager)	KPA, KSA/QAA, (PPCA/PMA)	Ag, U, Bi, Co, Ni, As, S	Uranpecherz, Ag-Minerale, ged. Bi, Bi-Ocker, Co/Ni-Arsenide u.v.m.	1654-1945, 1945-1958	U	3585 t (ca. 4100 t gelöscht)	1945-1958	ca. 23 Tage-schächte, 22 wichtige Stollen, mehrere Tiefschürfe	460 m	umfang-reiche Halden-land-schaft, großen-teils rekul-tiviert	Glück Auf Stl. (+675 m)	Schwarz-wasser	Fe, As, Co, Ni, U, S				CW, BSA
											Ag	106,25 t	1662-1937										
											Bi-Co-Erze	6565 t	1792-1937										
											U	32 t	1819-1913										
Himmelfahrt Christi		20	hinterer Fastenberg ("Hohes Genist")	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QSA	Pb, Ag	Galenit	1680-1886 m.U.	Ag	ca. 30 kg	1680-1722	oberer, mittlerer und tiefer Himmelfahrt Christi Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	vermutl. durch den mittleren Stolln, nicht geklärt		(Pb)				BSA, GrA, JBH
											Galenit	0,2 t	1883										
Neuentblößt Glück Fdgr.		21	hinterer Fastenberg ("Hohes Genist")	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	gering			n.b.	kleine Halden	?diffus		n.b.				BSA, GrA, JBH
Rosina Charitas, Hohe Tanne Stl.		22	hinterer Fastenberg	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Lager, (Gang)	PPCA/PMA, KQA	Fe, S, (Sn)	Pyrit (Erzlager), Kassiterit (Gang)	1716-1860 m.U.	Pyrit	669 t	1716-1817	Rosina Charitas Stl. und Tage-schacht, Hohe Tanne Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	Hohe Tanne Stl.	Schwarz-wasser	Fe, S			1	BSA, GrA, JBH
											Sn	0,2 t	1716-1817										

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Rabenberg-Halbmeile																							
	Juni, Rabenberg ("Junskoje")	W3	S Breitenbrunn	Ortbach	Ortbach	Gang	KPA, QSA	U	Uranpecherz	1949-1955	U	ca. 32 t		Tage-schächte 253 und 279, 4 Stollen	300 m	Halden-rest am Scht.279, größere Halden am Scht.253, Stl.1+2, tw. rekult.	Stolln 1	Ortbach	(U)				CW, BSA
	Unruhe, Halbe Meile	W4	SO Breitenbrunn	Ortbach, Pöhlwasser	Ortbach, Mücken-bach, Vorderes Kranbächel	Gang	KPA, QSA	U	Uranpecherz	1950-1955	U	ca. 47 t (ca. 55 t gelöscht)		Tages-schächte 336 und 346, 2 Stollen, 13 Tiefschürfe	350 m	größere Halden an Tages-schächten, Stl.1+2, Scht.336, Scht.9,10,11 Halden rekult., am Scht.346 tw.	evtl. Stolln 1	Ortbach	(U)				CW, BSA
	Seifenbach mit Neu-oberhaus	W5	Pachthaus, Neuoberhaus, Rabenberg	Schwarz-wasser, Seifenbach	Schwarz-wasser, Seifenbach	Gang	KPA, KQA, PPCA	U, Fe, S	Uranpecherz, Pyrit	1947-1955	U	230 t (ca. 300 t gelöscht) / ca. 62 t (ca. 70 t gelöscht)		Tage-schächte 87, 204, 205, 243, 12 Stollen, 17 Tief-schürfe/ Tage-schächte 125, 126, 337, 6 Stollen, 12 Tiefschürfe	300 m	größere Halden entlang Seifen-bach-/ Schwarz-wasser-hang, am Stl.3 und Scht.204, größere Halden an Tages-	Stolln 146 / Friedrich August Stl.	Seifen-bach-Schwarz-wasser	U, As, Fe, S				CW, BSA
Valerian Fdgr.		23	S Breitenbrunn	Ortbach	Ortbach	Gang	QSA	Cu, Fe, S, Ag, Pb	Fahlerz, Sphalerit	1767-1857, 1868, 1892	Ag	0,015 t	1782-1828	2 Stollen	Talsohle	Halde oberer Dorothea Stl.	durch Baue der Grube "Juni"		(Cu), (Pb)				BSA, GrA, JBH
Heinrich Stl.		24	SO Breitenbrunn (bei Danelhäusel)	Ortbach	Ortbach	Gang	QSA	Ag	ged. Ag	19. Jh.	Ag	gering		Stolln	Talsohle	keine	?diffus		n.b.				BSA, GrA, JBH
Reiche Zeche		25	S Breitenbrunn	Ortbach	Ortbach	Gang	KSIA	Sn	Kassiterit	19. Jh.	Sn	n.b.			wahrsch. gering	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Philippi und Jacobi Fdgr.		26	Rabenberg	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	17. - 19. Jh.	Sn	n.b.		Stolln	100 m	Pinge, kleine Halden	Philippi Jacobi Stl.	Schwarz-wasser	keine				BSA, GrA, JBH
Osterlamm Fdgr.		27	Rabenberg	Ortbach	Kleiner Ortbach	Gang	KSIA, KSA/QAA	Sn, W, (Bi)	Kassiterit, Wolframit	1757-1841	Sn	geschätzt 50 t	15.-17.Jh.	Stolln	50 m	Tages-strossen-bau, kleine Halden	?diffus		(As)				BSA, GrA, JBH
											Co-Erz	0,6 t	1757-1841										
Gesegnete Bergmannsho ffnung		28	Rabenberg	Ortbach	Kleiner Ortbach	Gang	KQA	(Sn)	(Kassiterit)	1918-1920	ohne			2 Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden an beiden Stolln	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Segen Gottes Fdgr.		29	Ortbachtal, SO Breitenbrunn	Ortbach	Ortbach	Gang	QHA	Fe, Mn	Hämatit, Braunstein	1800-1848	Fe-Erz	8150 t	1800-1848	Stolln, Tage-schacht	Stolln-sohle	Halden-zug	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Walts Gott Fdgr.		30	Rabenberg (Seifenbachtal)	Seifenbach	Seifenbach	Gang	KQA	Sn	Kassiterit	1727-1767	Sn	15,7 t	1727-1767	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Aaron Stl.		31	Rabenberg	Seifenbach	Seifenbach	Gang	KSIA	Sn	Kassiterit	1762-1802	Sn	1,4 t	1762-1802		Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Weidemann Stl.		32	Halbmeile, S Rittersgrün	Mücken-bach	Mücken-bach	Gang	KSIA	(Sn)	(Kassiterit)	1763-1766, 1792-1808	Sn	1,1 t	1808	1 Stolln	Talsohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Aue																							
	Freibad (Haken-krümme)	W6	N Lauter	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	HBA, WQA, KSA/QAA	Bi, Co, Ni, U, As, (Ag)	Uranpecherz, ged. Bi, Co/Ni-Arsenide	1949-1953	U	1,4 t		Tage-schächte 299, 305, 316, 12 Tiefschürfe, 4 Stolln	150 m	Halden in Mulden-schleife mit Müll überkippt	?diffus		Fe, As, Co, Ni, S				CW, BSA
	Lauter	W7	Burkhardtswald, N Lauter	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	HBA, WQA, KSA/QAA	Bi, Co, Ni, U, As, (Ag)	Uranpecherz, ged. Bi, Co/Ni-Arsenide	1950-1952	U	2,1 t		Tage-schacht 329, 4 Tiefschürfe, 8 Stollen	100 m unter Talsohle	Halden an Schäch-ten und Stolln, tw. abgetr.	Stolln 1	Schwarz-wasser	Fe, As, Co, Ni, S				CW, BSA
	Weidauer	W8	in Lauter (im Steinbruch Weidauer)	Schwarz-wasser	Bach Lauter	Gang	?	(U)	(U-Glimmer)	1947	U	n.b.		Tiefschurf und Stolln	50 m	keine	?diffus		(U)			2	CW, BSA
	Schacht und Stolln Lauter des GFE	W9	oberhalb Brethaus bei Lauter	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	WQA	W	Wolframit	60 er Jahre	ohne	ohne		Tage-schacht und Stolln	80 m	größere Halde am Stolln	?diffus		keine			3	CW, BSA
	Zeller Berg	W10	Zeller Berg NO Aue, Kuttengrund	Kuttenbach	Kuttenbach	Gang	HBA, WQA	W, (U)	Wolframit, (Uranpecherz)	1950-1952, um 1960	U	0,2 t		im EZG: Tage-schächte 297, 315, 7 Tiefschürfe, 5 Stolln	200 m	Halden an Schächten und Stolln, tw. abgetr.	?diffus		(U)			4	CW, BSA
König David Fdgr. mit Himmelsfürst Stl.		33	Kuttengrund bei Aue	Kuttenbach	Kuttenbach	Lager	PPCA	Fe, S, (As)	Pyrit, Magnetit	n.b.	n.b.	n.b.			Talsohle	Pinge, kleine Halden	?diffus		(Fe), (As), (Zn), (S)				BSA, GrA, JBH
Reichenbach Stl. mit Frisch Glück Stl.		34	Kuttengrund bei Aue	Kuttenbach	Kuttenbach, Fallbach	Gang	QSA	As, Fe, S, (Pb), (Ag)	Arsenopyrit, (Galenit)	19. Jh.	Arsenkies	geschätzt 100 t		3 Stolln	Talsohle	kleine Halden, Mund-löcher	Tiefer Reichen-bach Stl.	Kutten-bach	As, Fe, S				BSA, GrA, JBH
Auer Hoffnung		35	Lumpichttal/ Burkhardtswald bei Aue	Lumpicht-bach	Lumpicht-bach	Gang	QHA	Fe, Mn	Hämatit, Limonit	19. Jh.	Fe-Erz	gering		Stolln	Talsohle	Halden-zug	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Natalie Stl.		36	Lumpichttal/ Burkhardtswald bei Aue	Lumpicht-bach	Lumpicht-bach	Gang	QHA	Fe, Mn, (Bi)	Hämatit, Limonit	19. Jh.	Fe-Erz	gering		Stolln	Talsohle	Halden-zug	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Burkhardts-waldzeche		37	am Schwarzwasser, an "Hakenkrümme"	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KSA/QAA	Bi, Co, (Ni)	ged. Bi, Co/Ni-Arsenide	1906-1910	Bi-Erz	0,3 t	1908	Stolln	Talsohle	keine (Gelände über-schüttet)	?diffus		(Co), (Ni)				BSA, GrA, JBH
Weißer und Rother St. Andreas		38	S Aue	Lumpicht-bach	Lumpicht-bach	Stock	Pegmatit?, QHA	Fe, Kaolin	"Kaolin"	1711-1854	Kaolin	75000 m3	1711-1854		100 m	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Lauter-Bernsbach																							
	Henneberg ("Lesnoj")	W11	S Lauter	Griesbach	Griesbach	Gang	KPA, HBA	U	Uranpecherz	1950-1952	U	1,2 t	1950-1951	Tage-schächte 330, 349, 7 Tief-schürfe, 5 Tages-fallörter	130 m	Halden-reste, überw. abgetr. und z.T. rekult.	?diffus		(U)				CW, BSA
	Bernsbach	W12	S Bernsbach, NW Schwarzenberg, N Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Berns-bacher Bach, Schwarz-wasser	Gang	KPA?	(U)	(Uranpecherz)	1950-1951	ohne	ohne		3 Tief-schürfe, 3 Stolln	55 m	Halden-reste an Schf. 2, Stl. 1+2	Stolln 1	Schwarz-wasser	keine				CW, BSA
	Neuwelt	W13	NO Neuwelt	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KPA?	(U)	(Uranpecherz)	1950-1951	U	0,7 t	1950-1951	6 Tief-schürfe, 1 Stolln	110 m	Halden-reste an den Tief-schürfen	Stolln 1	Schwarz-wasser	keine				CW, BSA
	Schloßwald	W14	N Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KPA?	(U)	(Uranpecherz)	1950	ohne	ohne		2 Tiefschürfe	50 m	keine	diffus		keine				CW, BSA
Clara Fdgr.		39	Schwarzwasser-tal NO Lauter	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Lager	PPCA	Fe, S	Pyrit	n.b.	n.b.	n.b.			Talsohle	keine	?diffus		n.b.				BSA, GrA, JBH
Margaretha		40	S Bernsbach	Schwarz-wasser	Berns-bacher Bach, Schwarz-wasser	Lager	PPCA	Fe, S, (Cu), (Ag)	Pyrit, (Chalkopyrit)	n.b.	n.b.	n.b.			n.b.	keine	?diffus		n.b.				BSA, GrA, JBH
Lager am Krahl		41	Zwischen Bernsbach und Beierfeld	Schwarz-wasser	Berns-bacher Bach, Schwarz-wasser	Lager	PPCA	Fe, S, (Cu), (Ag)	Pyrit, (Chalkopyrit)	n.b.	n.b.	n.b.			n.b.	keine	?diffus		n.b.				BSA, GrA, JBH
Dürrer Schönberg		42	N Beierfeld	Schwarz-wasser	Beierfelder Bach	Lager	PPCA	Fe, S, (Cu), (Ag)	Pyrit, (Chalkopyrit)	1526-1574, 1830-1837	Cu Ag	1,6 t 0,02 t	1526-1574 1526-1574		50 m	kleine Halden	?diffus		(Cu), (As)				BSA, GrA, JBH
Lager am Teufelsstein		43	Teufelstein bei Lauter	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Lager	Skarn	Fe	Fe-GrA, JBHnat	n.b.	"Flöße"	n.b.			Talsohle	keine	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Pluto		44	zwischen Beierfeld und Sachsenfeld	Schwarz-wasser	Beutelbach	Lager	Skarn	Fe	Magnetit	1881	Fe-Erz	ohne			n.b.	keine	?diffus		(Fe)				BSA, GrA, JBH
Ehre Gott Stl.		45	Schwarzwasser-tal, Sportplatz Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	167 t	1752-1845	Stolln	Talsohle	keine	Ehre Gott Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Karl Fdgr.		46	Galgenberg bei Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Nixbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	gering			n.b.	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Alte Ölpfanne		47	Galgenberg bei Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Nixbach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	606 t	1752-1845	Stolln, Tage-schacht	Talsohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Vorsicht Stl.		48	O Stadtzentrum Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QHA	Fe	Hämatit	1868-1910	Fe-Erz	20 t	1909	Stolln	Stolln-sohle	keine	Vorsicht Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn			5	BSA, GrA, JBH
Rother Löwe		49	Stadtteil Heide bei Schwarzenberg	Schwarz-wasser	Nixbach, Rockelmann-Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	1875-1878	Fe-Erz	3030 t	1752-1876		40 m	keine	Vorsicht Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Raschau-Grünstädtel																							
	August, Raschau-Grünstädtel ("Awgustowskoje")	W15	NO Grünstädtel/ Raschau	Große Mittweida	Große Mittweida	Gang	KPA	U, (Bi), (Co)	Uranpecherz	1949-1954	U	22,01 t (26 t gelöscht)	1949-1954	Tage-schächte 257, 278, 319, 13 Tiefschürfe, 6 Stollen	320 m	Halden an Tage-schächten und Stolln	gering durch Stl. 6	Schwarz-wasser	(U)				CW, BSA
	Katharina	W16	SW Langenberg	Schwarz-bach (größerer Teil), Oswald-bach	Schwarz-bach (größerer Teil), Oswald-bach	Gang	KPA, KSA/QAA, PPCA	Fe, As, S, Ag, (U), (Co)	Uranpecherz, Pyrit, Arsenopyrit, Magnetit	1947-1950	U	keine Angaben verfügbar	1947-1950	2 Tage-schächte des Altberg-baus aufge-wältigt, 1 Stolln	220 m	Halden-reste an Scht. 41, 264	Treue Freund-schaft Stolln	Schwarz-wasser	As, Fe, Cu, S, (Co), (Ni)			6	CW, BSA
	Schurf 393	W17	O Beierfeld	Schwarz-wasser	Sachsen-felder Bach	Gang	?	-	keine		ohne			Schurf-schacht	50 m	Halde, größtent.ab-getragen	diffus		keine				CW, BSA
Grün-Donnerstag		50	südlicher Teil von Beierfeld	Schwarz-wasser	Beierfelder Bach	Lager	?	-	keine	1896	ohne			Stolln	Talsohle	keine	?Gründon-nerstag Stl.	Beier-felder Bach	keine				BSA, GrA, JBH
Gelbe Birke Fdgr.		51	Sauerwiesen-bächel O Beierfeld	Oswald-bach	Sauerwie-senbächel	Lager	Skarn (PM), Kalkstein	Zn, Cu, Fe, Pb, W, (Ag)	Kalkstein, Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Scheelit	1828-1830, 1852-1920	Arsenkies	22,8 t	1871-1920	Stolln	Talsohle	kleine Halden, Mundloch	Gelbe Birke Stl.	Sauer-wiesen-bächel	Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH
											Schwefel-kies	1,1 t	1871-1920										
											Zink-blende	10 t	1871-1920										
											Ag-, Cu-Erze	34,2 t	1871-1920										
											Kalkstein	ca. 5000 t	1871-1920										
Frisch Glück Fdgr.		52	Fürstenberg, Oswaldtal bei Waschleithe	Oswald-bach	Oswald-bach	Lager	Skarn (PM), Kalkstein	Zn, Cu, Fe, (Pb)	Sphalerit, Chalkopyrit	1872-1921	Zink-blende	890 t	1880-1921	Stolln, Tage-schacht	200 m	Halde	Frisch Glück Stl.	Oswald-bach	Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH
											Kupfer-kies	19,7 t	1880-1921										
											Arsenkies	485 t	1880-1921										
											Schwefel-kies	33 t	1880-1921										
											Kalkstein	einige 1000 t	1880-1921										
Kalkwerk Fürstenberg		53	Fürstenberg, Oswaldtal bei Waschleithe	Oswald-bach	Oswald-bach	Lager	Kalkstein	Ca	Kalkstein	19. Jh. - 1923	Kalkstein	einige 1000 t	19. Jh. - 1923	Marmor Stl., Herkules Stl.	200 m	Halde	Frisch Glück Stl.	Oswald-bach	keine				BSA, GrA, JBH
Fürstenberg Fdgr.		54	Fürstenberg, Oswaldtal bei Waschleithe	Oswald-bach	Oswald-bach	Lager	?	Fe, Mn	"Limonit", Manganomelan	1881-1884	Fe-Erz	1 t	1883-1884		20 m	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Kalkwerk Wildenau mit Neujahr Stl.		55	Schlosswald bei Wildenau bei Schwarzenberg	Große Mittweida	Große Mittweida	Lager	Kalkstein, Skarn(PM)	Ca, Fe	Kalkstein, Sphalerit, Magnetit	19.Jh., bis ca. 1905	Kalkstein	mehrere 1000 t	19.Jh., bis ca. 1905	Neujahr Stl., kleiner Tagebau	mind. Stolln-sohle	kleiner Tagebau	?Treue Freund-schaft Stl.	Schwarz-wasser	keine				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Mineral-isation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Gottes Geschick, St.Catharina		56	"Graul" bei Langenberg	Schwarz-bach (größerer Teil), Oswald-bach	Schwarz-bach (größerer Teil), Oswald-bach	Gang, Lager	KPA, KSA/QAA, PPCA	Fe, S, Mn, Ag, As, Co, Bi	Ag-Minerale, Pyrit, Co/Ni-Arsenide, Bi-Ocker, Mangano-melan (Co-haltig), Limonit	1868-1933	Ag	21,6 t	18. Jh.-1876	Stolln, 2 Kunst-schächte	220 m	größere Halden	Treue Freund-schaft Stl.	Schwarz-wasser	As, Fe, Cu, S, (Co), (Ni)				BSA, GrA, JBH
											Ag-Erz	2,9 t	1868-1931										
											Braun-stein	159 t	1868-1931										
											Fe-Erz	4924 t	1868-1931										
											Bi-Co-Erz	8022 t	1868-1931										
											Arsenkies	165,6 t	1868-1931										
											Arsenkies	1265 t	1752-1845										
											Fe-Ocker	527 t	1868-1931										
Stamm Asser		57	"Graul" bei Langenberg	Oswald-bach (größerer Teil), Schwarz-bach	Oswald-bach (größerer Teil), Schwarz-bach	Lager	KPA, KSA/QAA, PPCA	Fe, S, As, Mn, Bi, Co, (Ag)	Ag-Minerale, Pyrit, Co/Ni-Arsenide, Bi-Ocker, Mangano-melan (Co-haltig), Limonit	1828-1937	Fe-Erz	41522 t	1856-1929	ca. 10 Tage-schächte	Sohle Treue Freund-schaft Stolln	Halden-Pingen-Gelände	Treue Freund-schaft Stl.	Schwarz-wasser	As, Fe, Cu, S				BSA, GrA, JBH
											Braun-stein	2926 t	1828-1929										
											Arsenkies	8195 t	1828-1929										
											Arsenik-mehl	2,9 t	1828-1929										
											Schwefel-kies	3215 t	1828-1929										
											Vitriolkies	234 t	1828-1929										
											Farben-erde	378 t	1828-1929										
											Bi-Co-Erz	13442 t	1828-1929										
											Ag	0,02 t	1828-1929										
Frisch Glück		58	"Graul" bei Langenberg	Oswald-bach (größerer Teil), Schwarz-bach	Oswald-bach (größerer Teil), Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Manganomelan	1869-1880	Fe-Erz	2590 t	1869-1878		n.b.	keine	Treue Freund-schaft Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Zweiglers Fdgr.		59	Wildenau bei Schwarzenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	Skarn (PM), Skarn (Fe)	Ca, Fe	Kalkstein, Magnetit, Pyrit, Sphalerit	1840-1881	Fe-Erz	13 t	1878-1881	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	Julius Stl.	Schwarz-bach	keine				BSA, GrA, JBH
											Arsenkies	0,75 t	1840-1881										
Allerheiligen und Segen Gottes		60	"Knochen" bei Raschau	Große Mittweida, Schwarz-bach	Große Mittweida, Schwarz-bach	Lager	PPCA	Fe, S, As	Pyrit, Arsenopyrit, Limonit	18./19. Jh.	Schwefel-kies, Arsenkies	n.b.			Stolln-sohle	kleine Halden	Christia-nus Stl.	Schwarz-bach	As, Fe, S				BSA, GrA, JBH
Christianus Stl. und Wunderbar Fürstenglück		61	Schwarzbachtal W Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	PPCA	Fe, S, As	Limonit, Manganomelan	1794-1853	Fe-Erz	6450 t	1791-1853	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	Christia-nus Stl.	Schwarz-bach	As, Fe, S				BSA, GrA, JBH
Glücksburg		62	SW Grünstädtel	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KSA/QAA	(Bi), (Co)	ged. Bi, Co/Ni-Arsenide	19. Jh.	n.b.	n.b.		Stolln	Stolln-sohle	keine	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Trau und bau auf Gott, Gott hilft gewiß Stl.		63	S Grünstädtel	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	?	(Ag)	Ag-Minerale	19. Jh.	n.b.	n.b.			Stolln-sohle	keine	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Elterlein-Scheibenberg																							
Churprinz Segen Gottes mit St. Lorenz		64	NO Elterlein	Schwarz-bach	Elterleiner Bach	Lager	PPCA	Fe, S, Cu, (Ag)	Pyrit, Chalkopyrit	1877-1879	Fe- und S-Erz	15,5 t	1877-1879	Lorenz Stolln	ca. 160 m	kleine Halden	?Lorenz Stl.	Elterleiner Bach	Cu, S, (As)				BSA, GrA, JBH
Engelschaar		65	Waschleithe	Oswald-bach	Oswald-bach	Lager	PPCA	Fe, S, (Cu), (Ag)	Pyrit, Chalkopyrit	1903	ohne			2 Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?Engel-schaar Stl.	Oswald-bach	n.b.				BSA, GrA, JBH
Osterlamm		66	Waschleithe	Oswald-bach	Oswald-bach	Lager	PPCA	Fe, S, (Cu), (Ag)	Pyrit, Chalkopyrit	n.b.	n.b.	n.b.		Stolln	Stolln-sohle	keine	?Oster-lamm Stl.	Oswald-bach	n.b.				BSA, GrA, JBH
Mondschein Fdgr.		67	SO Elterlein	Schwarz-bach	Elterleiner Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19. Jh.	Fe-Erz	n.b.			Stolln-sohle	keine	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Meyers Hoffnung Fdgr.		68	zwischen Schwarzbach und Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1855-1881, 1918-1923	Braun-stein	208 t	1855-1881, 1918-1923	2 Schächte	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Fe-Erz	1124 t	1855-1881, 1918-1923										
											Kalkstein	mehrere 1000 t	1855-1881, 1918-1923										
Wilkauer Vereinigt Feld, Friedlicher Vertrag, Kästners Hoffnung		69	zwischen Schwarzbach und Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1803-1922	Fe-Erz	27850 t	1803-1922	4 Schächte	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Braun-stein	804 t	1803-1922										
											Farben-erde	1500 t	1803-1922										
Hausteins Hoffnung, Ulfricke Fdgr.		70	zwischen Schwarzbach und Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1855-1872	Braun-stein	162 t	1855-1872	Stolln, 3 Schächte	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Fe-Erz	88 t	1855-1872										
Friedrich Stl.		71	zwischen Schwarzbach und Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1868-1892	Braun-stein	1153 t	1868-1892	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Fe-Erz	454 t	1868-1892										
Gelber Zweig		72	zwischen Schwarzbach und Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1868-1872	Braun-stein	136 t	1868-1872		Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Riedels Fdgr.		73	Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1868-1882	Braun-stein	1540 t	1868-1882	Stolln, Tage-schacht	Stolln-sohle	keine	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Fe-Erz	253 t	1868-1882										
Sieben Brüder Stl., Gott segne beständig, Gnade Gottes, vereinigt Feld		74	Langenberg	Schwarz-bach	Schwarz-bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	1872-1904	Fe-Erz	90,5 t	1872-1891	Stolln	Stolln-sohle	Mundloch	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
											Braun-stein	3574 t	1872-1891										
											Farben-erde	403 t	1872-1891										
Abraham Fdgr.		75	Oberscheibe	Große Mittweida	Ober-scheiber Bach	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	19. Jh.	Fe-Erz	mehrere 1000 t		2 Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Junger Johannes		76	Raschau	Große Mittweida	Große Mittweida	Lager	?	Fe, Mn	Limonit, Pyrolusit, Manganomelan	19. Jh.	Fe-Erz	n.b.		Schurf-schacht	ca. 20 m	kleine Halde	?diffus		Fe, Mn				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Silber-schwan Fdgr.		77	SO Markersbach	Große Mittweida	Große Mittweida	Gang	QSA	(Fe), (S), (Ag)	(Pyrit)	1868-1883	ohne				Stolln-sohle	keine	diffus		keine			7	BSA, GrA, JBH
Wunderbar Fürstenglück		78	Obermittweida O Markersbach	Große Mittweida	Große Mittweida	Gang	KSA/QAA	(Ag), (Co)	(Co/Ni-Arsenide)	19.Jh.	n.b.	n.b.		Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?Wunder-bar Fürsten-glück Stl.	Große Mittweida	keine				BSA, GrA, JBH
Charlotte Stl.		79	S Markersbach	Pöhlwasser	Wernitz-bächel	Gang	QSA(?)	(Fe), (S), (Ag)	Pyrit	18.Jh.	ohne			Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Münzer Stl.		80	S Markersbach	Pöhlwasser	Wernitz-bächel	Gang	QSA(?)	(Fe), (S), (Ag)	Pyrit	1787, 1808	ohne			Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Bergbaurevier Morgenleithe																							
	Schurf 23	W18	SW Antonsthal	Fällbach	Fällbach	Gang, Lager	KPA, Skarn (Fe), Skarn(PM)	Fe, Zn, (W), (U)	Magnetit, Spahalerit, Pyrit	1948, 1957-60er Jahre	ohne	ohne		1 Groß-schurf, 11 Tief-schürfe, 1 Stolln	220 m	größere Halde an Schf. 23, kleine Halden an den Tief-schürfen	?diffus		Zn, (As), (Cu), (S)			8	CW, BSA
Unverhofft Glück Fundgrube	Schurf 10	81	Halsbachtal NW Antonsthal	Halsbach	Halsbach	Lager	Skarn(PM)	Fe, Pb, Zn, Cu, S	Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrit	1745-1923	Pb	482 t	1745-1864	Jung Adler Stl. mit Blind-schacht (Altbergb.), Schurf 10 der "Wismut"	200 m	kleine Halde am Jung Adler Stl., Halde an Schf. 10 ist weitg. abgetr. und rekult.	Jung Adler Stl.	Halsbach-Schwarz-wasser	Pb, Zn, Cu, S, (As)				CW, BSA, GrA, JBH
											Ag	1,3 t	1745-1864										
											Cu	0,5 t	1745-1864										
											Arsenkies	17 t	1745-1864										
											Zuschlag-erz	46 t	1745-1864										
											Kupfer-kies	4,7 t	1745-1864										
											Zink-blende	2,6 t	1745-1864										
											Ag-Pb-Erze	71 t	1868-1923										
											Ag-Pb-Zn-Erze	4,5 t	1868-1923										
											Kalkstein	5900 t	1828-1923										
Wolfgang Erbstolln		82	Hinterhenneberg W Schwarzenberg		Ratsbach	Lager	Skarn(PM)	Fe, Pb, Zn, Cu, S	Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrit	1689-1690, 1826-1860, 1872-1892	Ag	0,02 t	1689-1690, 1826-1860	Wolfgang Stolln, Tage-schacht	Stolln-sohle	kleine Halde am Wolfgang Stl.	wahr-scheinlich gering über Wolfgang Stl.	Ratsbach-Gries-bach-Schwarz-wasser	Zn, Cu, S, (As)				BSA, GrA, JBH
											Cu	0,04 t	1689-1690, 1826-1860										
											Ag-Pb-Erze	1,9 t	1689-1690, 1826-1860										
											Zn-Erze	6,7 t	1689-1690, 1826-1866										

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Mineraliz-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Weißer Adler Fundgrube mit Schwarzer Adler Fundgrube		83	Halsbachtal NW Antonsthal	Halsbach	Halsbach	Lager	Skarn(PM)	Fe, Pb, Zn, Cu, S, Ca	Kalkstein, Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrit	1690-1701, 1772-1847	Kalkstein	12330 t	1772-1836	Weißer Adler Stolln	Talsohle	Mundloch, kleine Halden	wahr-scheinlich diffus	Halsbach-Schwarz-wasser	Zn, S, (Cu)				BSA, GrA, JBH
											Ag	0,01 t	1690-1701, 1830										
											Pb	0,15 t	1690-1701										
Fünf Brüder Fundgrube		84	Halsbachtal NW Antonsthal	Halsbach	Halsbach	Lager	Skarn(PM)	Fe, Pb, Zn, Cu, S	Sphalerit, Galenit, Chalkopyrit, Pyrit	1768-1794, 1826-1843	Pb-Ag-Erz	1,4 t	1768-1794, 1826-1843	Petri Paul Stolln	Talsohle	sehr kleine Halde am Petri Paul Stl.	sehr gering über Petri Paul Stl.	Halsbach-Schwarz-wasser	Zn, (Cu), (S)				BSA, GrA, JBH
											Kiese	4,8 t	1768-1794, 1826-1843										
											Ag	0,025 t	1768-1794, 1826-1843										
Pluto		85	Halsbachtal NW Antonsthal	Halsbach	Halsbach	Lager	Skarn(PM)	(Zn), (Pb)	(Sphalerit) (Galenit)	1828-1835	ohne			Pluto Stl.	Talsohle	sehr kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Segen Gottes Fundgrube		86	W Antonsthal	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Lager	Skarn(PM)	Fe, S	Magnetit, Pyrit	1780, 1828-1832	gering			Segen Gottes Stl.	Stolln-sohle	sehr kleine Halde am Segen Gottes Stl.	?diffus		Fe				BSA, GrA, JBH
Johannes Fdgr.		87	W Antonsthal	Fällbach	Fällbach	Lager	Skarn(PM)	Pb, Zn, S	Galenit, Sphalerit, Pyromorphit	19. Jh.	gering			Johannes Stolln	Stolln-sohle	sehr kleine Halde am Johannes Stl.	diffus		(Pb), (Zn)				BSA, GrA, JBH
Menschen-freude Fdgr.		88	am Fällbach, SW Antonsthal	Fällbach	Fällbach	Lager	Skarn (Fe), Skarn(PM)	Fe, S, Zn	Magnetit, Sphalerit, Pyrit	1828-1833, 1854-1889	Fe-Erz	90 t	1856-1881	Menschen-freude Stl., Kunst-schacht	ca. 20 m	keine	?diffus		Zn, (Cu)				BSA, GrA, JBH
											Zink-blende	0,6 t	1854										

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Mineralisation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Bermsgrün																							
	Bermsgrün	W19	SW Bermsgrün	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KPA, KSA/QAA	U	Uranpecherz	1950-1953, 1956	U	2,1 t (1,1 t verblieben)		Tagesschacht 332, 1 Tiefschurf, 2 Stollen	240 m	Halden am Scht. 332, Stl.1, Stl. 2 (teilweise abgetr.)	gering, evtl. Stl. 2	Schwarz-wasser	(U)				CW, BSA
	Schurf 9	W20	Hohe Henne W Shwarzenberg	Schwarz-wasser	Rockelmann-Bach	Gang	KSA/QAA	Fe, (U)	Pyrit	1950	ohne			Schurf-schacht	40 m	kleine Halde	diffus		keine				CW, BSA
Magde-burger Glück und Grüner Zweig		89	Hohe Henne W Shwarzenberg	Griesbach	Ratsbach	Gang, Lager	Skarn (PM), QHA	Fe, Ca	Hämatit, Sphalerit	1804-1863	Fe-Erz	1571 t	1804-1863	Rothe Adler Stl., Tage-schacht	Stolln-sohle	kleine Halden	Rothe Adler Stl.	Ratsbach	Fe, Mn, (Zn)				BSA, GrA, JBH
Wellners Fdgr.		90	Hoher Hahn, Bermsgrün	Schwarz-wasser	Rockelmann-Bach	Lager	Skarn	Kalksilikate	Kalksilikate	1824-1832	Flöße	ca. 560 t	1826-1831	Stolln, Schacht	20 m	keine	diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Prinz Albert Fdgr.		91	Hoher Hahn, Bermsgrün	Schwarz-wasser	Rockelmann-Bach	Gang, Lager	HBA	(Ba)	keine	1829-1834	ohne			Schurf-schacht	20 m	keine	diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Himmelfahrt Fdgr.		92	Erla/Bermsgrün	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19.Jh.	Fe-Erz	4110 t	1752-1845	Himmelfahrt Stl.	50 m	keine	?Himmel-fahrt Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
St. Johannes Fdgr., St. Johannes Stl.		93	Erla	Schwarz-wasser	Crandorfer Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	19.Jh.	Fe-Erz	133000 t	1752-1845	St. Johannes Stl. Kunst-schacht, Förder-schacht	200 m	keine	St. Johannes Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH
Erste Heinzen-binge, Andere Heinzen-binge		94	Erla	Schwarz-wasser	Crandorfer Bach	Gang	QHA	Fe	Hämatit	1875-1881	Fe-Erz	155000 t	1752-1881	St. Johannes Stl., Kunst-schacht, Förder-schacht (zusammen mit St. Johannes)	200 m	keine	St. Johannes Stl.	Schwarz-wasser	Fe, Mn				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Antonsthal																							
	Weißer Hirsch (Schacht 235)	W21	überwiegend rechts des Schwarzwassers in und unterhalb Antonsthal/Antonshöhe, weniger links des Schwarzwassers unterhalb Antonsthal	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang, Lager	QSA, KPA, KSA/QAA, Skarn (Fe), Skarn (PM)	Fe, U, Zn, S, Cu, Bi, Co, (Ni), (Sn), (W)	Uranpecherz, ged. Bi, Bi-Minerale, Ag-Minerale, Co/Ni-Arsenide, Magnetit, Sphalerit, Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit, Wolframit	1949-1959	U	747,4 t	1949-1959	4 Tage-schächte (235, 333, vom Altbergbau: Kunst-schacht und Mark-scheide-schacht), 4 Tief-schürfe, 4 Stolln	520 m	große Halden am rechten Schwarzwasser-hang oh. Scht. 235 in Ri. Erla/ Crandorf (tw. abgetr.), kleinere Halden am linken Schwarz-wasser-	Weißer Hirsch Stolln, Überlauf Schurf 2	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)			9	CW, BSA
	Tannenbaum ("Sentjabrskoje", Schacht 98)	W22	zwischen Antonsthal und Erla-Crandorf	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	QSA, KPA, KSA/QAA, Skarn (Fe), Skarn (PM)	Fe, U, Zn, S, Cu, Bi, Co, (Ni), (Sn), (W)	Uranpecherz, Bi-Minerale, Magnetit, Pyrit, Chalkopyrit, Wolframit	1948-1958	U	90 t (ca. 100 t gelöscht)	1948-1958	Tage-schächte 98, 318, 324, 15 Tiefschürfe, 15 Stolln	350 m	große Halden am rechten Schwarz-wasser-hang zwischen Sch. 235 und Erla-Crandorf, am Sch. 318, kleinere an Sch. 98 und den Tief-schürfen,	wahr-scheinlich über Sch. 235	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)				CW, BSA
	Mai ("Majskoje", Schacht 248)	W23	Antonsthal-Antonshöhe	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang, Lager	QSA, KPA, KSA/QAA, Skarn (Fe), Skarn (PM)	Fe, U, Zn, S, Cu, Bi, Co, (Ni), (Sn), (W)	Uranpecherz, ged. Bi, Bi-Minerale, Co/Ni-Arsenide, Magnetit, Sphalerit, Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit	1949-1954	U	ca. 50 t (ca. 55 t gelöscht)	1949-1954	Tage-schächte 110, 248 und 317, 9 Tiefschürfe, 1 Stolln	400 m	große Halden an Sch. 110, 248, 317 fast vollst. abgetr. u. rekult., Halden-reste an Schurf-schächt	wahr-scheinlich über Sch. 235	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)				CW, BSA
Weißer Hirsch Estl.		95	Schwarzwassertal, NO Antonsthal	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KSA/QAA	Ag, (As)	Ag-Minerale, Co/Ni-Arsenide, Pyrit	1716-1787, 1868-1880	Ag	1,3 t	1716-1845	Stolln, 2 Tage-schächte	120 m	keine	Weißer Hirsch Stolln, Überlauf Schurf 2	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)				BSA, GrA, JBH
											Bi	0,1 t	1868-1871										
Segen Gottes Fdgr.		96	zwischen Antonsthal und Antonshöhe	Schwarz-wasser	Bach aus Antonshöhe	Gang	?	Bi	Bi-Ocker	1872-1875, 1915-1918	Bi	3,2 t	1872-1918	Stolln, 2 Schächte	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		keine			10	

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Crandorf																							
	Oktober, Erla-Crandorf ("Oktjabrskoje")	W24	Hohes Rad zwischen Crandorf und Pöhla	Pöhlwasser, Schwarz-wasser	Pöhlwasser, Schwarz-wasser	Gang	KPA, KSA/QAA	U, W, Bi	Uranpecherz, Wolframit	1949-1955	U	12,3 t (<15 t gelöscht)		Tage-schächte 306, 307, 308, 17 Tief-schürfe, 8 Stolln	ca. 300 m	Halden an Tage-scht.en (tw. abgetr.), Stl. 1-2-3-4, Stl. 9-10-11, Schf. 13, 22	gering, Stolln 2/ Stolln 10	Pöhlwasser	(U), (Cu)				CW, BSA
Hohes Rad		97	Hohes Rad, O Crandorf	Schwarz-wasser	Bach NO Crandorf	Lager	Skarn (PM)	Ca	Kalksilikate	1790, 1831-1841	Flöße	ca. 1390 t	1790, 1831-1841	kleine Tages-strossen-baue	max. 20 m	kleine Tages-strossen-baue	diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Paulus-Knochen		98	NO Hohes Rad	Pöhlwasser, Schwarz-wasser	Pöhlwasser, Schwarz-wasser	Lager	Skarn (PM)	Ca	Kalksilikate	1790-1791	Flöße	ca.420 t	1790-1791	kleine Tages-strossen-baue	max. 20 m	kleine Tages-strossen-baue	diffus		keine				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Breitenbrunn																							
	Breitenbrunn		N Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser, Breitenbrunner Bach	Gang, Lager	KPA, QSA, Skarn (PM), Skarn (Fe)	Fe, Zn, Cu, As, S, U, (Sn)	Uranpecherz, U-Glimmer, Magnetit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit	1946-1951, 1963-1967, 1974	U	4,874 t		4 Stolln	150 m	größere Halden am ob. und unt. August Otto Stolln	oberer/ unterer Otto Stl.	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)			11	CW, BSA
St. Margarethe		99	N Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser, Breitenbrunner Bach	Gang, Lager	KPA, QSA, Skarn (PM), Skarn (Fe)	Fe, Zn, Cu, As, S, U, (Sn)	Uranpecherz, U-Glimmer, Magnetit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit	1851-1860	Fe-Erz	275 t	1851-1860	3 Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden am ob. und unt. Marg. Stl.	oberer/ unterer Otto Stl.	Schwarz-wasser	U, As, Fe, Cu, Zn, S, (Co), (Ni)				BSA, GrA, JBH
											Zink-blende	42 t	1851-1860										
											Uranerz	1,2 t	1851-1860, 1900-1914										
											Magnet-kies	26 t	1851-1860										
											Schwefel-kies	140 t	1851-1860										
											Sn	0,09 t	1851-1860										
											Ag	0,0006 t	1851-1860										
											Cu	0,05 t	1851-1860										
											Pb	0,06 t	1851-1860										
St. Christoph		100	Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Bach bei St. Christoph	Lager	KPA, QSA, Skarn (PM), Skarn (Fe)	Fe, Zn, Cu, As, S, Sn	Magnetit, Sphalerit, Chalkopyrit, Arsenopyrit/Löllingit, Pyrrhotin, Kassiterit	1868-1945	Zinnstein	2,5 t	1868-1921	Stolln, 2 Tage-schächte	ca. 300 m	Halden am Mundloch und Schlägel-schacht	St. Christoph Stolln	Bach bei St. Christoph	As, Fe, Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH
											Arsenkies	584 t	1868-1921										
											Schwefel-kies	2500 t	1752-1845										
											Arsenik-mehl	10,5 t	1868-1921										
											Fe-Erz	9113 t	1868-1921										
											Fe-Erz	15103 t	1943-1945										
											Zink-blende	191 t	1868-1921										
											Ag- und Cu-Erze	20 t	1868-1921										
Fortuna (Sachsenerz-AG)		101	NO Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Bach bei St. Christoph	Lager	QSA, Skarn (PM), Skarn (Fe), Fluorit-Metasomatit	Fe, Zn, Cu, As, S, F, (Co), (Sn)	Magnetit, Sphalerit, Fluorit	ca. 1940-1945	Flußspat	12500 t	1943-1945	Schacht Fortuna	ca. 300 m	Halde ist abge-fahren	?diffus	Bach bei St. Christoph	As, Fe, Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH, JBH
St. Christoph Hoffnung		102	NO Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Bach bei St. Christoph	Lager	Skarn (PM)	Zn, S, (Pb)	Sphalerit, (Galenit)	1853-1883	Ag-Erz	0,5 t	1880	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?Tettau Stl.	Bach bei St. Christoph	Zn, (Cu)				BSA, GrA, JBH, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Fortuna sammt Kaltwasser		103	Breitenbrunn	Schwarz-wasser	Bach bei St. Christoph	Gang, Lager	Skarn (PM)	Cu, S, Fe, As, (Pb), (Ag)	Sphalerit, Chalkopyrit, Pyrit, Arsenopyrit	17. - 19. Jh.	Cu	5,5 t	1752-1845	mehrere Tage-schächte, Kaltwasser Stolln	n.b.	keine	?diffus		As, Fe, Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH, JBH
											Schwefel-kies	11 t	1752-1845										
											Co-Erz	0,5 t	1752-1845										
											Flußspat	82 t	1752-1845										
Waidmann Fdgr. mit Brüder Lorenz, Carolus, Getreue, Einigkeit		104	zwischen Breitenbrunn und Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Fe, S, Zn, Pb	Magnetit, Sphalerit, Galenit, Kalksilikate, Calcit	1784-1863	Kalkstein	ca. 20300 t	1784-1863		Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Zn, (Cu)				BSA, GrA, JBH, JBH
											Magnetit	288 t	1807-1832										
											Flußspat	42 t	1828-1835										
St. Richard Fdgr. mit Glücksburg, Altvater		105	zwischen Breitenbrunn und Rittersgrün	Pöhlwasser	Bach Vordere Kohlung	Lager	Skarn (PM)	Fe, S, Zn, Pb	Magnetit, Sphalerit, Galenit, Kalksilikate	1790-1848	Kalkstein	ca. 970 t	1790-1848	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Zn, (Cu)				BSA, GrA, JBH, JBH
											Zink-blende	0,5 t	1874-1876										
Alter Seegen Gottes Stl.		106	zwischen Breitenbrunn und Rittersgrün	Pöhlwasser	Bach Vordere Kohlung	Lager	Skarn (PM)	F	Calcit, Sphalerit, Chalkopyrit, Kalksilikate	1693-1695, 1790-1791	Kalkstein	ca. 40 t	1790-1791	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?Alter Seegen Gottes Stl.	Bach Vordere Kohlung	Zn, (Cu)				BSA, GrA, JBH, JBH
											Cu	1,15 t	1693-1695										
											Ag	ca. 8 kg	1693-1695										
Bergbaurevier Rittersgrün-Nordwest																							
	Segen Gottes, Unterrittersgrün	W25	SO Antonshöhe	Pöhlwasser (überwiegend), Schwarz-wasser	Pöhlwasser/ Schwarz-wasser	Gang	KPA, KSA/QAA	U	Uranpecherz	1949-1956, 1972	U	20,5 t (ca. 24 t gelöscht)		Tage-schacht 206, 9 Tief-schürfe, 7 Stolln, 2 Tages-strecken	ca. 300 m	Halde Scht. 206 (größten-teils abgetr.), an Stl. 220 (tw. abgetr.), 221, 222, Halde Stl. 218-219-223, Halde Stl. 236, kleinere Halden an Tief-schürfen	wahr-scheinlich Stl. 220/222	Pöhl-wasser	(U)				CW, BSA
Segen Gottes		107	Antonshöhe	Schwarz-wasser	Antons-höher Bach	Gang	KQA	(Sn)	(Kassiterit)	19. Jh.	Sn	gering			Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		As				BSA, GrA, JBH
Altvater u.a.		108	zwischen Antonshöhe und Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KQA	Sn, As, Fe	Kassiterit, Arsenopyrit	18.Jh.	Sn	gering			Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		As				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Pöhla-Globenstein																							
	Pöhla, Globenstein	W26	S Pöhla	Pöhlwasser, Luchsbach	Luchsbach, Pöhlwasser	Gang, Lager	Skarn (Fe), Skarn(PM), Fluorit-Scheelit-Metasomatit	Fe, Zn, Cu, S, W, Sn, F, (Co), (Ni), (U)	Magnetit, Sphalerit, Scheelit		Magnetit				ca. 400 m	Halde Schurf 24	Überlauf am Schurf 24	Luchs-bach	As, Zn, Fe, S				CW, BSA
Segen Gottes		109	Magnetenberg NO Antonshöhe	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Fe, Cu, S, P	Magnetit, Sphalerit, Chalkopyrit, Pyrit		gering			Segen Gottes Stl.	(obere) Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH
Weinstock, Weintraube Stl., Ernst Hoffnung Fdgr.		110	W Globenstein	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Fe, As	Magnetit, Arsenopyrit/Löllingit	1854-1860	Magnet-kies	4,5 t	1854-1860	Weinstock Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		As, Zn, S				BSA, GrA, JBH
Sechs Brüder Stl.		111	W Globenstein	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager, Gang	Skarn (PM)	(F)	(Fluorit)	1843-1868	ohne			Sechs Brüder Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Enderleins Erinnerung		112	Globenstein	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Fe	Magnetit	1828-1835	ohne			Enderleins Erinnerung Stl., kleinerTagebau	Stolln-sohle	kleine Halde, kleiner Tagebau	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Frisch Glück		113	zwischen Globenstein und Pöhla	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM), Skarn (Fe)	Fe, Cu	Magnetit, Chalkopyrit	1875-1882	Fe-Erz	398 t	1881-1882	Louis Schacht	ca. 40 m	Schachthalde	?diffus		Zn, Fe, S, (Cu)				BSA, GrA, JBH
Gottes Geschick, Goldene Rose, Hohneujahr, Himmelsfürst		114	Drachenleithe SW Pöhla	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	QSA	(Fe)	Hämatit, Limonit, Pyrit, Galenit	1828-1842	Fe-Erz	993 t	1752-1845	Gottes Geschick Stl. (oberer und unterer), Glodene Rose Stl., Hohneujahr Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Neue Silber-hoffnung		115	Pöhla	Friedrichs-bach	Friedrichs-bach	Lager	Skarn (Fe)	Fe, Zn, S, (Pb), (Cu)	Magnetit, Chalkopyrit, Pyrit, Sphalerit	1822-1941	Fe-Erz	24520 t	1871-1924	Tagebau, Förderschacht	100 m	Tagebau	?diffus		Fe, Zn, S				BSA, GrA, JBH
Johannes an der Überschaar		116	zwischen Pöhla und Raschau	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Zn, Cu, S	Chalkopyrit, Sphalerit						Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Cu, Zn				BSA, GrA, JBH
Fridolin Fdgr. mit Heilige drei Könige Stl.		117	S Pöhla	Pöhlwasser	Bach Zigeuner-berg	Lager	Skarn (PM)	Fe, Zn, S	Magnetit, Sphalerit	1853-1886	ohne			2 Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Zn, S, (Cu)				BSA, GrA, JBH
Morgen-stern		118	Luchsbachtal SO Pöhla	Luchsbach	Luchsbach	Lager	Skarn (PM)	Fe	Magnetit	1809-1820	ohne			Stolln	Talsohle	kleine Halden	?diffus	Luchs-bach	keine				BSA, GrA, JBH
Seegen Gottes Stl. ("Giftzeche")		119	O Pöhla	Friedrichs-bach	Friedrichs-bach	Lager	?	Fe, As, S	Arsenopyrit, Pyrit	1792--1836	ohne			Stolln, Tage-schacht	Stolln-sohle	keine	?diffus		As, Fe, S				BSA, GrA, JBH

Grube alt	Grube "Wismut"	Nr.	Lage	Teileinzugs-gebiet	direkter Vorfluter	Lager-stättentyp morphol.	Mineralisa-tionstyp	Minerali-sation	wichtige Erzminerale	belegte Betriebs-zeit	belegtes Ausbringen			wichtige Gruben-baue	Auf-schluß-tiefe ca.	Reste übertage	Entwässerung		I	II	III	IV	Quellen
											Art	Menge	Zeitraum				durch	in					
Bergbaurevier Hämmerlein-Tellerhäuser																							
	Kaffenberg	W27	SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KPA, QSA	U	Uranpecherz	1950-1955	U			5 Stolln	Talsohle	größere Halden an den	Stolln 2	Pöhl-wasser	(U)				CW, BSA
	Hämmerlein, Tellerhäuser	W28	N Zweibach, Tellerhäuser	Pöhlwasser, Luchsbach	Pöhlwasser	Gang, Lager	KPA, QSA, KSA/QAA, Skarn (PM, Skarn (Fe)	Fe, W, Sn, (U)	Kassiterit, Magnetit, Scheelit		U	gering		Stolln Pöhla, 2 Tages-überhauen	ca. 1000 m	Halde Luchs-bachtal	Stolln Pöhla	Luchs-bach (Gruben-wasser-aufbe-reitung)	As, Cu, Zn, S				CW, BSA
	Schacht 247	W29	Ehrenzipfel SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KPM, QSA	(U)	Uranpecherz	1949-1951	U	gering		Schacht 247	n.b.	kleine Halden	?diffus		(U), (Zn)				CW, BSA
Glimmer Fdgr.		120	Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (Fe)	Fe	Hämatit	18. Jh.	Fe-Erz	gering			n.b.	keine	?diffus		Fe				BSA, GrA, JBH
Rother Adler		121	Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (Fe)	Fe	Hämatit	1837-1899	Fe-Erz	62650 t	1837-1899	2 Stolln	20 m unter mittleren Stl.	kleine Halden	nicht bekannt		Fe				BSA, GrA, JBH
Unverhofft Glück		122	SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Kunners-bach	Gang	KSIA	Sn	Kassiterit	18. Jh.	Sn	gering			10 m	kleine Pinge	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Brügners Hoffnung Fdgr.		123	Ehrenzipfel SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM), Skarn (Fe)	, Fe	Kassiterit, Magnetit	1830-1858	Sn	0,25 t	1856-1858	Tage-schacht	10 m	kleine Halde	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Häckers Fdgr., Eisensumpf Stl.		124	Ehrenzipfel SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM), Skarn (Fe)	Fe, (Cu)	Magnetit, Chalkopyrit	1837-1861	ohne			Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Cu, Zn, S				BSA, GrA, JBH
St. Richard Fdgr.		125	Ehrenzipfel SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Fe, Zn	Magnetit, Sphalerit	1853-1885	Zink-blende	20 t	1853-1885	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus		Zn, Cu, S, (As)				BSA, GrA, JBH
Fuchsloch Stl.		126	SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	?	keine	keine	19. Jh.	ohne			Stolln	Talsohle	kleine Halde	Fuchs-loch Stl.	Pöhl-wasser	keine				BSA, GrA, JBH
St. Michaelis Fdgr.		127	SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KSIA	Fe, S, Pb, (Ag)	Pyrit, Galenit	1828-1849	Ag	0,01 t	1828-1849	Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?Stolln	Pöhl-wasser	(Pb), (As), (S)				BSA, GrA, JBH
											Pb	0,1 t	1828-1849										
Hoffnung Gottes Fdgr.		128	SO Zweibach bei Tellerhäuser	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	KSIA	Sn	Kassiterit	1787-1832	Sn	2 t	1787-1832	1 Stolln	max. 20 m	kleine Halden	?diffus		(As)				BSA, GrA, JBH
Vertraue Gott Fdgr.		129	an der Staatsgrenze SO Rittersgrün	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Lager	Skarn (PM)	Pb	Galenit	1853-1859	ohne			Schurf-schacht	ca. 20 m	kleine Halde	?diffus		(Pb)				BSA, GrA, JBH
weitere																							
Osterlamm Stl.		130	O Schwarzenberg	Griesbach	Griesbach	Gang	QSA	(Fe), (Pb), (As)	(Pyrit)	1758-1833	ohne			Stolln	Talsohle	Halde	Osterlamm Stl.	Gries-bach	keine				BSA, GrA, JBH
Treue Freund-schaft Fdgr.		132		Große Mittweida	Große Mittweida	Lager	Kalkstein	Ca	Kalkstein	1796-1869	Kalkstein	10050 t	1796-1866	kleiner Tagebau	Talsohle	kleiner Tagebau	?diffus		keine				BSA, GrA, JBH
Anton Fdgr.		134	O Erla	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	PPCA	Fe, S	Pyrit, Pyrrhotin		ohne			Stolln	Stolln-sohle	kleine Halde	?diffus		Fe, S, (As)				BSA, GrA, JBH
Silber-kammer		135		Schwarz-wasser	Ratsbach	Lager	Skarn (PM)	(Pb), (Ag)	(Galenit)		gering				ca. 40 m	kleine Halden	?diffus		(Pb)				BSA, GrA, JBH
Tannebaum Fdgr.		136	zwischen Antonsthal und Erla	Schwarz-wasser	Schwarz-wasser	Gang	KSA/QAA	Bi, Cu, S	Emplektit	1864-1883, 1917-1918	Bi	4,7 t	1864-1883	Tannebaum Stl.	40 m unter Stl.	keine	?diffus	Schwarz-wasser	keine				BSA, GrA, JBH
Daniel Fdgr.		137	SO Antonshöhe	Pöhlwasser	Pöhlwasser	Gang	QSA, KQA	Sn, Cu	Kassiterit, Chalkopyrit	1858-1864	Sn	0,7 t	1858-1864	Siegel Stl.	Stolln-sohle	kleine Halden	?diffus	Pöhl-wasser	(Cu), (As), (S)				BSA, GrA, JBH
											Cu-Erz	0,3 t	1858-1864										

Impressum

Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Internet: http://www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren: TU Bergakademie Freiberg
Institut für Mineralogie
Dipl.-Min. Annia Greif
Prof. Dr. rer. nat. Werner Klemm
Brennhausgasse 14
09599 Freiberg
Telefon: 03731 39-3540 oder 2600
Telefax: 03731 39-4060
E-Mail: greif@mineral.tu-freiberg.de

Redaktion: siehe Autoren

Endredaktion: Öffentlichkeitsarbeit
Präsidialabteilung

ISSN: **1867-2868**

Redaktionsschluss: März 2009

3 Geogene Hintergrundwerte für die Rote und Wilde Weißeritz



Abschlussbericht zum Werkvertrag

„Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz“

Dipl.-Min. Annia Greif & Prof. Dr. rer. nat. Werner Klemm

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie,
Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg

Bearbeitungszeitraum: 01.09.2009 bis 30.11.2009

3.1 Ziel und Hintergrund

Das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der gute ökologische und chemische Zustand der Gewässer in der EU, der bis 2015 erreicht werden soll. Für einige Schwermetalle und Arsen zeichnen sich bei den bereits festgelegten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des ökologischen bzw. des chemischen Zustandes Überschreitungen in den Fließgewässern und ihren Sedimenten/Schwebstoffen des sächsischen Grundgebirges ab. Die Ursachen liegen in dem bereits ursächlich geogen bedingten Schwermetallstatus der sächsischen Fließgewässer. Um weitere immissionsseitige Umweltqualitätsnormen für Schwermetallkonzentrationen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment abzuleiten bzw. Überschreitungen bestehender Qualitätsnormen rechtfertigen zu können, ist die gewässerspezifische Beurteilung der natürlicherweise vorhandenen geogenen Schwermetallgehalte notwendig.

Die Bearbeitung dieses Werkvertrages schließt sich an zwei Forschungsprojekte an, die im Auftrag des LfULG durch das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg bearbeitet wurden:

(1) Greif, A.; Klemm, W. (2006): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. (Bearbeitungszeitraum 05.11.2004 bis 31.10.2005, AZ 13-8802.3522/72)

(2) Greif, A.; Klemm, W. (2009): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. (Bearbeitungszeitraum: 01.09.2007 bis 31.03.2009, AZ 13-8802.3522/70)

Ziel des Werkvertrages ist eine weitere Differenzierung und Ausweisung geogener Hintergrundwerte für die o.g. Kompartimente für die Einzugsgebiete der Roten und der Wilden Weißeritz bis auf die Ebene der Oberflächenwasserkörper. Grundlage bildet die EG-Tochter-Richtlinie 2008/105/EG, die in ihrem Anhang I Teil B Nr. 3 (WRRL 2008) die Ausweisung geogener Hintergrundwerte zulässt:

> „Die Mitgliedstaaten können bei der Beurteilung der Überwachungsergebnisse anhand der Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen:
>
> a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni), wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern; und …“,

wobei die natürliche Hintergrundkonzentration für Metalle einen Zustand beschreibt, der frei von anthropogenen Belastungen ist.

Die Ergebnisse sollen einen Beitrag zur Entwicklung einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen mit dem Ziel der Ableitung nachvollziehbarer und vergleichbarer Bewertungsgrundlagen liefern, um eine entsprechende EU-weite Akzeptanz zu erlangen.

3.2 Projektmanagement

Die hauptsächlichen Belastungen mit Arsen und Schwermetallen in den Schwebstoffen/Sedimenten liegen im grundgebirgsgeprägten sächsischen Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes im Oberlauf der Weißen Elster einschließlich der Göltzsch (bis zur Landesgrenze Fläche ca. 1.110 km^2), im Ober- und Mittellauf der Zwickauer Mulde einschließlich des Lungwitzbaches zuzüglich der Würschnitz und der Zwönitz (Fläche ca. 1.500 km^2), im Ober- und Mittellauf der Freiberger Mulde einschließlich der Striegis und dem Ober- und Mittellauf der Zschopau einschließlich der Flöha (Fläche ca. 2.500 km^2) sowie in den westlichen Teileinzugsgebieten der oberen Elbe, insbesondere in der Gottleuba, der Müglitz, der Roten und Wilden Weißeritz (Fläche ca. 700 km^2). Das ist ca. 1/3 der Landesfläche Sachsens.

Der Schwerpunkt im Vorgängerprojekt (GREIF & KLEMM 2009) lag auf detaillierten Untersuchungen in den Einzugsgebieten der oberen Freiberger Mulde einschließlich der Bobritzsch (ca. 540 km^2), der oberen Zwickauer Mulde bis Mündung des Schwarzwassers (ca. 316 km^2) sowie des Schwarzwassers selbst (ca. 361 km^2).

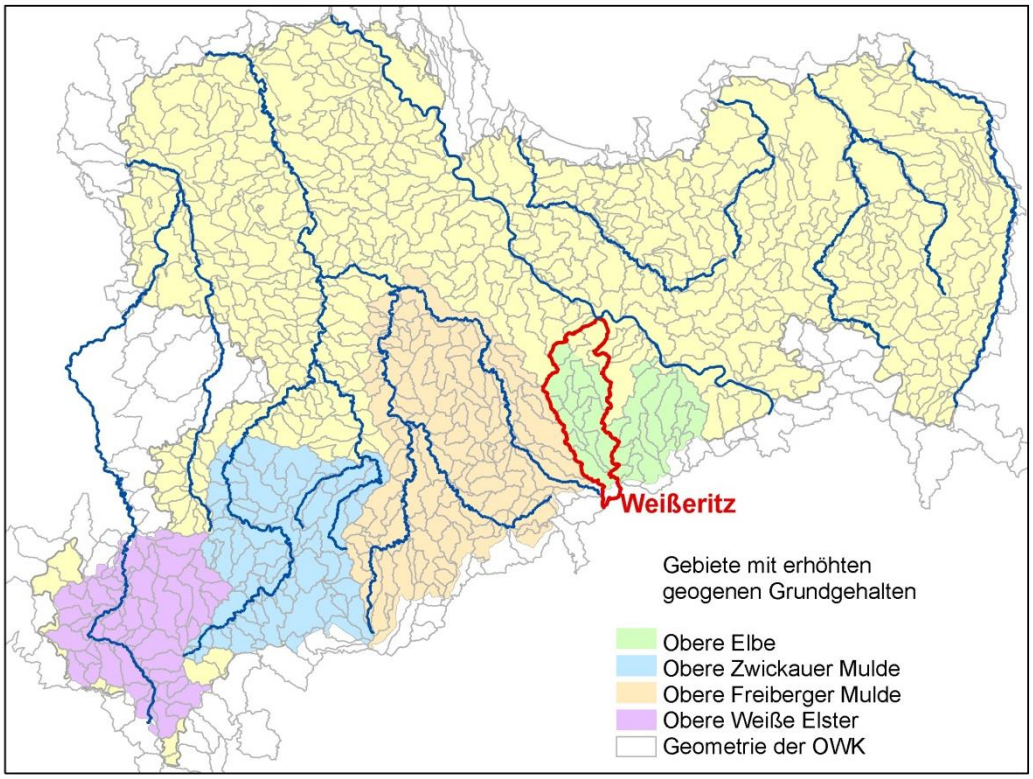


Abb. 2-1: Übersicht über die Flussgebiete im grundgebirgsgeprägten Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes mit erhöhten geogenen Grundgehalten (farbig)

Dieser Werkvertrag vereint in sich theoretische und praktische Aufgabenstellungen. Die Methodik zur Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte umfasst folgende Schritte:

- Ermittlung der Einzugsgebiete (bezogen auf Oberflächenwasserkörper (OWK)), für die aufgrund der geologischen/ lagerstättenkundlichen Gegebenheiten mit umweltrelevanten geogenen Belastungen zu rechnen ist,
- Aufnahme der geologischen und ggf. lagerstättenkundlichen Situation in den ausgewählten Gebieten zur Abschätzung der zu erwartenden Elementpalette,
- Prüfung des primären (bewertungsrelevanten) Datenbestandes von Wässern und Sedimenten und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Prüfung des sekundären (Meta-) Datenbestandes von Bachsedimenten (aus der geochemischen Prospektion), Gesteinen und Böden und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Ausgleich von Datendefiziten durch Neubeprobungen unter Berücksichtigung der geogenen Gegebenheiten und der festgelegten Methodik der vorhandenen Datenerhebungen bei einer Mindest-Probenahmedichte von 1 Probe/10 km2

- Ableitung von regionalen (P50, P90) bzw. lokalen (P50) Hintergrundkonzentrationen für Teileinzugsgebiete in der wässrigen Phase und im schwebstoffbürtigen Sediment.

Die Probenahme umfasste an jedem Probenahmepunkt die Entnahme von Wasserproben (gesamt und gelöst) und schwebstoffbürtigen Sedimenten. Im geochemisch-analytischen Labor des Instituts für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg schloss sich die Probenvorbereitung und die Analyse auf eine ausgedehnte Elementpalette an (vgl. Kapitel 6). Mit der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) in Neusörnewitz wurden Festlegungen zur Probenvorbereitung (Aufschlussverfahren), Analytik (Bestimmungsgrenzen) getroffen und durch Qualitätssicherung (Vergleichsproben) sicher gestellt.

3.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke

Die gesetzlichen Grundlagen der Europäischen Union sind in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) festgelegt, die seit 2000 existiert und ständig fortgeschrieben wird (WRRL 2006, WRRL 2008). Für Sachsen gilt die SächsWRRLVO (2004).

Schwebstoffe/Sedimente

Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente wurden für die Elemente As, Cr, Cu und Zn verbindliche Qualitätsnormen (sogen. ECO-Liste) festgelegt (SÄCHSWRRLVO 2004) (Tab. 3-1). Weitere Normen werden für die Elemente Ag, Ba, Be, Co, Mo, Sb, Sn, Tl, Ti, U, V (LFUG 2005) bzw. auch Ni, Pb, (Cd, Hg) (UBA 2003) diskutiert. Bisher unterliegen die chemischen Umweltqualitätsnormen für Wässer/Schwebstoffe/Sedimente keinen einheitlichen EU-weit gültigen Vorgaben hinsichtlich der Art der Probenahme, der zu verwendenden Korngröße des Schwebstoffs/Sediments und der Art des Aufschlusses! Zwischen den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden Absprachen hinsichtlich einer einheitlichen Korngröße von <20 µm getroffen.

Tab. 3-1: Chemische Qualitätskomponenten für Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Einstufung der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes (Schwebstoffe/Sedimente)

Element	UQN [mg/kg]	Quelle		
As	**40**	SÄCHSWRRLVO (2004)		
Cr	**640**			
Cu	**160**			
Zn	**800**			
Element	**UQN-V [mg/kg]**	**Quelle**	**ZW [mg/kg]**	**Quelle**
Sb	110	QN-V Vorschläge LFUG (2005)	6	ZW Zielwert UBA (2003) http://webetox.uba.de
Ba	430		k.A.	
Be	0,04-4		10	
Co	0,3-30		80	
Mo	8		5	
Ag	1,8		2	
Tl	1		4	
Ti	725		10.000	
U	0,5		k.A.	
V	35		200	
Sn (anorg.)	200		20	
Ni	k.A.		120	Rhein
Pb	k.A.		100	
Cd	k.A.		1	
Hg	k.A.		0,5	

Wasser

Die Bewertung der wässrigen Phase von Fließgewässern gestaltet sich schwierig. Primär lagen nur Normen für Hg und Cd im Wasser (gesamt) vor (SÄCHSWRRLVO 2004) (Tab. 3-2). Normenvorschläge gibt es für die Elemente Ag, B, Ba, Be, Co, Mo, Se, Sb und Te, wobei für Ag explizit die Angabe der gelösten Gehalte gefordert wird (LFUG 2005). Positiv ist der bei einigen Elementen getroffene Ansatz UQN + HGW (Umweltqualitätsnorm plus Hintergrundwert) zu bewerten. Negativ fällt das Fehlen von Vorgaben für As, Cu, Cr etc. auf. Die EG-TochterRL (WRRL 2008) gibt differenzierte UQN für Cd in Abhängigkeit von der Wasserhärte ($CaCO_3$) sowie UQN für Pb, Hg und Ni an. Für Cd und Hg wird neben der Einhaltung des Jahresdurchschnitts (JD-UQN) auch die der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN) gefordert (Tab. 3-2).

Tab. 3-2: Umweltqualitätsnormen (UQN) und –vorschläge (QN-V) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wässer)

Element	UQN [µg/l]	Quelle	Anmerkungen
Hg	1	**SÄCHSWRRLVO (2004)**	gesamt
Cd	1		
Cd	**≤0,08 (<40 mg $CaCO_3$/l) 0,08 (<50 mg $CaCO_3$/l) 0,09 (<100 mg $CaCO_3$/l) 0,15 (<200 mg $CaCO_3$/l) 0,25 (≥200 mg $CaCO_3$/l)**	**EG-TochterRL 2008/105/EG (WRRL 2008)**	**JD-UQN** Jahresdurchschnitt in Binnenoberflächengewässern, filtriert <0,45 µm
Cd	**≤0,45 (<40 mg $CaCO_3$/l) 0,45 (<50 mg $CaCO_3$/l) 0,6 (<100 mg $CaCO_3$/l) 0,9 (<200 mg $CaCO_3$/l) 1,5 (≥200 mg $CaCO_3$/l)**		**ZHK-UQN** Zulässige Höchstkonzentration in Binnenoberflächengewässern, filtriert <0,45 µm
Pb	**7,2**		**JD-UQN**
Hg	**0,05**		**JD-UQN**
Hg	**0,07**		**ZHK-UQN**
Ni	**20**		**JD-UQN**
Element	**UQN-V [µg/l]**	**Quelle**	**Anmerkungen**
Sb	20	**LFUG (2005)**	QN-V Qualitätsnorm-Vorschläge, tw. zuzüglich HGW (Hintergrundwert)
Ba	60+HGW		
Be	0,1		
B	100		
Co	0,9+HGW		
Mo	7+HGW		
Se	2,5		
Ag (gelöst)	0,03		
Te	20		
Tl	1		
Ti	15		
U	1,5+HGW		
V	2,4+HGW		
Sn (anorg.)	3,5		

In den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wird auch der Bezug von Elementgehalten in Oberflächenwässern zu den Geringfügigkeitsschwellenwerten diskutiert, die für das Kompartiment Grundwasser ausgearbeitet wurden (Tab. 3-3). Gemäß LAWA (2004) wird die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden. Die GFS können als Anhaltspunkt dienen, jedoch ist bei Oberflächenwasser nicht davon auszugehen, das es – im Gegensatz zum Grundwasser - überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleibt. Das Grundwasser bildet jedoch den Basisabfluss von Oberflächenwasser und soll - wie das Oberflächenwasser als Bestandteil des Naturhaushalts - als Lebensraum intakt gehalten werden. Deshalb sind die Qualitätskriterien der Oberflächenwässer in der Regel auch für das Grundwasser anwendbar. Dies wird auch durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) bekräftigt. In Anhang V Nr. 2.3.2 dieser Richtlinie wird ausgeführt, dass „die chemische Zusammensetzung des Grundwasserkörpers ... so beschaffen … dass die Schadstoffkonzentrationen ... nicht derart hoch sind, dass die in Artikel 4 spezifizierten Umweltziele für in Verbindung stehende Oberflächengewässer nicht erreicht werden."

Bei der Risikobewertung von anorganischen Spurenelementen, insbesondere von Metallen, muss im Unterschied zu organischen Stoffen berücksichtigt werden, dass sie geogen bedingt im Grundwasser vorkommen und die Organismen diesen in der Regel geringen Konzentrationen natürlicherweise ausgesetzt sind. Die in der aquatischen Umwelt natürlich vorhandenen Spurenelementkonzentrationen unterliegen einer zeitlichen Dynamik und können bis zu mehreren Größenordnungen schwanken. In diesem gesamten Schwankungsbereich halten Organismen ihr intrazelluläres Niveau weitgehend konstant. Um dieses berücksichtigen zu können, und um zu vermeiden, dass anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser beim Vergleich mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten als belastet zu bewerten wäre, wurde bei den anorganischen Spurenstoffen nach dem „added risk approach" zu den ökotoxikologisch abgeleiteten Werten ein Basiswert addiert, der die Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland charakterisiert. Zur Bestimmung dieses Basiswertes wurden in einem Forschungsprojekt der LAWA die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungsprogramme der Bundesländer ausgewertet (KUNKEL ET AL. 2004). In Tabelle 3-3 sind die Basiswerte für anorganische Spurenelemente als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentile der 15 hydrogeologischen Bezugsräume dargestellt. Diese Werte werden zur ökotoxikologischen Wirkungsschwelle addiert und ergeben dann die Geringfügigkeitsschwellenwerte. Der Nachweis der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt grundsätzlich durch Vergleich der ermittelten oder prognostizierten Stoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten, er muss jedoch für jeden Anwendungsfall spezifisch erfolgen.

Vergleichbar zu Anhang 2 Nr. 3.2 der Bundesbodenschutzverordnung (BBODSCHV 1999), in dem verbindliche Regeln für Prüfwerte getroffen werden, wird für bestimmte Anwendungsfälle wasserrechtlich präzisierend zu bestimmen sein, welche Randbedingungen dabei gelten. So weisen z.B. Sickerwässer von natürlichen/naturnahen Böden (insbesondere Oberböden) bei Schwermetallen teilweise höhere Konzentrationen als das Grundwasser auf. Bei der Erarbeitung von technischen Regelungen zur Verwertung muss dieser Sachverhalt deshalb berücksichtigt und die Korrektur der toxikologisch abgeleiteten Werte anhand der Basiswerte aus den Daten zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit abgeändert werden. Überschreiten die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwellenwerte, können von den zuständigen Behörden unter Berücksichtigung der Ableitungskriterien für den Einzelfall Werte festgelegt werden (LAWA 2004).

Die Trinkwasserverordnung der BRD (TRINKWV 2001) stellt Grenzwerte für Stoffe und Substanzen im Trinkwasser nach toxikologischen Gesichtspunkten auf. Da ein großer Teil des Trinkwassers in Sachsen aus Talsperren gewonnen wird, werden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung hier zusätzlich aufgeführt (Tab. 3-3). Auch die Prüfwerte der BBODSCHV (1999) können einen Anhaltspunkt zur Einschätzung von Elementgehalten liefern (Tab. 3-3).

Tab. 3-3: Übersicht über die Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) für Grundwasser (LAWA 2004)**, die Grenzwerte der TRINKWV** (2001) **und die Prüfwerte nach BBODSCHV** (1999), Angaben in µg/l

Element	Basiswerte (P90)	GFS	Kriterium GFS	TVO	Prüfwerte
As	2,6	10	TW	10	10
Ba	186	340	ARA		
B	88	740	ARA	1000	
Cd	0,3	0,5	ARA	5	5
Cr	2,4 (gesamt)	7 (CrIII)	LAWA (2004)	50	50
Co	5,7	8	ARA		50
Cu	10,1	14	ARA	2000	50
Hg	0,15	0,2	ARA	1	1
Mo	(1,2)[#]	35	TW(h)		50
Ni	12,6	14	ARA	20	50
Pb	3,9	7	ARA	10	25
Sb	0,4	5	TW	5	10
Se	1,6	7	ARA	10	10
Sn	-	-			40
Tl	(<0,5) [#]	0,8	TW(h)		
U	-	5**		*	
V	(1,6)	4	TW(h)		
Zn	49,8	58	ARA		500

[#] Werte aus Baden-Württemberg und Bayern (nicht repräsentativ für Deutschland),
ARA – added risk approach, TW – Trinkwasserverordnung, TW(h) – Trinkwasserverordnung, unbedenklich für die menschliche Gesundheit
* Bisher existiert nur in der "Mineral- und Tafelwasser-Verordnung" ein Grenzwert für Mineralwässer, die "zur Herstellung von Säuglingsnahrung geeignet" beworben werden dürfen. Dieser Grenzwert liegt bei zwei Mikrogramm Uran pro Liter. Da Uran im Trinkwasser auch für Erwachsene in Konzentrationen enthalten sein kann, "die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen", empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) als so genannten Leitwert die Höchstkonzentration von 10 Mikrogramm Uran pro Liter für Erwachsene.
** http://www.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Gesamtdokument.pdf

3.4 Gebietsbeschreibung

3.4.1 Lage und Gliederung

Das Einzugsgebiet der Weißeritz als wichtiger ostelbischer Zufluss umfasst eine Fläche von ca. 384 km^2. Davon entfallen ca. 371 km^2 auf sächsisches Gebiet. Es gliedert sich in die parallel zueinander verlaufenden S-N-gerichteten Teileinzugsgebiete der Wilden und der Roten Weißeritz, die sich in Freital zur Weißeritz, im folgenden als Vereinigte Weißeritz bezeichnet, vereinigen (Abb. 4-1).

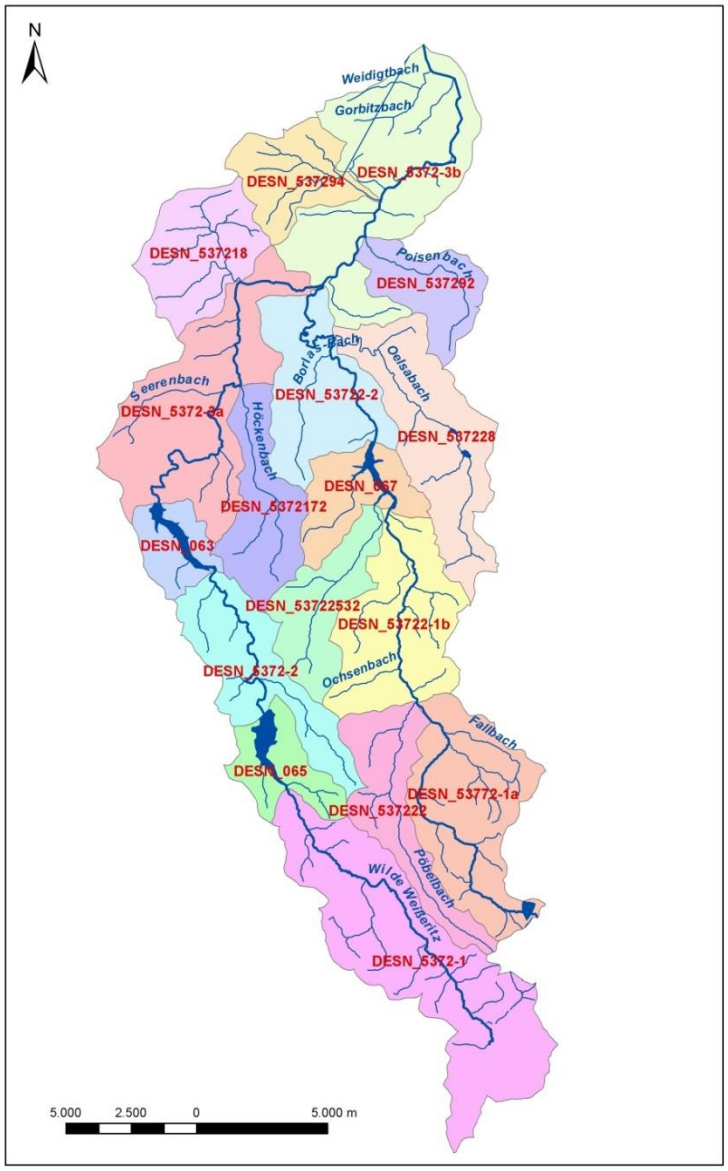


Abb. 4-1: Übersichtskarte des Einzugsgebietes der Weißeritz

Die Quellen der Roten und Weißen Weißeritz liegen im Osterzgebirge in Höhenlagen von 780 bzw. 860 m ü. NN. Bis zum Punkt der Vereinigung auf einer Höhe von 183 m ü. NN überwinden die Flüsse ein mittleres Gefälle von 16,9 bzw. 12,8 $^{o}/_{oo}$ (Weiß 2007).

Die Gliederung wurde in zwei Oberflächenwasserkörpern (OWK) zur besseren Abgrenzung verfeinert (Tab. 4-1). Daraus ergeben sich für die Wilde und die Rote Weißeritz je 7 Oberflächenwasserkörper, die die Grundlage der weiteren Betrachtung bilden.

Tab. 4-1: Übersicht über die Gliederung der Oberflächenwasserkörper (OWK) im Einzugsgebiet der Weißeritz

OWK-ID	Name	Gebiet	Größe [km²]
Wilde Weißeritz		***gesamt***	***162,8***
DESN_5372-1	(Wilde) Weißeritz 1	Quelle - Stauwurzel TS Lehnmühle	49,6
DESN_065	TS Lehnmühle	Stauwurzel - Staumauer	10,9
DESN_5372-2	(Wilde) Weißeritz 2	Staumauer TS Lehnmühle - Stauwurzel TS Klingenberg	20,7
DESN_063	TS Klingenberg	Stauwurzel - Staumauer	8,5
DESN_5372-3a*	(Wilde) Weißeritz 3	Staumauer TS Klingenberg - Mdg. Rote Weißeritz (ohne Höckenbach, Schloitzbach)	37,8
DESN_5372172	Höckenbach		16,7
DESN_537218	Schloitzbach		18,6
Rote Weißeritz		***gesamt***	***154,4***
DESN_53722-1a*	Rote Weißeritz 1	Überlauf Galgenteich – Mdg. Pöbelbach (ohne Pöbelbach)	29,4
DESN_537222	Pöbelbach	Quelle-Mdg. Rote Weißeritz	18,1
DESN_53722-1b*	Rote Weißeritz 1	Mdg. Pöbelbach - Stauwurzel TS Malter (ohne Reichstädter Bach)	27,3
DESN_53722532	Reichstädter Bach	Quelle-Mdg. Rote Weißeritz	15,1
DESN_067	TS Malter	Stauwurzel-Staumauer	12,6
DESN_53722-2	Rote Weißeritz 2	Staumauer TS Malter-Mdg. (Wilde) Weißeritz (ohne Oelsabach)	23,4
DESN_537228	Oelsabach	Quelle-Mdg. Rote Weißeritz	28,5
Vereinigte Weißeritz		***gesamt***	***66,7***
DESN_5372-3b*	(Vereinigte) Weißeritz 3	Vereinigung Wilde und Rote Weißeritz – Mdg. Elbe (ohne Poisenbach, ohne Wiederitz)	40,2
DESN_537292	Poisenbach		12,4
DESN_537294	Wiederitz		14,1

* OWK getrennt in a und b

3.4.2 Meteorologie und Hydrologie

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in den oberen Lagen des Einzugsgebiets unter 6 °C, im Bereich der Talsperren zwischen 7 und 8 °C und in den Stadtgebieten Freital und Dresden bis zu 10 °C. Auch bei den mittleren

Jahresniederschlägen ist eine deutliche Abhängigkeit von der Höhelage zu verzeichnen. Die höchsten Niederschlagssummen fielen im Bereich des Speichers Altenberg mit > 1100 mm/a. Oberhalb der Talsperre Lehnmühle werden noch bis zu 1000 mm/a erreicht, im Bereich der Vereinigung der Wilden und Roten Weißeritz bis zu 800 mm/a, im Mündungsbereich lediglich noch < 700 mm/a.

Die Kartendarstellungen (Abb. 4-2) wurden mit dem sächsischen Programm RaKliDa errechnet (http://141.30.160.222:8082/RaKliDa_WebServlet/).

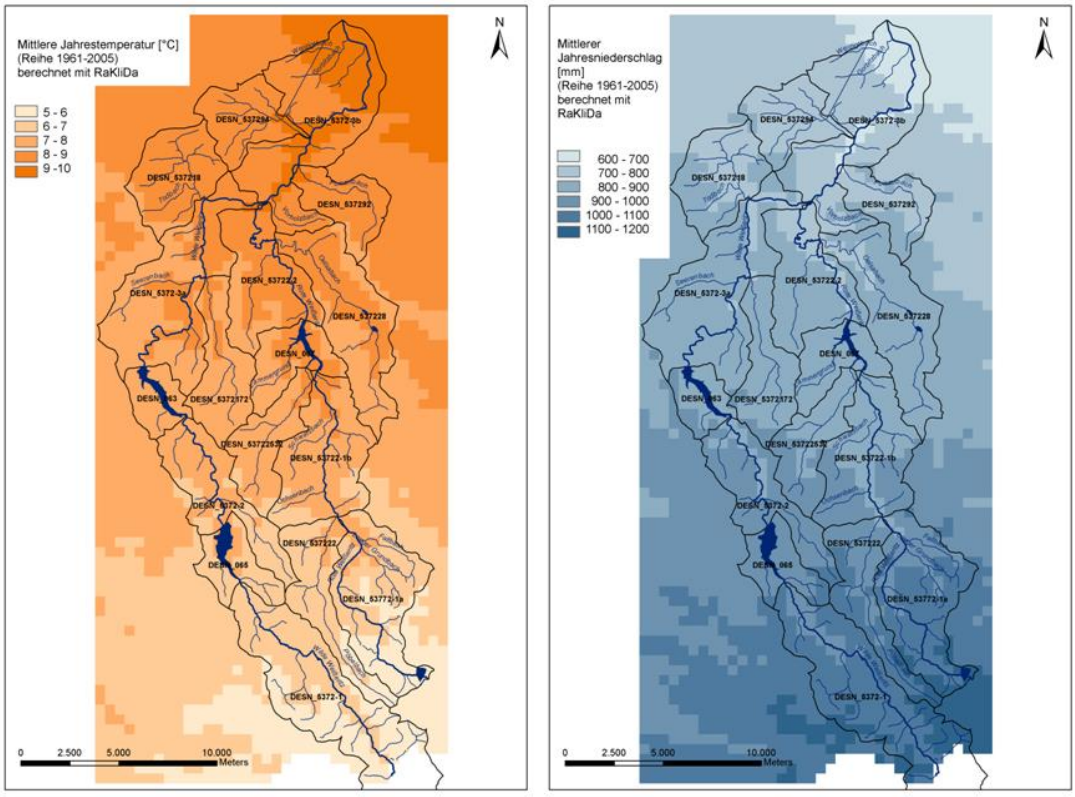


Abb. 4.2: Mittlere Jahrestemperatur und mittlerer Jahresniederschlag im Einzugsgebiet der Weißeritz, berechnet mit RaKliDa (http://141.30.160.222:8082/RaKliDa_WebServlet/)

Im Einzugsgebiet der Weißeritz befinden sich zahlreiche Pegel (Tab. 4-2 und Abb.4-3), von denen einige als Hochwassermeldepegel dienen (LFUG 2006b). Für ausgewählte Pegel wurden die statistischen Kenngrößen aus der Literatur zusammengestellt (Tab. 4-3) (LFUG 2005b).

Tab. 4-2: Übersicht über die Pegel im Einzugsgebiet der Weißeritz (LfUG 2006b)**, Pegel mit Datenfernübertragung mit Hochwassermeldefunktion fett**

Pegel	Gewässer	EZG [km²]	Mdg. [km]	RW	HW
Hainsberg 6	Vereinigte Weißeritz	13,2	13,2	5404490	5658420
Cotta	Vereinigte Weißeritz	374	1,2	5408450	5658420
Rehefeld 2	Wilde Weißeritz	15,3	46,2	5408443	5622165
Ammelsdorf	Wilde Weißeritz	49,3	33,3	5402070	5630650
Lehnmühle	Wilde Weißeritz	60,4	29,1	5400870	5634260
Beerwalde	Wilde Weißeritz	80,6	21,9	5399350	5639190
Klingenberg UP	Wilde Weißeritz	89,5	17,1	5397300*	5642500*
Hainsberg 3	Wilde Weißeritz	162	0,9	5402920	5650280
Schmiedeberg 1	Rote Weißeritz	47,8	22,4	5406830	5634380
Dippoldiswalde 1	Rote Weißeritz	72,9	15,2	5406140	5640750
Malter UP	Rote Weißeritz	105	10,7	5405600*	5644420*
Hainsberg 5	Rote Weißeritz	153	0,1	5403875	5650350
Reichstädt	Reichstädter Bach	13,2	3,0	5404825	5639975
Bärenfels	Pöbelbach	6,21	5,5	5405940	5629550
Freital 1	Poisenbach	12,4	0,3	5405620	5652000
Potschappel	Wiederitz	13,6	1,2	5405300	5654140
Gorbitz 1	Gorbitzbach	3,40	0,8	5407600	5657170
Gorbitz 2	Weidigtbach	8,10	1,0	5407960	5657890

* Koordinaten aus TK25 ergänzt

Es zeigt sich, dass die Abflüsse aus dem Teileinzugsgebiet der Roten Weißeritz (MQ 1,72 m^3/s) höher als die aus der Wilden Weißeritz (MQ 1,18 m^3/s) sind, obwohl das Einzugsgebiet der Roten Weißeritz geringfügig kleiner als das der Wilden Weißeritz ist und die Niederschlagsummen im Mittel etwa gleich sind.

Tab. 4-3: Statistische Kenngrößen des Durchflusses ausgewählter Pegel im Einzugsgebiet der Weißeritz (LfUG 2005b), Angaben in m^3/s

Pegel	Reihe	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
Rehefeld 2/ Wilde Weißeritz	1961-2005	0	0,061	0,390	6,83	65,0
Ammelsdorf/ Wilde Weißeritz	1931-2005	0	0,106	0,963	13,2	120
Hainsberg 3/ Wilde Weißeritz	1928-2005	0	0,231	1,18	15,0	217
Schmiedeberg 1/ Rote Weißeritz	1983-2005	0,010	0,078	0,794	15,3	140
Dippoldiswalde 1/ Rote Weißeritz	1915-2005	0	0,062	0,898	18,1	190
Hainsberg 5/ Rote Weißeritz	1928-2005	0	0,267	1,72	15,1	54,6
Reichstädt/ Reichstädter Bach	1982-2005	0	0,009	0,139	2,48	20
Bärenfels/ Pöbelbach	1966-2005	0	0,007	0,142	2,41	20

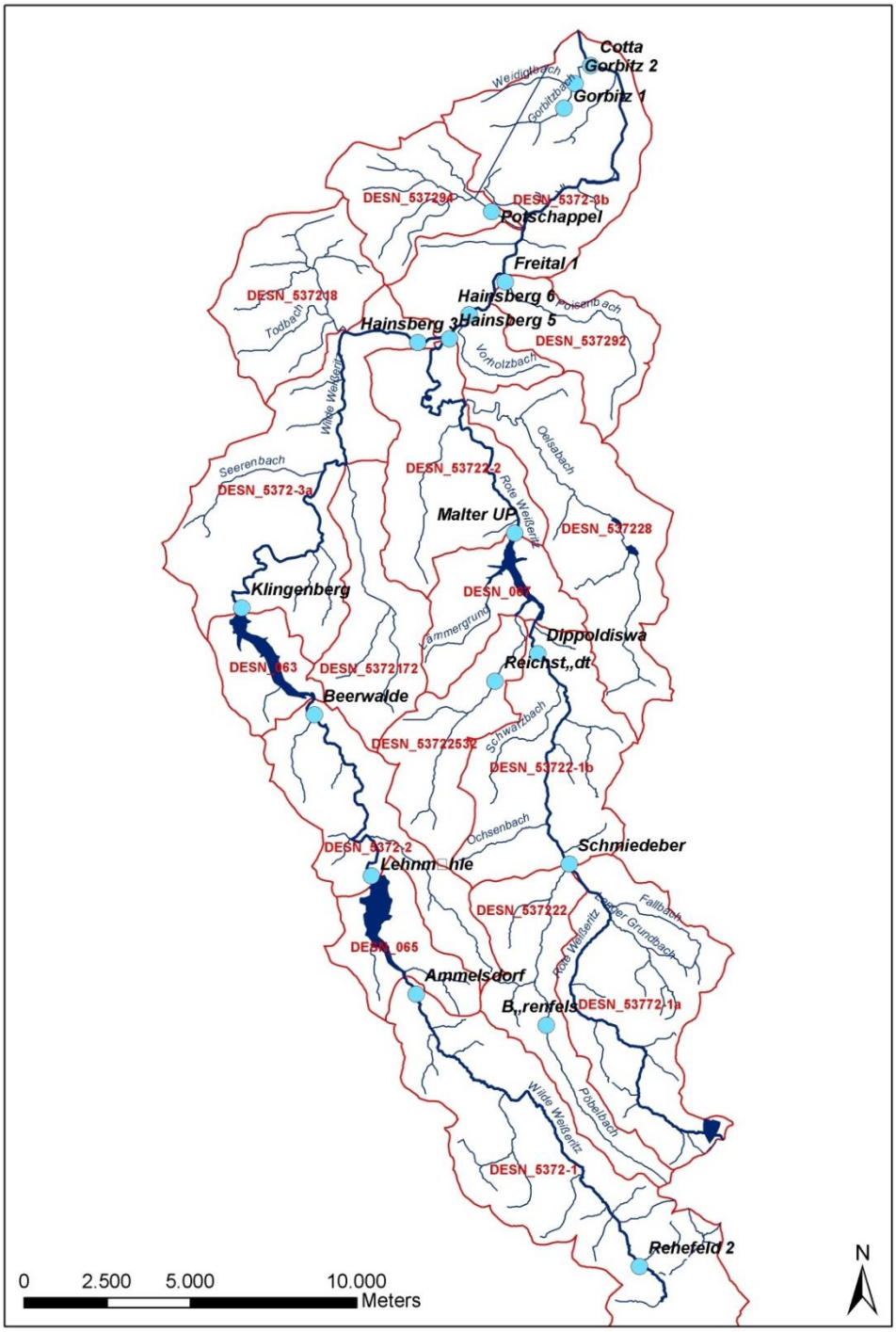


Abb. 4-3: Übersicht über die Pegel im Einzugsgebiet der Weißeritz (LFUG 2006b)

Im Untersuchungsgebiet befinden sich eine Brauch- und zwei Trinkwassertalsperren (Tab. 4-4).

Tab. 4-4: Eckdaten der drei Talsperren im Einzugsgebiet der Weißeritz (LTV 2009)

	TS Lehnmühle	TS Klingenberg	TS Malter
Bauzeit	1927 – 1931	1908 – 1914	1908 – 1913
Gestautes Gewässer	Wilde Weißeritz	Wilde Weißeritz	Rote Weißeritz
Gesamteinzugsgebiet	60,40 km³	89,4 km²	104,6 km²
Stauraum	23,73 Mio. m³	16,38 Mio m³	8,78 Mio m³
Rohwasserabgabe zur Trinkwasseraufbereitung	900 l/s zur TS Klingenberg	1000 l/s	-
Garantierte Wildbettabgabe	30 l/s	50 l/s	40 l/s
Vorsperren (VS) Vorbecken (VB)	-	VS Klingenberg, VB Hennersdorf, VB Röthenbach	VS Malter

Die **Talsperre Lehnmühle** liefert im Verbund mit der Talsperre Klingenberg Rohwasser zur Trinkwasserversorgung der Städte Dresden und Freital. Außerdem wird sie für den Hochwasserschutz und die Gewinnung von Elektroenergie genutzt. Sie hat eine wichtige Funktion als Speicher und Vorsperre für die Talsperre Klingenberg. Sie besitzt selbst keine Vorsperre (LTV 2009).

Die **Talsperre Klingenberg** dient der Rohwasserbereitstellung für die Trinkwasserversorgung, zum Hochwasserschutz und der Elektroenergiegewinnung. Zur Talsperre gehören eine Vorsperre im Zulauf der Wilden Weißeritz sowie die Vorbecken Hennersdorf und Röthenbach. Die Bewirtschaftung der Talsperre Klingenberg erfolgt im engen Verbund mit der etwa 9 km oberhalb gelegenen Talsperre Lehnmühle. Ein geringer Teil des Einzugsgebietes dieses Talsperrensystems erstreckt sich auf das Gebiet der Tschechischen Republik. Derzeit wird die Talsperre umfassend instand gesetzt. Die Instandsetzung der Hauptsperre ist nur bei vollkommen entleertem Beckenraum möglich. Weil das Rohwassser für die Versorgung des Großraumes Dresden zu 60 Prozent und für den Raum Freital vollständig aus der Talsperre Klingenberg geliefert wird, muss zunächst eine Ersatzwasserversorgung für die Stadt Dresden und den Raum Freital aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Das Rohwasser für den Raum Dresden wird während der Bauzeit aus der neuen Vorsperre entnommen und durch einen neuen 3,3 Kilometer langen Stollen um die entleerte Talsperre herum zum Überleitungsstollen des Wasserwerkes Coschütz geleitet. Das Wasserwerk Klingenberg, das den Raum Freital versorgt, wird über die Talsperre Lichtenberg und die Revierwasseranstalt mit Wasser aus der Talsperre Rauschenbach beliefert. Dazu wurde das Rohwasser-Überleitungssystem bis zur Vorsperre der Talsperre Klingenberg verlängert (LTV 2009).

Die **Talsperre Malter** dient dem Hochwasserschutz, der Brauchwasserbereitstellung, der Elektroenergieerzeugung und der Erholung (LTV 2009).

3.4.3 Geologie und Böden

Die Teileinzugsgebiete der Roten und der Wilden Weißeritz befinden sich im Bereich des Grundgebirgsstockwerks und werden von Gneisen dominiert. In den Oberläufen sind verschiedene saure Gesteine (Granite, Vulkanite) anzutreffen. Im Teileinzugsgebiet der Vereinigten Weißeritz vollzieht sich der Übergang zum Molassestockwerk (Konglomerate, Sandsteine) bis zum Deckgebirge (Abb. 4-2, Tab. 4-5).

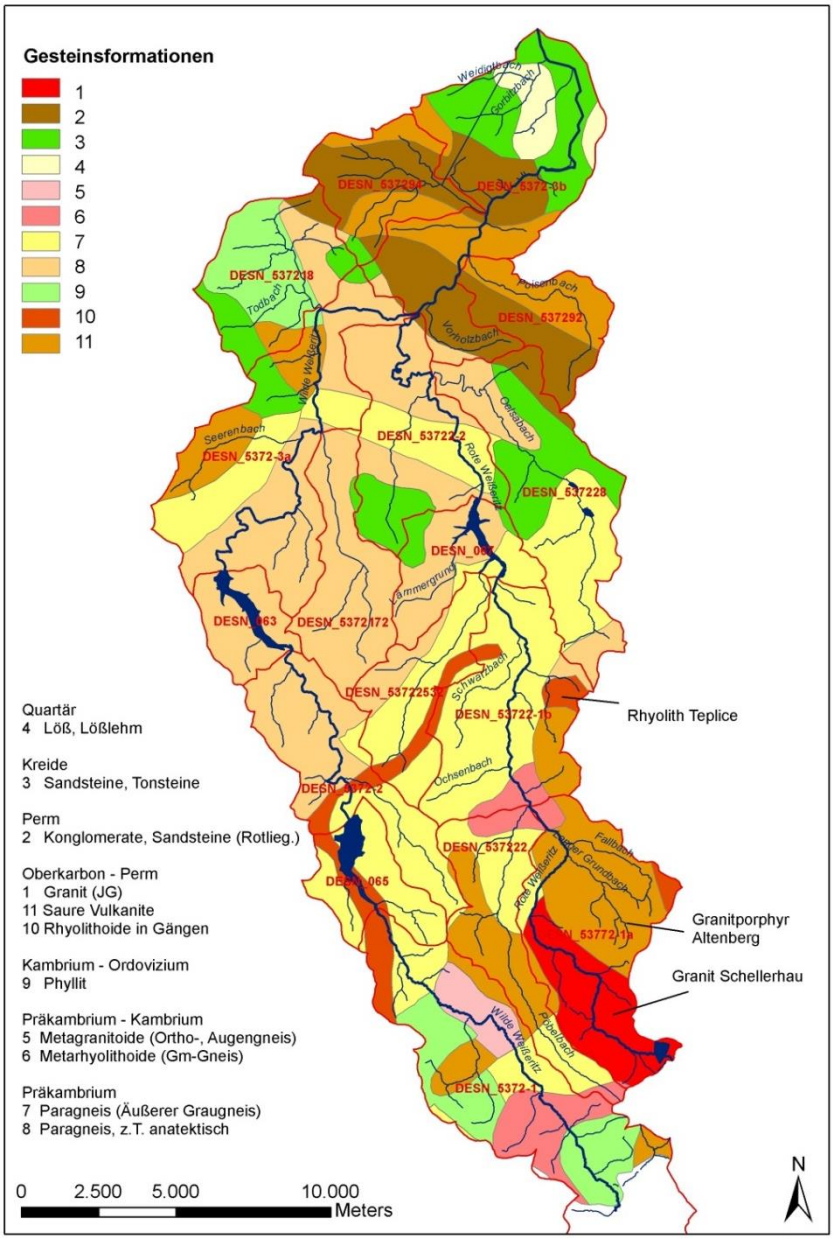


Abb. 4-4.: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes der Weißeritz (auf Basis der GÜK400 des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

Tab. 4-5: Übersicht über die Verbreitung der Gesteinsformationen im Einzugsgebiet des Weißeritz (auf Basis der GÜK400 des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

Geologische Einheit	Anteil [%]
Löss, Lösslehm	1,4
Sandsteine, Tonsteine (Kreide)	9,3
Konglomerate, Sandsteine (Rotliegendes)	8,8
Granit, Jüngerer Intrusivkomplex	3,2
Phyllit	5,9
Saure Vulkanite	15,3
Metarhyolithoide (Gm-Gneise)	3,0
Metagranitoide (Orthogneise, Augengneise)	1,1
Rhyolithoide in Gängen	2,9
Paragneis (Äußerer Graugneis)	24,6
Paragneis, z.T. anatexitisch	24,5

Aus den Substraten der verschiedenen magmatischen und metamorphen Gesteinen resultieren für das Gebiet der Weißeritz die in Tab. 4-6 und Abb. 4-3 dargestellten Leitbodengesellschaften.

Tab. 4-6: Leitbodengesellschaften im Einzugsgebiet der Weißeritz (auf Basis der BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus RANK ET AL. 1999)

Leitbodengesellschaft	Anteil [%]
Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem metamorphem oder magmatischem Festgestein	58,9
Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenarmem metamorphem Festgestein	4,2
Braunerde-Podsol aus Hanglehm über basenarmem metamorphem oder magmatischem Festgestein	12,4
Podsol und Braunerde-Podsol aus Hangsand über Sandstein	3,7
Pseudogley aus lößbeeinflusstem Hanglehm über basenarmen tonig-schluffigen Rotliegendsedimenten	10,2
Parabraunerde aus Löß, örtlich über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein	6,2
Pseudogley aus Löß über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein	3,6

Vega, Gley und Auengley aus Fluviton, -lehm, -schluff oder -sand über Fluvigeröll	0,8

In den oberen Lagen des Weißeritz-Einzugsgebietes überwiegt die forstwirtschaftliche Nutzung. Die Rote und die Wilde Weißeritz sind nahezu zur Hälfte von Waldbestand geprägt. Hier treten Siedlungsbereiche zurück. Mit der Vereinigung der beiden Teilströme zur Vereinigten Weißeritz wird das Stadtgebiet von Freital erreicht. Im Einzugsgebiet der Vereinigten Weißeritz dominieren Siedlungsflächen (WEIß 2007) (Tab. 4-7).

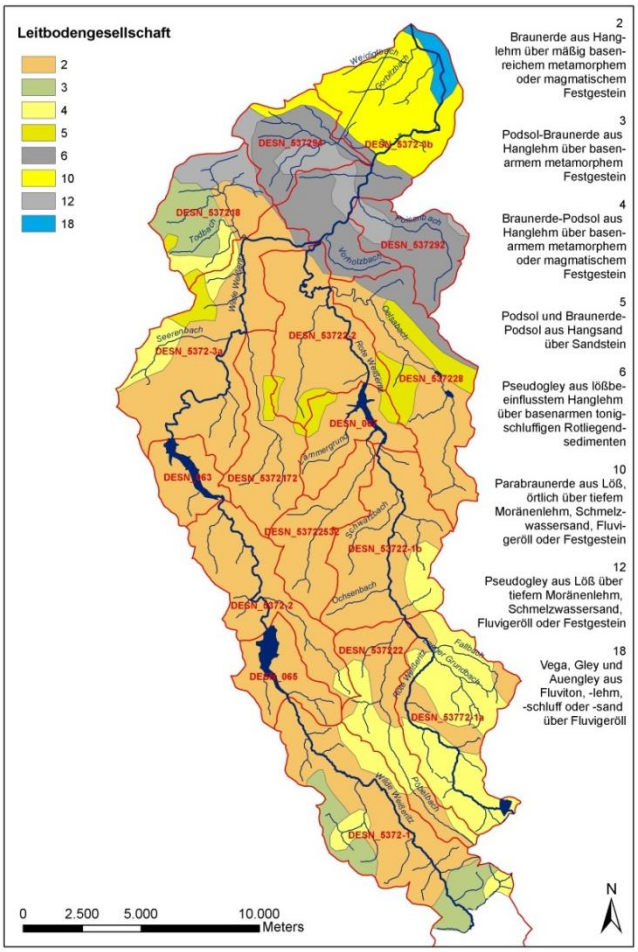


Abb. 4-5: Leitbodengesellschaften im Einzugsgebiet der Weißeritz (auf Basis der BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus KARDEL ET AL. 1996)

Tab. 4-7: Gliederung der Bodennutzung (WEIß 2007)

Name	Wald	Grünland	Acker	Siedlung	Sonstiges
Wilde Weißeritz	**44**	22	23	6	3
Rote Weißeritz	**45**	13	28	11	5
Pöbelbach	**76**	16	5	3	<1
Reichstädter Bach	10	18	**63**	9	<1
Vereinigte Weißeritz	24	27		**49**	

3.4.4 Mineralisationen und Lagerstätten

Die Mineralisationen und Lagerstätten im Einzugsgebiet der Weißeritz sind dem Bergbaufeld Dippoldiswalde im Bergbaubezirk Osterzgebirge zuzuordnen (HÖSEL ET AL. 1997). Einen Überblick geben die Tab. 4-8 und 4-9, in denen gleichzeitig die Beeinflussung der Vorfluter vermerkt ist.

Im Einzugsgebiet der Wilden Weißeritz ist das Bergbaurevier Edle Krone–Klingenberg als bedeutendes Erzrevier hervorzuheben, im Einzugsgebiet der Roten Weißeritz die Bergbaureviere Dippoldiswalde und Schmiedeberg–Niederpöbel–Sadisdorf. Die Mineralisationen der Quarz-Sulfid-Assoziation mit den Erzelementen Ag, Pb und Cu sind neben Quarz-Kassiterit-Assoziationen mit Sn und W am häufigsten in den Einzugsgebieten der Wilden und Roten Weißeritz anzutreffen. In der Vereinigten Weißeritz tritt das Element U aus der schichtgebundenen Pechblende-Assoziation hinzu (Abb. 4-6).

Tab. 4-8: Wichtige Grubenbaue und ihre Mineralisationen im Einzugsgebiet der Wilden und Vereinigten Weißeritz (HÖSEL ET AL. 1997)

Bergbaurevier	Gruben	Rohstoff	Mineralisation gemäß Karte	Vorfluter
(Freital)	Arthur-Teuchert-Schacht** Unterer Revier-Schacht** Schacht Heideschanze** Schacht 1 und 2 Gittersee** Marienschacht**	U	Schichtgebundene Pechblende-Assoziation (U)	(Poisenbach) → VW
Edle Krone	Segen Gottes, Silberne Tanne, Neu Bergmännisch Glück, Unverhofft Glück, Edle Krone*, Keils Grubenfeld (Tharandt)	Ag, Pb	Quarz-Sulfid-Assoziation (Ag, Pb)	WW Seerenbach→ WW Höckenbach → WW
Klingenberg	Gottes Segen Fdgr., Beistand Gottes Est*, Neujahrswechsel, Freunden Glück St., Aurora St., Gottes Neue Hilfe, St. Michaelis, Vertrau auf Gott Fdgr., Weinholds Glück	Ag, Pb	Baryt-Fluorit-Assoziation, teils sulfidisch (ba, fl, Pb	WW Seerenbach→ WW
Beerwalde	Sonnenglanz St., Reicher Segen	Cu	Quarz-Sulfid-	WW

	Gottes Est.		Assoziation (Cu, Sn)	
Pretzschendorf	Erzengel Est.	Cu	Quarz-Sulfid-Assoziation (Cu, Sn, ba)	Lattenbach → WW
Schönfeld	Treuer Bergmann Tiefer St., Segen des Herrn Est., Silberberg Est.	Ag	Quarz-Sulfid-Ass. (Ag, fl)	WW
Einzelgruben	Röthenbach	Cu	Quarz-Sulfid-Assoziation (Cu)	WW

( ) peripher gelegene Bergbaureviere, * Gruben mit größerer Bedeutung innerhalb des Reviers,
** es sind nur Gruben mit größerer Bedeutung innerhalb des Reviers erwähnt

Tab. 4-9: Wichtige Grubenbaue und ihre Mineralisationen im Einzugsgebiet der Roten Weißeritz (HÖSEL ET AL. 1997)

Bergbaurevier	**Gruben**	**Rohstoff**	**Mineralisation gemäß Karte**	**Vorfluter**
Reichstädt	Segen Gottes, Schmiedebergs Hoffnung Est.*, Hohe Tanne Est., Morgenstern Estl, Suchreviere Reichstädt u. Obercarsdorf	Ag	Fluorit-Quarz-Ass. (q), Hämatit-Baryt-Ass. (ba, fl), Quarz-Sulfid-Ass. (fl, ba, Au)	Lämmergrundbach → RW Reichstädter Bach → RW
Dippoldiswalde	Gnade Gottes*, Paradies, Alt Gottes Gabe*, Jesus Sirach St., Güldene Fuchs Fdgr., Heilige Drei Könige Est.*, Osterlamm Fdgr., Beständig Glück St., Gesegnete Bergmannshoffnung, Suchrevier Elend	Ag (Cu)	Quarz-Sulfid-Ass. (Ag, Cu, ba)	RW
Schmiedeberg-Niederpöbel und Sadisdorf	Kupfergrube Sadisdorf (Schacht 1 und Pinge)*, Gottes Gabe Fdgr., Tiefer Pöbler Hauptst., Beschert Glück Est., Gregorius Est., Windleite Est., Eichhorn Est., Glück und Segen Est., Unverhofft Glück, Mittlerer Löwe, Schacht 196 (Perlschacht)*, Silber Hoffnung Est., Zinnfang St. u. Neue Hoffnung Fdgr., Kieszug, Erzengel Fdgr., Eule Fundgrube*, Hoffnung zu Gott Fdgr. St. Michaelis Fdgr., Himmelsfürst St., Suchreviere Hennersdorf u. Kipsdorf	Ag Cu Sn (W, Mo, Bi)	Quarz-Sulfid-Ass. (Ag, Pb, Cu, ba), Kassiterit-Quarz-Ass. (Sn, W, tu)	Pöbelbach → RW Saubach → Pöbelbach → RW
Schenkenshöhe	Erkundungsrevier (Bohrfeld)	Sn (W)	Kassiterit-Quarz-Ass. (Sn, W, tu)	Fallbach → RW
(Kahleberg)	Paradies-Fdgr.*, Joel Fdgr.	Sn	Kassiterit-Quarz-Ass. (Sn)	Neugraben → Galgenteich → RW
Schellerhau	Fischer Stl., Glaskopf Fdgr.,	Sn	Kassiterit-Quarz-Ass.	RW

	Vergnügter Bergmann Est.*, Blühende Hoffnung Est., Johannes Est., Hilfe Gottes Fdgr., Magdalene Est., Treue Freundschaft, Wilhelmine St., Neuer Segen Gottes St., Hilfe Gottes Est., Eisenzeche Segen Gottes*, Glücksbescherung Fdgr., Gelobt Land Est.	(Sn)	Pöbelbach RW	→

( ) peripher gelegene Bergbaureviere, * Gruben mit größerer Bedeutung innerhalb des Reviers,
** es sind nur Gruben mit größerer Bedeutung innerhalb des Reviers erwähnt

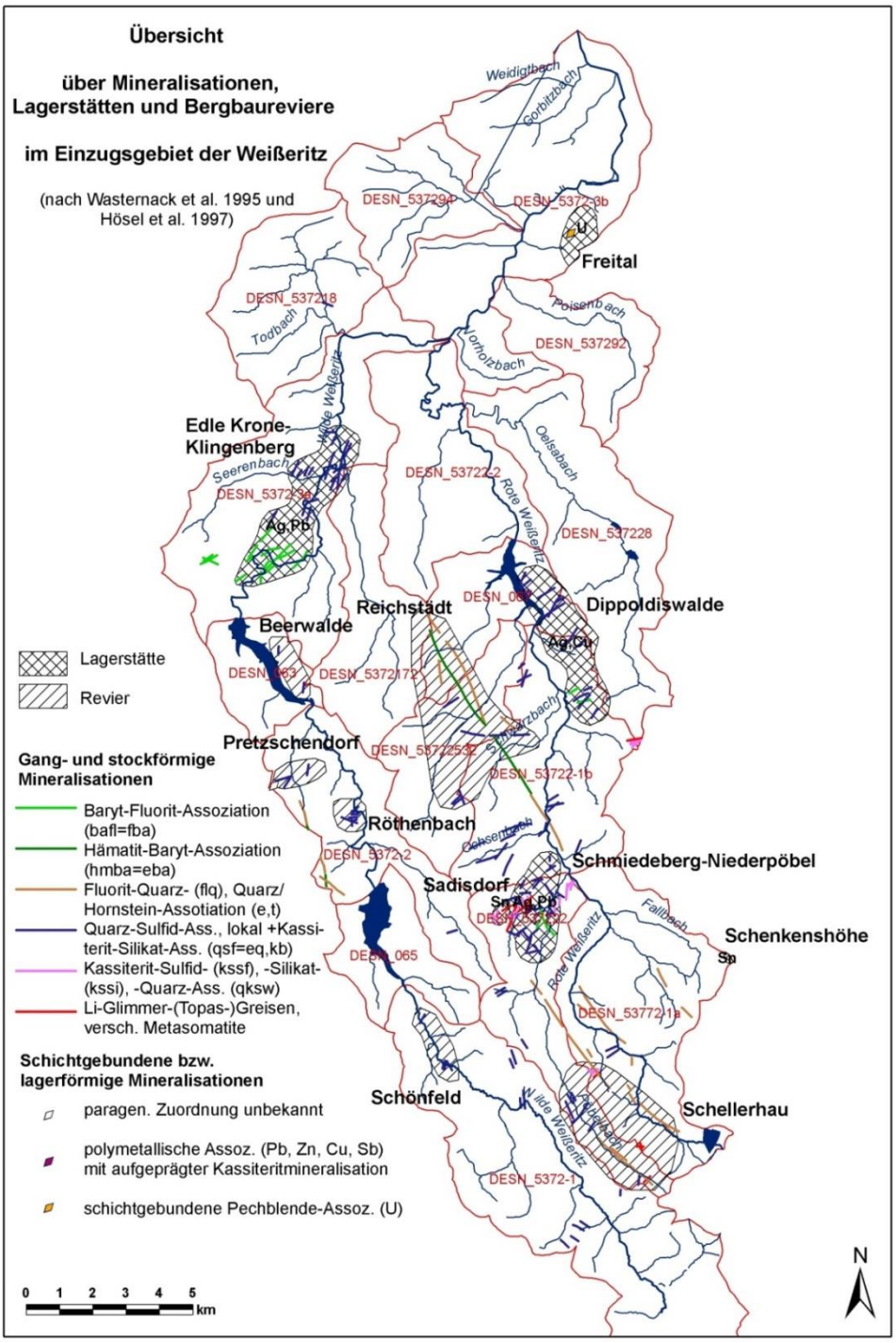


Abb. 4-6: Mineralisation und Lagerstätten im Einzugsgebiet der Weißeritz (WASTERNACK ET AL. 1995, ergänzt nach HÖSEL ET AL. 1997)

Im Einzugsgebiet zeugen zahlreiche Bergbaustollen und –halden von bergmännischen Aktivitäten zur Erzgewinnung. Aus der Altbergbaustudie (GREIF & KLEMM 2007) wurden die Stollen des Weißeritz-Gebietes extrahiert und in Anlage 1 zusammengestellt. Abb. 4-7 zeigt die Stollen mit Koordinatenangaben. Die beiden bedeutendsten Grubenentwässerungen sind der Tiefe Kupfergrübner Stolln im Revier Sadisdorf-Schmiedeberg und der Tiefe Weißeritz Stolln im Freitaler Revier.

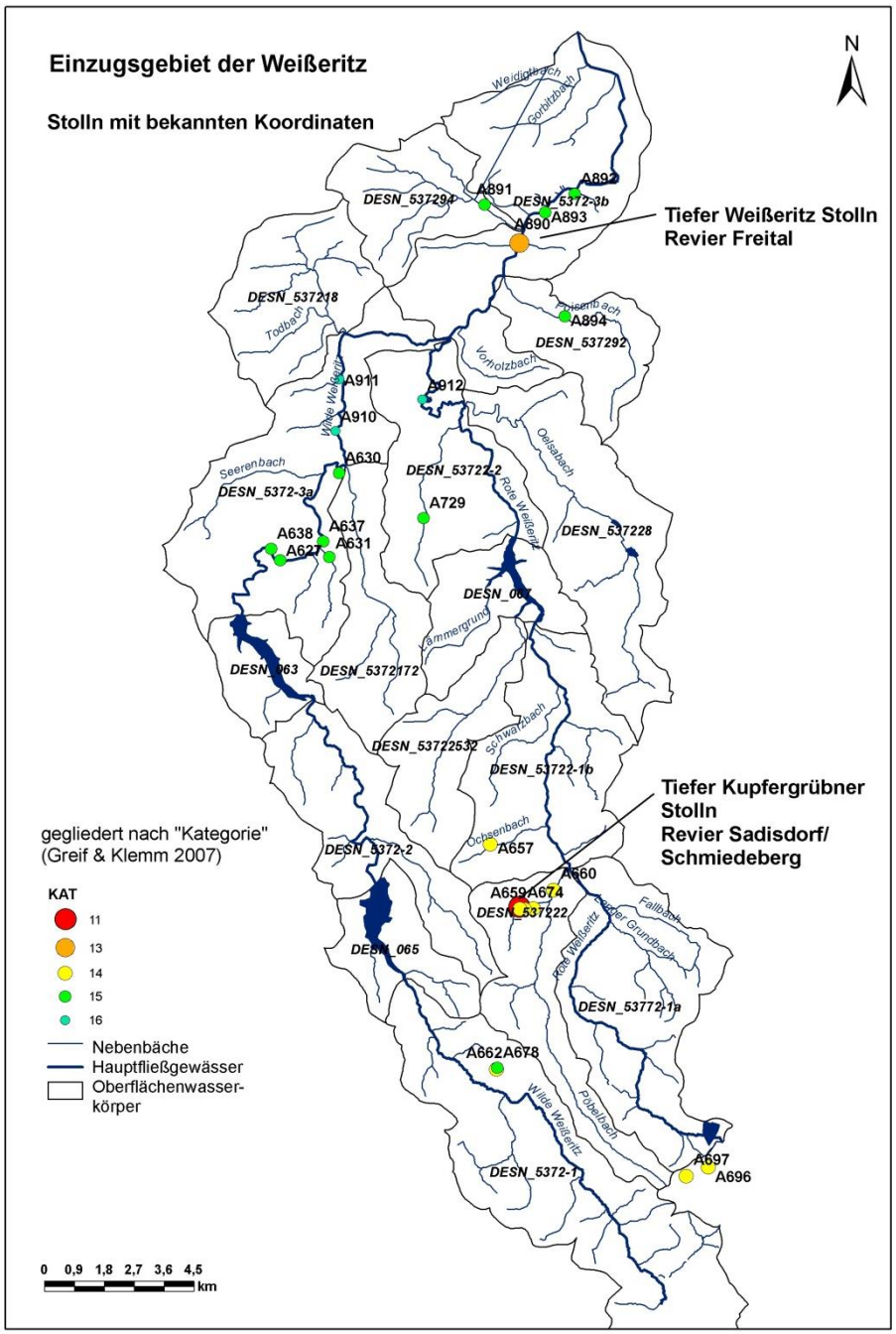


Abb. 4.7: Übersicht über georeferenzierte Stollen im Einzugsgebiet der Weißeritz (ergänzt nach GREIF & KLEMM 2007)

Die Bezeichnung der Bergbaureviere nach HÖSEL ET AL. (1997) entspricht der Bezeichnung der Gangbezirke/Lagerstättendistrikte nach BAUMANN ET AL. (2000). Im Folgenden sind einige historische Ausführungen zum Bergbau im Einzugsgebiet der Weißeritz zusammengefasst.

Gangbezirke von Tharandt-Höckendorf und Röthenbach

Vermutlich um 1320 wurden die ersten Gruben im Tal der Wilden Weißeritz oberhalb von Tharandt betrieben, von denen viele im Jahre 1457 durch einen Wolkenbruch mit verheerenden Überschwemmungen zerstört wurden. Erst 1577 waren einige Gruben (z.B. „Edle Krone“) wieder in Betrieb. Die Gänge mit kb-eb-Formation waren meist als „eq-Typ“ entwickelt. Im Grubenfeld „Unverhofft Glück“ am linken Weißeritz-Ufer fand im 19. Jh. bis 1896 Bergbau statt. Kleinere Erzgruben befanden sich auch bei Höckendorf („St. Michaelis“ 1596-1897), Dorfhain („Gottes Neue Hilfe“ 1789) und bei Klingenberg („Beistand Gottes“, Freuden Glück“). Unter dem Gangbezirk von Röthenbach werden kleinere Erzgruben bei Pretzschendorf und Friedersdorf zusammengefasst, in denen seit dem 16. Jh. Kupfer- und Schwefelkiesabbau betrieben wurde (z.B. „Erzengel“, „Himmlisch Heer“, „Clemens“) (BAUMANN ET AL. 2000).



Abb. 4-8: Bergbauzeugen an der Wilden Weißeritz bei Dorfhain (links oben: Aurora Stolln, rechts oben: geringer Grubenwasseraustritt uh. Aurora Stolln, links unten: Neuer Silbersegen Erbstolln 1818-? / 1851-1870 Ag-Erze, 35 m lang, rechts unten: Reicher Silbersegen 1842-1896, Ag-Erze, 180 m) (Fotos: A. Greif 04/2008)

Ingesamt zeigen die Gruben bei Klingenberg und Dorfhain die typische Entwicklung des erzgebirgischen Bergbaus außerhalb der großen Reviere. Bis einschließlich des 16. Jahrhunderts ergab der Abbau oberflächennaher reicher Erze der Oxidationszone hohe Ausbeuten, während die tieferen Bereiche der Erzgänge nur wenig (oder gar kein) armes Erz enthielten (WAGENBRETH ET AL. 1990).

Gangbezirk von Dippoldiswalde

Nach den jüngsten Entdeckungen bisher unbekannter alter Bergbauschächte in Dippoldiswalde (http://www.sz-online.de/nachrichten/artikel.asp?id=2293390) geht man davon aus, dass der Silberbergbau in Dippoldiswalde im späten 12. Jahrhundert begann. Um 1358/70 kam es zu ergiebigem Bergbau am Schüllerberg („Heilige Drei Könige“) sowie zum Neubau der Stadt und des Schlosses. Um 1505 erfolgte ein erneuter Aufschwung, im 16. Jh. rege Schürftätigkeit am Sonnenberg („Reich Gottes“, „Alte Gottes Gabe“: Cu-Typ der kb-Formation). Nach dem 30jährigen Krieg wurden erst 1685 einige Gruben wieder in Gang gebracht („Reich Gottes, „Heilige Drei Könige“, „Osterlamm“). Eine geplante Stollenauffahrung vom Tal der Roten Weißeritz gelangte nicht mehr zur Ausführung. Anfang des 19. Jh. erfolgte die endgültige Stilllegung. Ähnlich wie im benachbarten Gangbezirk von Röthenbach war auf den Gängen die Zn-Sn-Cu-Folge sehr verbreitet gewesen, so dass die meisten Gruben neben Silber auch Kupfer ausbrachten (BAUMANN ET AL. 2000).

Lagerstättendistrikt von Schmiedeberg-Sadisdorf

Der Beginn des Bergbaus in diesem Distrikt ist erst ab 1473 urkundlich belegt. Die älteste Fundgrube war die Silberzeche „Heiliges Kreuz“ bei Sadisdorf. Bei Niederpöbel fand Bergbau u.a. auf den Fundgruben „Niederer Löwe“, „Neuer Segen Gottes“, „Eule“, „Silberhoffnung“ statt. Um 1505 war die „Kupfergrube Sadisdorf“ das wichtigste Bergwerk im Gebiet (Cu, Ag, Sn). Im 16. Jh. kam es zu Einbrüchen der Weitungsbaue („Sadisdorfer Pinge“). Um 1700 erfolgte erneut die Gewinnung reicher Kupfererze, was im Saubachtal auch die Auffahrung des Tiefen Kupfergrübner Stollns ab 1729 bedeutete. Am östlichen Hang des Saubachtales wurde im 16./17. Jh. reger Bergbau auf Zinnerzgängen betrieben. Die Abgänge der Zinnerzwäschen färbten den Pöbelbach intensiv rot (Fe-Oxide) und gaben der Roten Weißeritz ihren Namen. Um 1830 wurde der Sadisdorfer Bergbau neu aktiviert (Aufwältigung des Tiefen Kupfergrübner Stollns bis unter die Pinge). Mehrere Gruben schlossen sich 1854 zum „Pöhler Bergbauverein“ zusammen. Es wurde der Perlschacht abgeteuft. 1889 kam es zur Einstellung des Bergbaus von Sadisdorf und Niederpöbel. 1936 begannen erneute Untersuchungen bis in 200 m Teufe (1947-54 Erzförderung). Im Perlschachtrevier brachte die SDAG Wismut von 1949 bis 1953 30,3 t U-Metall aus (BAUMANN ET AL. 2000).

Die Sn-Cu-Lagerstätte Sadisdorf ist gemeinsam mit den Sn-W-, Sulfid- und Karbonat-Uran-Fluorit-Gängen von Niederpöbel („Perlschacht“) und von Schmiedeberg („Hoher Hau“) dem NW-Teil des älteren Schellerhauer Granits vorgelagert. Lagerstättenstrukturell sind in Sadisdorf sowohl der Greisentyp als auch der Gangtyp entwickelt. Erwähnenswert sind „Schlotbreccien“, die Übergänge zu Erzimprägnationstypen zeigen (Cu, Mo, As). Diese Mineralisationen weisen Sulfidbetonung auf. Die Gangmineralisationen von Sadisdorf sind vorwiegend Übergangstypen zwischen der Sn-W- und der Quarz-Polymetall-Assoziation. Im NE der Cu-Grube Sadisdorf sind v.a. Gänge der „kb-eb-Formation“ (Pb-Ag) anzutreffen, die von jüngeren Erzgängen (Quarz-Hämatit- bis BiCoNi-Assoziation) durchsetzt werden. Die Vererzung der Greisen umfasst Kassiterit, untergeordnet Wolframit, Pyrit, Chalkopyrit, ged. Wismut (BAUMANN ET AL. 2000).



Abb. 4-9: Bergbauzeugen an der Roten Weißeritz: links: Stollnkaue des Tiefen Kupfergrübner Stollns, rechts: Huthaus der Paradis Fundgrube am Kahleberg (Fotos: A. Greif 11/2006)

Randgebiete von Altenberg und Schmiedeberg

Innerhalb des Schellerhauer Granitmassivs (ca. 16 km^2) wurden 17 Greisenvorkommen nachgewiesen. Bei den F-spezialisierten Metasomatoseprodukten treten drei Mineralisationstypen in Erscheinung (Sn-W-Fe-, Bi-Fe- und As-W-Typ). Nennenswerter Bergbau fand auf 7 Greisenvorkommen („Gelobt Land Erbstolln", „Kempenzeche", „Vergnügter Bergmann Erbstolln", „Fortuna", „Joel", „Paradies Fdgr.") statt (BAUMANN ET AL. 2000).

Freitaler Revier

Die Gruben des Freitaler Reviers sind v.a. für das Einzugsgebiet der Vereinigten Weißeritz von Bedeutung. Die Geschichte Freitals ist eng verbunden mit der Geschichte des Steinkohlebergbaus im Döhlener Becken. Im Jahr 1571 wurde erstmals in Burgk und 1574 in Potschappel Kohle abgebaut. Als die Vorräte zu Neige gingen, gerieten die Schächte in Vergessenheit. Im Jahr 1743 wurde ein so genanntes Steinkohlenmandat erlassen, das dem Grundbesitzer alle Rechte an der auf seinem Grundstück zu schürfenden Kohle gab. Bis Mitte des 18. Jahrhunderts gründeten sich ungefähr 30 Kleinbetriebe. Das Königreich Sachsen kaufte bis 1822 alle Betriebe links der Weißeritz auf: 1799 den Leopold-Erbstolln, 1806 die Rittergüter Zauckerode und Döhlen samt den Privilegien an den Potschappler Kohlefeldern. Aus den vielen kleinen Unternehmen wurde das „Königlich Sächsische Steinkohlenwerk Zauckerode" (Julius Wilhelm von Oppel). Auf der rechten Weißeritzseite begann die Konzentration der Betriebe erst 1819, als Carl Friedrich August Krebß die „Freiherrlich von Burgker Steinkohlen- und Eisenhüttenwerke" gründete. Um die technisch bedingten großen Wassermengen aus den Gruben abzuführen, wurden u.a. der Tiefe Weißeritzstolln (1800–1838) und der Tiefe Elbstolln (1817–1836) angelegt (http://www.wikipedia.de).
Die Urangehalte mancher Flözbänke bedingten zwischen 1947-1954 und 1963-1989 große Erkundungs- und Gewinnungsumfänge im Interesse der SAG/ SDAG Wismut (REICHEL & SCHAUER 2007).



Abb. 4-10: Bergbauzeugen an der Vereinigten Weißeritz in Freital: links: Mundloch des Tiefen Weißeritz Stollns, mittig: Röschenmundloch des Segen Gottes Schachts, rechts: Mundloch des Claus Stollns (Fotos: http://monte.hrz.tu-freiberg.de/monte/)

3.5 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände zur geochemischen Charakterisierung

3.5.1 Spurenelemente in petrogeochemischen Einheiten

Die Gesteine als Bausteine der Erdkruste unterliegen an der Erdoberfläche den Prozessen der Verwitterung und bilden die Ausgangssubstanzen für die Bodenbildung und die Gewässersedimente. Im Einzugsgebiet der Weißeritz sind Gneise und saure Magmatite/Vulkanite weit verbreitet (vgl. Kap. 4.3).

Als Grundlage für die Ermittlung der theoretischen Elementgehalte wurden die prozentualen Anteile und Flächengrößen der unterschiedlichen petrographischen Einheiten der jeweiligen OWK im GIS durch Verschneidungsoperationen bestimmt. Grundlage der Berechnungen bildeten die Geologische Übersichtskarte GÜK 400 des Freistaates Sachsen und die mittleren Elementgehalte in den petrogeochemischen Einheiten (KARDEL ET AL. 1996) und ihre Aktualisierung (PÄLCHEN 2009) (Tab. 5-1).

Tab. 5-1: Mittlere Elementgehalte (P50) in den petrogeochemischen Einheiten, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, Angaben in mg/kg

OWK	As	B	Ba	Be	Cd*#	Co	Cr	Cu	Hg+
Wilde Weißeritz									
DESN_5372-1	11	29	600	2,8	0,17	8,2	37	19	0,04
DESN_065	10	10	680	2,7	0,18	7,1	46	24	0,02
DESN_5372-2	14	10	670	2,3	0,19	8,2	45	22	0,02
DESN_063	18	10	660	2,1	0,20	9,0	44	20	0,02
DESN_5372-3a	15	12	590	2,2	0,18	7,0	38	19	0,02
DESN_5372172	18	10	650	2,1	0,20	8,9	44	20	0,02

DESN_537218	13	40	540	2,7	0,21	11	50	23	0,03
Rote Weißeritz									
DESN_53772-1a	19	21	310	4,5	0,10	1,8	7,0	5,0	0,03
DESN_537222	13	13	570	2,5	0,15	4,9	30	17	0,03
DESN_53722-1b	10	11	640	2,5	0,18	6,6	42	22	0,02
DESN_53722532	11	10	680	2,5	0,19	7,5	46	23	0,02
DESN_067	15	11	610	2,0	0,20	7,9	43	22	0,02
DESN_53722-2	14	12	570	1,9	0,20	7,3	42	22	0,02
DESN_537228	12	16	480	1,8	0,21	6,4	40	23	0,02
Vereinigte Weißeritz									
DESN_5372-3b	16	37	300	1,8	0,27	7,9	33	17	0,03
DESN_537292	21	35	420	2,5	0,25	6,4	28	14	0,03
DESN_537294	21	39	400	2,4	0,28	7,4	33	16	0,03
Gesamtgebiet	**14**	**20**	**530**	**2,4**	**0,2**	**7,1**	**37**	**19**	**0,025**
Clarke**	**2,0**	**17**	**670**	**3,1**	**0,1**	**12**	**35**	**14**	**0,06**

* Ausgangswerte statistisch nicht gesichert
# rhyolitische Gänge = saure Vulkanite
+ Metarhyolitoide = Metagranitoide
** Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL 1995)

Tab. 5.1: Fortsetzung

OWK	Mo*	Ni	Pb	Sn	Tl*	U	V	W	Zn
Wilde Weißeritz									
DESN_5372-1	0,68	20	22	5,2	0,54	3,4	52	8,2	74
DESN_065	0,30	20	22	5,0	0,46	2,8	49	9,8	71
DESN_5372-2	0,42	18	22	3,9	0,54	2,1	51	11	82
DESN_063	0,50	16	22	3,0	0,60	1,7	52	12	90
DESN_5372-3a	0,40	15	22	4,1	0,52	2,3	43	9,4	75
DESN_5372172	0,49	16	22	3,0	0,59	1,7	51	11	89
DESN_537218	1,2	25	22	4,3	0,53	1,7	66	6,9	85
Rote Weißeritz									
DESN_53772-1a	0,26	3,0	22	22	2,3	7,4	7,0	5,4	59

DESN_537222	0,29	12	22	5,9	0,51	3,7	33	8,3	66
DESN_53722-1b	0,30	18	22	5,1	0,44	2,9	46	9,6	71
DESN_53722532	0,34	19	22	4,6	0,48	2,5	51	10	75
DESN_067	0,41	16	22	3,4	0,51	1,6	49	10	79
DESN_53722-2	0,39	15	22	3,6	0,47	1,6	47	9,5	73
DESN_537228	0,56	15	23	3,8	0,40	1,6	41	7,7	62
Vereinigte Weißeritz									
DESN_5372-3b	1,8	12	26	3,6	0,50	2,9	26	3,5	59
DESN_537292	2,3	12	24	5,0	0,65	4,8	19	4,5	77
DESN_537294	2,7	14	24	4,7	0,65	4,5	22	4,3	81
Gesamtgebiet	**0,77**	**15**	**23**	**5,7**	**0,66**	**3,0**	**40**	**2,2**	**72**
Clarke**	**1,4**	**19**	**17**	**2,5**	**0,75**	**2,5**	**53**	**1,4**	**52**

* Ausgangswerte statistisch nicht gesichert
# rhyolitische Gänge = saure Vulkanite
+ Metarhyolitoide = Metagranitoide
** Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL 1995)

Die mittleren Spurenelementgehalte von sauren Gesteinen aus Typuslokalitäten im Einzugsgebiet der Weißeritz können jedoch elementspezifisch von denen für Gesamtsachsen ermittelten Gehalte in die eine oder andere Richtung abweichen (Tab. 5.2).

Tab. 5.2: Vergleich der mittleren Gehalte in saueren Gesteinen Sachsens (KARDEL ET AL. 1996) **mit Typuslokalitäten im Einzugsgebiet der Weißeritz** (KARDEL 2009)

	Granite fluorreich, Sachsen	Granit Schellerhau	Saure Vulkanite Sachsen	Granitporphyr Altenberg	Rhyolithoide in Gängen, Sachsen	Rhyolith Teplice
As	18	14	21	k.A.	k.A.	16
B	30	20	16	7,5	8,0	7,0
Ba	50	140	460	590	590	105
Be	7,5	11	2,5	3,5	3,5	3,3
Co	0,74	< 3	2,0	3,0	3,0	1,5
Cr	2,5	3,0	7,0	5,0	5,0	5,0
Cu	2,0	6,0	6,2	5,0	5,0	70
F	7800	3400	450	400	400	930

Hg	0,04	0,09	0,03	k.A.	0,03	k.A.
Li	k.A.	230	k.A.	35	k.A.	22
Mn	190	160	180	350	k.A.	115
Mo	0,2	< 3	0,3	2,0	k.A.	2,5
Ni	2,0	2,0	3,0	8,0	5,0	1,5
Pb	20	40	23	22	21	19
Sn	47	10	6,0	5,0	5,0	11
U	11	10	5,1	5,0	6,5	8,0
V	1,5	k.A.	6,5	16	3,0	7,0
W	12	27	2,0	2,0	3,5	9,0
Zn	65	38	55	60	40	36

3.5.2 Spurenelemente in Böden

Tab. 5-3 gibt einen Überblick über die Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte (P50) in den Unterböden, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper. Grundlage der Berechnungen bildete die Bodenübersichtskarte BÜK 400 des Freistaates Sachsen sowie die mittleren Elementgehalte in den Unterböden (RANK ET AL. 1999).

Tab. 5-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden, **Totalgehalte, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper** Angaben in mg/kg, basierend auf RANK et al. (1999)

OWK	As	B	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn
Wilde Weißeritz									
DESN_5372-1	23	54	2,8	0,40	0,52	53	19	0,077	610
DESN_065	27	46	2,5	0,38	0,52	51	20	0,070	580
DESN_5372-2	27	46	2,5	0,39	0,52	50	20	0,070	570
DESN_063	27	46	2,5	0,38	0,52	51	20	0,070	580
DESN_5372-3a	15	53	1,8	0,18	0,29	47	16	0,076	560
DESN_5372172	16	60	2,7	0,31	0,46	53	17	0,074	610
DESN_537218	16	60	2,7	0,31	0,46	53	17	0,074	610
Rote Weißeritz									
DESN_53772-1a	21	42	2,7	0,56	0,50	33	12	0,070	410
DESN_537222	24	44	2,6	0,48	0,51	41	16	0,070	490

DESN_53722-1b	26	45	2,5	0,41	0,52	48	19	0,070	550
DESN_53722532	27	46	2,5	0,38	0,52	51	20	0,070	580
DESN_067	24	44	2,3	0,34	0,48	48	18	0,067	530
DESN_53722-2	24	44	2,6	0,48	0,51	41	16	0,070	490
DESN_537228	23	45	2,1	0,30	0,42	46	16	0,073	520
Vereinigte Weißeritz									
DESN_5372-3b	15	53	1,8	0,18	0,29	47	16	0,076	560
DESN_537292	23	58	1,9	0,22	0,30	52	17	0,10	650
DESN_537294	19	55	1,8	0,19	0,30	49	16	0,087	590
Gesamtgebiet	**23**	**48**	**2,4**	**0,36**	**0,46**	**48**	**17**	**0,073**	**550**

Tab. 5-3: Fortsetzung

OWK	Mo	Ni	Pb	Tl	U	V	W	Zn
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	0,58	22	59	0,93	2,6	80	3,1	100
DESN_065	0,59	21	64	0,88	2,4	75	2,9	110
DESN_5372-2	0,59	20	64	0,90	2,4	73	3,0	110
DESN_063	0,59	21	64	0,88	2,4	75	2,9	110
DESN_5372-3a	0,44	21	37	0,58	2,2	61	1,5	58
DESN_5372172	0,52	21	49	0,81	2,6	80	2,5	86
DESN_537218	0,52	21	49	0,81	2,6	80	2,5	86
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	0,54	11	56	1,4	2,9	46	4,5	78
DESN_537222	0,56	16	60	1,1	2,7	59	3,8	93
DESN_53722-1b	0,58	19	63	0,96	2,5	70	3,2	100
DESN_53722532	0,59	21	64	0,88	2,4	75	2,9	110
DESN_067	0,56	20	60	0,82	2,3	70	2,6	99
DESN_53722-2	0,56	16	60	1,1	2,7	59	3,8	93
DESN_537228	0,53	20	54	0,74	2,2	66	2,4	87
Vereinigte Weißeritz								

DESN_5372-3b	0,44	21	37	0,58	2,2	61	1,5	58
DESN_537292	0,47	24	35	0,60	2,3	68	1,9	66
DESN_537294	0,45	22	35	0,58	2,3	64	1,7	61
Gesamtgebiet	**0,54**	**20**	**55**	**0,87**	**2,4**	**68**	**2,8**	**92**

Gegenüber den theoretisch ermittelten Spurenelementgehalten für die Unterböden Sachsens sind die realen Gehalte häufig erhöht (Tab. 5-5). Tab. 5-4 gibt einen äquivalenten Überblick über die im Einzugsgebiet der Weißeritz beprobten Oberböden. Auf eine Unterteilung hinsichtlich der Bodennutzung wurde für Übersichtszwecke verzichtet. Die elementspezifischen Unterschiede werden in den Kapiteln 6.4.3 bis 6.4.5 aufgegriffen.

Tab. 5-4: Mittlere Elementgehalte (P50) in Oberböden (ohne Nutzungsbezug), **bezogen auf die Oberflächenwasserkörper,** KW-Gehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf aktuellen Daten der Bodenmessnetze (KARDEL & RANK 2009)

OWK	n_{max}	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Tl	U	Zn
Wilde Weißeritz													
DESN_5372-1	*39*	100	0,51	6,2	34	20	0,18	14	160	2,4	0,61	2,0	120
DESN_065	*15*	73	0,80	5,5	31	17	0,14	12	140	1,9	0,49	2,7	130
DESN_5372-2	*27*	55	0,80	5,3	32	16	0,13	14	160	2,3	0,55	2,0	150
DESN_063	*8*	82	1,1	7,0	34	32	0,08	15	180	3,0	0,56	3,1	160
DESN_5372-3a	*66*	36	0,90	12	33	22	0,09	17	130	1,7	0,68	3,0	160
DESN_5372172	*10*	31	0,86	8,5	30	25	0,10	15	140	1,2	0,46	2,2	160
DESN_537218	*15*	14	0,44		25	19	0,14	17	55		0,57		98
Rote Weißeritz													
DESN_53772-1a	*15*	40	0,38	1,0	10	12	0,13	3,4	110	1,3	1,10	2,8	54
DESN_537222	*20*	80	0,05	2,5	19	10	0,03	5,9	120	2,1	0,81	2,0	48
DESN_53722-1b	*21*	56	0,70	9,7	27	28	0,14	16	130	1,4	0,87	3,3	160
DESN_53722532	*18*	45	0,69	8,5	27	24	0,13	14	130	1,6	0,82	3,4	180
DESN_067	*6*	23	0,65	8,7	16	18	0,11	10	84	1,4	0,37	1,6	110
DESN_53722-2	*13*	19	0,61		28	20	0,10	18	67		0,49		120
DESN_537228	*17*	36	0,50		22	18	0,11	11	93		0,50		130
Vereinigte Weißeritz													
DESN_5372-3b	*10*	35	0,50		15	19	0,13	14	61		0,45		78

DESN_537292	*15*	19	0,59		14	16	0,12	12	83		0,64		100
DESN_537294	*6*	10	0,47		17	15	0,12	11	47		0,48		87
Gesamtgebiet	***308***	**43**	**0,60**	**5,8**	**28**	**19**	**0,12**	**14**	**130**	**1,8**	**0,66**	**2,3**	**130**

Tab. 5-5: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden, **bezogen auf die Oberflächenwasserkörper,** KW-Gehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf aktuellen Daten der Bodenmessnetze (KARDEL & RANK 2009)

OWK	n_{max}	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Tl	U	Zn
Wilde Weißeritz													
DESN_5372-1	*25*	37	0,20	6,1	33	10	0,10	11	55	1,0	0,47	1,8	81
DESN_065	*4*	74	0,38	6,0	26	15	0,15	13	150	1,8	0,44	2,0	100
DESN_5372-2	*10*	34	0,39	7,8	28	15	0,13	13	73	1,1	0,52	2,1	110
DESN_063	*3*	42	0,40	7,7	33	30		18	100	1,0	0,50	2,4	110
DESN_5372-3a	*22*	18	0,04	14	33	7,0	0,05	7,9	41	0,50	0,65	3,0	63
DESN_5372172	*3*	28	0,38	8,6	32	21	0,09	17	75	0,50	0,46	1,5	100
DESN_537218	*7*	6,4	0,09		40	30	0,04	20	14		0,58		75
Rote Weißeritz													
DESN_53772-1a	*17*	43	0,13	2,5	14	5,4	0,03	3,3	70	0,50	1,1	4,3	42
DESN_537222	*20*	72	0,05	3,8	17	9,5	0,03	6,6	72	1,4	0,77	1,6	50
DESN_53722-1b	*12*	41	0,57	8,5	26	27	0,14	15	100	0,50	0,71	2,8	120
DESN_53722532	*7*	26	0,48	8,5	34	17	0,10	19	60	0,50	0,72	2,1	130
DESN_067	*2*	27	0,56	11	20	13	0,01	8,9	69	1,4	0,39	1,5	63
DESN_53722-2	*2*	16	0,46		63	35	0,05	37	33		0,75		120
DESN_537228	*5*	14	0,19		22	5,9	0,03	11	45		0,76		69
Vereinigte Weißeritz													
DESN_5372-3b	*3*	10	0,27		22	20	0,12	18	71		0,50		120
DESN_537292	*1*	18	0,45		15	14	0,08	19	84		0,67		75
DESN_537294	*1*	5,6	1,0		25	7,9	0,01	14	97		0,41		44
Gesamtgebiet	***144***	**31**	**0,19**	**6,4**	**26**	**14**	**0,06**	**12**	**59**	**0,50**	**0,64**	**2,1**	**72**

Wichtige Ergebnisse zur geochemischen Naturraumausstattung im Erzgebirge/Vogtland waren bereits im Rahmen der pedogeochemischen Prospektion auf Erze und Spate erzielt worden. In den 1970er und 1980er Jahren

wurden über 100.000 Bodenproben (Unterboden, Fraktion <1 cm, Totalgehalte) auf Erz- und Pfadfinderelemente untersucht, wobei Probenahmedichten von 100 bis 400 Proben/km^2 erreicht wurden (PÄLCHEN 2009).

Tab. 5-6 wertet die Ergebnisse der pedogeochemischen Untersuchungen im Prospektionsgebiet Altenberg-Dippoldiswalde OWK-bezogen aus.

Tab. 5-6: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden, **bezogen auf die Oberflächenwasserkörper,** Totalgehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf pedogeochemische Prospektion Altenberg-Dippoldiswalde (KARDEL & RANK 2009)

OWK	F [%]	n_{max}	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Co	Cu
Wilde Weißeritz										
DESN_5372-1	**60**	*2029*	0,3	80	34	450	2,5	0,3	5,4	17
DESN_065	**60**	*552*	0,1	15	28	560	1,7	0,3	6,4	15
DESN_5372-2	**40**	*822*	0,1	17	30	530	2,1	0,3	5,5	15
DESN_063	**0**	*0*	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_5372-3a	**0**	*0*	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_5372172	**15**	*213*	0,1	23	27	600	2,3	0,3	6,2	31
DESN_537218	**0**	*0*	-	-	-	-	-	-	-	-
Rote Weißeritz										
DESN_53772-1a	**100**	*2997*	0,1	50	28	230	4,2	0,3	1,6	10
DESN_537222	**100**	*3745*	0,3	100	35	470	3,2	0,3	3,5	16
DESN_53722-1b	**90**	*2599*	0,1	36	29	540	3,1	0,3	6,3	24
DESN_53722532	**90**	*1243*	0,1	23	26	640	3,2	0,3	7,7	28
DESN_067	**40**	*382*	0,1	24	31	560	2,8	0,3	7,1	28
DESN_53722-2	**0**	*0*	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_537228	**10**	*271*	0,1	27	26	490	2,8	0,3	6,8	23
Gesamtgebiet	**40**	***14853***	**0,1**	**40**	**31**	**460**	**3,0**	**0,3**	**4,7**	**17**

OWK	Li	Mn	Mo	Pb	Sn	Ti	U	V	W	Zn
Wilde Weißeritz										
DESN_5372-1	10	660	1,5	59	5,0	4400	2,0	61	5,0	74
DESN_065	49	560	0,3	52	5,0	4000	3,0	55	7,0	81

DESN_5372-2	42	560	0,3	60	5,0	3700	3,0	50	8,0	79
DESN_063	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_5372-3a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_5372172	51	540	0,3	97	10	4200	2,0	57	7,0	100
DESN_537218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rote Weißeritz										
DESN_53772-1a	49	200	0,3	57	14	1800	4,0	15	5,0	50
DESN_537222	41	470	1,1	72	16	3400	3,0	40	7,0	74
DESN_53722-1b	40	720	0,3	92	12	4000	3,0	54	7,0	130
DESN_53722532	58	820	0,3	80	10	4300	3,0	61	7,0	120
DESN_067	39	580	0,3	82	9,0	4400	4,0	57	7,0	100
DESN_53722-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESN_537228	34	630	0,3	85	8,0	4000	3,0	55	7,0	110
Gesamtgebiet	**41**	**510**	**0,3**	**70**	**9,0**	**3600**	**3,0**	**47**	**7,0**	**80**

F [%] Geschätzter Flächenanteil im Einzugsgebiet, für den Analysen vorliegen, Angaben in Prozent

3.5.3 Spurenelemente in Bachsedimenten aus der geochemischen Prospektion

Wertvolle Hinweise auf das geochemische Inventar von Einzugsgebieten geben die flächendeckenden Untersuchungen von Bachsedimenten, die mit dem Ziel der Lagerstättensuche in den 1970/80er Jahren durchgeführt wurden (z.B. PÄLCHEN ET AL. 1982). Die Untersuchungen erreichten im Erzgebirge eine Dichte von bis zu 1,4 Proben/km^2, die bei nachfolgenden Untersuchungen an Fließgewässersystemen Sachsens nicht wieder erreicht wurde. Die untersuchte Korngröße liegt bei <200 µm, die Angaben sind Gesamtgehalte.

Tab. 5-7: Mittlere Vor-Ort-Parameter (P50) in Bachwässern (pH, Eleit in µS/cm) **und Elementgehalte (P50) in Bachsedimenten <200 µm, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper,** Angaben in mg/kg

OWK	n_{max}	pH	Eleit	As	B	Ba	Be	Cd*	Co	Cr	Cu
Wilde Weißeritz											
DESN_5372-1	*70*	6,0	220	94	34	440	5,0	(0,50)	6,0	32	16
DESN_065	*16*	5,8	320	74	37	530	4,0	(2,5)	4,5	22	16
DESN_5372-2	*30*	6,2	360	62	36	540	3,5	(1,6)	5,0	37	49
DESN_063	*12*	6,0	460	52	36	570	3,0	(5,2)	6,0	36	28
DESN_5372-3a	*59*	5,9	380	52	50	400	3,5	(1,5)	6,0	32	22
DESN_5372172	*23*	6,2	560	63	47	480	4,0	(1,4)	6,0	37	29
DESN_537218	*21*	6,7	540	25	57	470	3,5	(0,83)	8,0	42	24
Rote Weißeritz											
DESN_53772-1a	*58*	4,2	230	110	32	400	8,5	(0,26)	2,2	10	23
DESN_537222	*32*	4,9	220	180	41	450	11	(0,49)	4,0	21	26
DESN_53722-1b	*34*	6,4	420	59	36	630	4,5	(0,90)	6,0	34	30
DESN_53722532	*17*	6,5	500	46	49	640	5,0	(1,8)	5,0	37	38
DESN_067	*12*	6,2	420	56	46	520	5,0	(1,2)	12	42	30
DESN_53722-2	*42*	6,5	530	19	49	480	3,0	(0,92)	6,0	46	17
DESN_537228	*41*	6,5	610	32	42	480	3,2	(1,2)	7,0	36	18
Vereinigte Weißeritz	**										
DESN_5372-3b	*9*	6,9	580	19	62	690	8,0	k. A.	7,0	57	21
DESN_537292	*10*	7,0	620	19	51	570	3,0	(0,58)	4,0	32	20
DESN_537294	*13*	7,0	650	12	60	610	3,0	(0,70)	4,5	41	29
Gesamtgebiet	***499***	**6,2**	**380**	**60**	**42**	**480**	**4,0**	**0,89**	**6,0**	**33**	**23**

* für Cd und Hg nur sehr geringe Stichprobenzahlen

** Angaben für die Vereinigte Weißeritz nur für den Bereich nahe des Zusammenflusses der Roten und Wilden Weißeritz, keine Angaben für die Stadtgebiete von Freital und Dresden

Tab. 5-7: Fortsetzung

OWK	Hg*	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	W	Zn
Wilde Weißeritz										
DESN_5372-1	(0,078)	62	560	1,0	18	86	6,0	4200	10	190
DESN_065	(0,11)	51	440	< 1	12	120	5,0	3200	9,0	150
DESN_5372-2	(0,090)	45	590	< 1	20	150	9,5	3600	6,0	370
DESN_063	(0,093)	56	500	1,2	22	120	9,0	3600	12	290
DESN_5372-3a	(0,086)	69	530	< 1	20	120	13	3100	6,0	170
DESN_5372172	(0,142)	62	410	< 1	20	120	10	3400	8,0	220
DESN_537218	(0,079)	49	800	1,0	34	71	7,0	3800	4,0	180
Rote Weißeritz										
DESN_53772-1a	(0,096)	66	250	1,0	6,0	120	40	2100	29	95
DESN_537222	(0,091)	58	470	1,0	12	100	29	2700	15	150
DESN_53722-1b	(0,076)	61	550	1,0	20	140	20	3900	10	260
DESN_53722532	(0,093)	73	450	1,0	25	120	12	3300	16	310
DESN_067	(0,11)	63	580	1,0	24	93	14	4700	6,5	260
DESN_53722-2	(0,056)	48	520	< 1	26	62	9,0	4100	5,5	120
DESN_537228	(0,11)	47	470	1,0	24	73	9,0	3600	7,0	160
Vereinigte Weißeritz	**									
DESN_5372-3b	(0,17)	72	450	2,0	38	100	8,0	3900	2,5	180
DESN_537292	(0,24)	63	780	1,5	17	100	6,0	3800	3,0	180
DESN_537294	(0,094)	61	500	2,0	19	84	7,0	3600	5,0	210
Insgesamt	**0,091**	**58**	**490**	**1,0**	**18**	**100**	**10**	**3500**	**9,0**	**180**

* für Cd und Hg nur sehr geringe Stichprobenzahlen

** Angaben für die Vereinigte Weißeritz nur für den Bereich nahe des Zusammenflusses der Roten und Wilden Weißeritz, keine Angaben für die Stadtgebiete von Freital und Dresden

3.5.4 LfULG-Messnetz „Oberflächenwasser“

Das Messnetz Oberflächenwasser des LfULG ist eine weitere Datenquelle, die Hinweise auf den geochemischen Status in Fließgewässern liefert. Für den Zeitraum 1999 bis 2008 liegen an 35 Punkten Wasser- und an 9 Punkten Sedimentanalysen vor (Tab. 5-8, Abb. 5-1). Jedoch ist nicht von einer über den Zeitraum konsistenten Datenmatrix mit gleichzeitiger Beprobung und Analyse der Wasser-gesamt-, Wasser-gelöst- und Sediment-Proben

im idealen 2-Monatsrhythmus auszugehen. Die untersuchte Elementpalette ist besonders bei den Sedimenten unvollständig.

Tab. 5-8: Übersicht über die Probenahmestellen des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG, für die Daten im Zeitraum 1999-2008 vorliegen

Gewässer	MKZ	Messstellenname	RW	HW	Proben
Wilde Weißeritz					
Wilde Weißeritz	OBF09800	Staatsgrenze	4620698	5622480	W
Wilde Weißeritz	OBF09900	uh. Rehefeld	4619318	5624406	W
Wilde Weißeritz	OBF09990	Zufluss TS Lehnmühle (Pegel)	4613461	5631114	W
Wilde Weißeritz	OBF10000	oh. TS Lehnmühle	4613440	5631133	W, S
Wilde Weißeritz	OBF10100	oh. TS Klingenberg	4610486	5639300	W
Wilde Weißeritz	OBF10101	Zufluss VS Klingenberg (Pegel)	4610216	5639540	W
Wilde Weißeritz	OBF10102	uh. WW Klingenberg, 1. Brücke	4608231	5643072	W, S
Wilde Weißeritz	OBF10200	oh. Dorfhain	4610628	5645171	W
Wilde Weißeritz	OBF10300	uh. Dorfhain	4610336	5645940	W
Schloitzbach	OBF10301	Rathaus Tharandt	4611238	5651057	W
Todbach	OBF10305	oh. KA Hartha	4609838	5651064	W
Todbach	OBF10306	uh. KA Hartha	4609944	5651148	W
Wilde Weißeritz	OBF10400	Mündung	4613770	5650625	W
Höcken Bach	OBF10410	Mündung	4611388	5646954	W
Rote Weißeritz					
Rote Weißeritz	OBF10500	Glückspilz	4621193	5627044	W, S
Salzlecke	OBF10501	Schellerhau, oh. Zusammenfluss	4619122	5628673	W
Salzlecke	OBF10502	Mathaeusweg Schellerhau	4619057	5628879	W
Rote Weißeritz	OBF10600	uh. Kipsdorf	4618305	5631611	W, S
Rote Weißeritz	OBF10700	uh. Schmiedeberg	4617457	5636221	W, S
Rote Weißeritz	OBF10800	oh. Dippoldiswalde	4617705	5640465	W, S
Rote Weißeritz	OBF10900	oh. TS Malter	4617024	5641458	W, S
Reichstädter Bach	OBF10901	Abzweig Berreuth	4616430	5641244	W
Rote Weißeritz	OBF10910	Zufluss VS Malter	4617059	5642155	W
Rote Weißeritz	OBF10914	uh. KA Seifersdorf	4616352	5645684	W
Rote Weißeritz	OBF11000	Seifersdorf	4615935	5646088	W, S
Rote Weißeritz	OBF11100	Mündung	4614057	5650435	W

Oelsabach	OBF11400	oh. Oelsa	4617758	5646542	W
Oelsabach	OBF11401	oh. Hafterteich	4620151	5643837	W
Oelsabach	OBF11402	oh. Heidemühlenteich	4619647	5644907	W
Oelsabach	OBF11500	uh. Oelsa	4616696	5648301	W
Oelsabach	OBF11600	Mündung	4615060	5648895	W
Vereinigte Weißeritz					
Vereinigte Weißeritz	OBF11200	Hainsberg	4614830	5651117	W
Poisenbach	OBF11201	Straßenbrücke Poisentalstr.	4618762	5651387	W
Wiederitz	OBF11203	hinter Kaufland	4615800	5654561	W
Vereinigte Weißeritz	OBF11300	Mündung	4618764	5658974	W, S

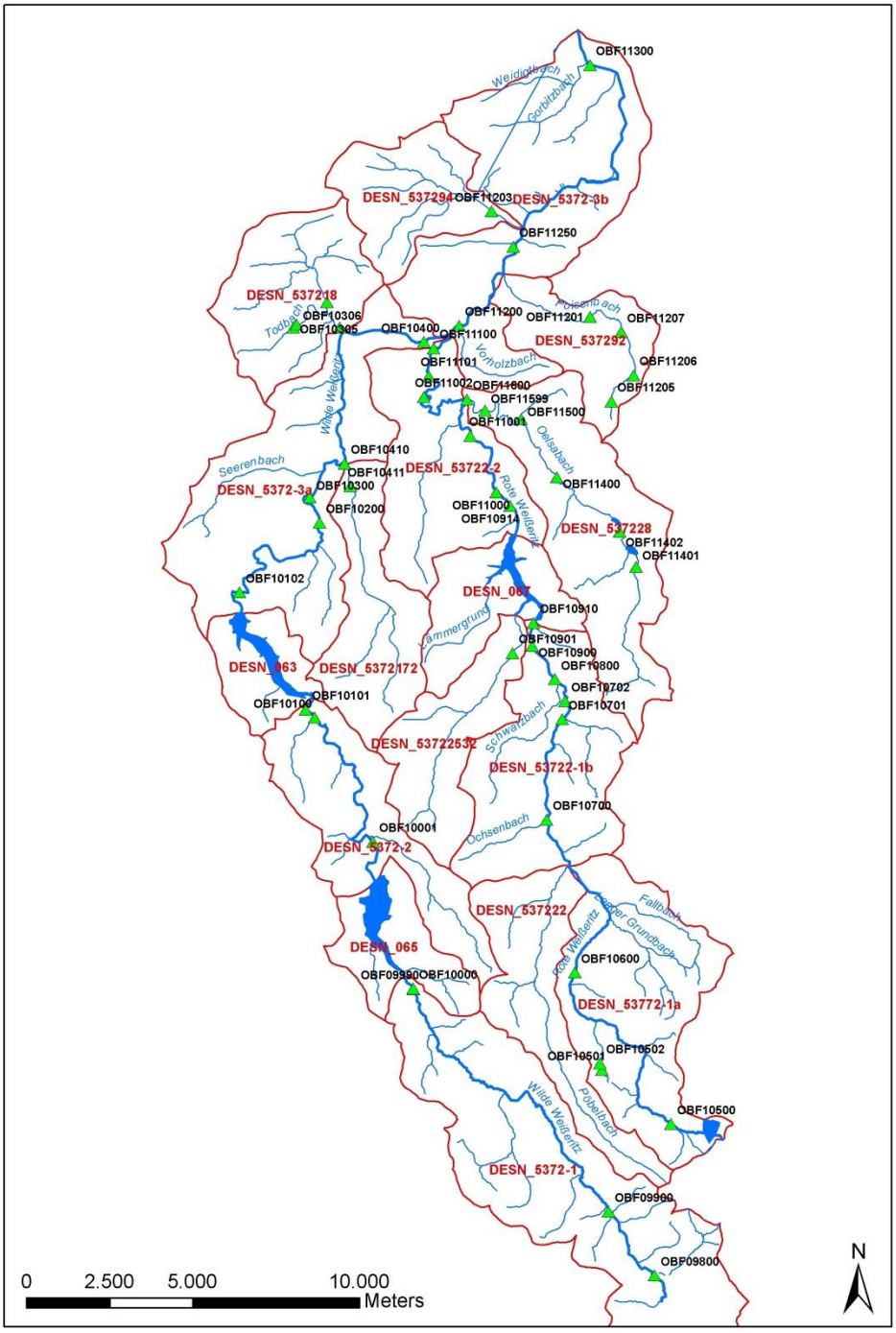


Abb. 5-1: Lage der Probenahmepunkte aus dem Messnetz Oberflächenwasser (1999-2008) des LfULG im Einzugebiet der Weißeritz

In den Vorgängerprojekten (GREIF & KLEMM 2005, 2009) wurde die Verwendbarkeit der Analysen aus dem Messnetz Oberflächenwasser bereits geprüft und als unzureichend für die Zielstellung „Geogener Hintergrund“ bewertet. Die Daten geben jedoch gute Anhaltspunkte über den zu erwartenden Elementstatus in Hauptfließgewässern. Für diesen Werkvertrag wurden die Sedimentanalysen aus 3 Sammelkistenkampagnen (OBF10000, OBF10900, OBF11300) (Tab. 5-9) und die Wasser-Analysen an den Mündungen der Wilden (OBF10400) und Roten (OBF11100) Weißeritz ausgewertet, um mögliche Belastungsquellen und ihre Differenzierung aus den beiden Teileinzugsgebieten zu erkennen (Tab. 5-10) (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_20933.html).

Tab. 5-9: Mittlere Elementgehalte (Mittelwert und relative Standardabweichung) in ausgewählten Sedimenten <20 µm aus dem LfULG-Messnetz Oberflächenwasser, Angaben in mg/kg, RSD in %

MKZ	Name	Gewässer	Zeitraum	Gerät	*n*
OBF10000	oh. TS Lehnmühle	Wilde Weißeritz	2008	Sammelkiste (Quartal)	*3*
OBF10900	oh. TS Malter	Rote Weißeritz	2006/2007	Sammelkiste (Quartal)	*4*
OBF11300	Mündung	Vereinigte Weißeritz	2006/2008	Sammelkiste (Quartal)	*6*

MKZ		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Tl	U	Zn
OBF 10000	**Mittelwert**	**270**	**19**	**50**	**46**	**0,30**	**1800**	**51**	**160**	**0,78**	**15**	**780**
	RSD	*8*	*31*	*27*	*3*	*54*	*22*	*8*	*9*	*31*	*4*	*21*
OBF 10900	**Mittelwert**	**350**	**10**	**62**	**280**	**1,1**	**1600**	**53**	**580**	**1,8**		**860**
	RSD	*15*	*13*	*13*	*25*	*62*	*9*	*8*	*22*	*18*		*8*
OBF 11300	**Mittelwert**	**65**	**7,0**	**100**	**110**	**0,56**	**1300**	**72**	**190**	**0,85**	**9,2**	**800**
	RSD	*23*	*12*	*17*	*11*	*38*	*15*	*7*	*16*	*15*	*19*	*6*

Signifikante Elementeinträge (Sedimente <20 µm) aus den Gebieten der Roten und der Wilden Weißeritz in die Vereinigte Weißeritz erfolgen (gemäß der Auswertung in Tab. 5-9) bei **As** (RW>WW), **Cd** (WW>RW), **Cu** (RW), **Hg** (WW), **Pb** (WW) und **Tl** (WW). Die eingetragenen Konzentrationen werden z.T. wieder verdünnt. Unproblematisch stellt sich die Situation bei **Cr**, **Mn** und **Ni** dar.

Gemäß der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse im System WGN-SAX-INFO (2009) ergibt sich für die Sedimente bei der Anwendung der aktuellen UQN der ECO-Liste die in Abb. 5-3 dargestellte Situation:

- Wilde Weißeritz: Abfluss TS Klingenberg – Mündung: UQN As, Zn überschritten
- Rote Weißeritz: Abfluss SP Altenberg – Zufluss TS Malter: UQN As, Cu, Zn überschritten
- Rote Weißeritz: Abfluss TS Malter – Mündung: As überschritten
- Vereinigte Weißeritz: UQN As, Zn überschritten.

Gemäß CHEM-Liste (ohne EG-TochterRL) liegen die betrachteten Gewässerabschnitte bei Hg (Gesamtwasserprobe) generell unter der UQN und bei Cd (Gesamtwasserprobe) nur im Reichstädter Bach über der UQN (Abb. 5-3).

Tab. 5-10: Mittlere Elementgehalte (Mittelwert und relative Standardabweichung) in ausgewählten Wässern aus dem LfULG-Messnetz Oberflächenwasser, Zeitraum 1999-2008, Angaben in µg/l, RSD in %

		OBF10400 Wilde Weißeritz, Mündung						OBF11100 Rote Weißeritz, Mündung					
Element		***n***	**Min**	**Max**	**Mittel**	**P50**	*RSD*	***n***	**Min**	**Max**	**Mittel**	**P50**	RSD
Ag	**ges.**	*86*	<0,1	0,70	**<0,1**	<0,1		*29*	<0,1	0,20	**<0,1**	<0,1	
Ag	**gel.**	*108*	<0,1	<0,1	**<0,1**	<0,1		*53*	<0,1	<0,1	**<0,1**	<0,1	
As	**ges.**	*93*	1,6	46	**5,4**	4,1	*95*	*33*	2,9	30	**9,5**	7,6	*71*
As	**gel.**	*112*	1,4	9,2	**3,8**	3,4	*47*	*57*	1,7	27	**7,4**	5,2	*74*
B	**ges.**	*89*	14	120	**39**	36	*42*	*26*	15	110	**44**	40	*51*
B	**gel.**	*108*	14	120	**39**	36	*41*	*50*	15	120	**50**	42	*55*
Ba	**ges.**	*89*	43	210	**59**	56	*34*	*26*	44	140	**73**	70	*23*
Ba	**gel.**	*108*	38	73	**52**	52	*13*	*50*	42	77	**63**	63	*9*
Be	**ges.**	*89*	<0,2	1,8	**<0,2**	<0,2		*29*	<0,2	1,0	**<0,2**	<0,2	
Be	**gel.**	*108*	<0,2	0,30	**<0,2**	<0,2		*53*	<0,2	0,50	**<0,2**	<0,2	
Bi	**ges.**	*89*	<0,2	0,50	**<0,2**	<0,2		*29*	<0,2	1,3	**<0,2**	<0,2	
Bi	**gel.**	*108*	<0,2	<0,2	**<0,2**	<0,2		*50*	<0,2	<0,2	**<0,2**	<0,2	
Cd	**ges.**	*93*	0,06	27	**0,66**	0,30	*420*	*33*	0,06	1,3	**0,50**	0,40	*76*
Cd	**gel.**	*112*	<0,05	5,6	**0,29**	0,20	*190*	*57*	<0,05	1,2	**0,29**	0,20	*96*
Co	**ges.**	*89*	<0,1	9,0	**0,62**	0,30	*190*	*29*	<0,1	3,2	**0,90**	0,80	*91*
Co	**gel.**	*108*	<0,1	1,0	**0,22**	0,20	*75*	*53*	<0,1	1,4	**0,36**	0,20	*97*
Cr	**ges.**	*89*	<1	27	**<1**	<1		*33*	<1	6,3	**<1**	<1	
Cr	**gel.**	*108*	<1	2,7	**<1**	<1		*57*	<1	<1	**<1**	<1	
Cu	**ges.**	*93*	2,0	34	**5,2**	4,0	*94*	*33*	2,4	35	**6,8**	5,2	*85*
Cu	**gel.**	*112*	<2	17	**2,9**	2,6	*58*	*57*	<2	7,4	**3,6**	3,6	*25*
Hg	**ges.**	*18*	<0,02	0,04	**<0,02**	<0,02		*14*	<0,02	0,13	**<0,02**	<0,02	
Hg	**gel.**	*12*	<0,02	<0,02	**<0,02**	<0,02		*6*	<0,02	<0,02	**<0,02**	<0,02	
Li	**ges.**	*22*	2,0	7,0	**4,5**	4,8	*36*	*6*	3,5	8,5	**4,8**	4,1	*38*
Li	**gel.**	*22*	1,6	6,3	**3,8**	4,3	*39*	*11*	2,4	5,0	**3,2**	2,8	*24*

Mn	**ges.**	*93*	3,6	2400	**63**	20	*410*	*33*	4,6	600	**80**	58	*130*
Mn	**gel.**	*105*	1,1	820	**19**	5,6	*420*	*56*	<1	140	**27**	12	*110*
Mo	**ges.**	*22*	<0,2	0,80	**0,40**	0,40	*55*	*6*	0,70	2,3	**1,3**	1,0	*55*
Mo	**gel.**	*22*	<0,2	0,80	**0,35**	0,40	*63*	*11*	0,50	2,0	**1,2**	1,0	*44*
Ni	**ges.**	*93*	0,60	31	**3,4**	2,6	*110*	*33*	1,1	13	**3,6**	3,2	*63*
Ni	**gel.**	*112*	<0,5	5,80	**2,0**	2,0	*45*	*57*	0,60	5,5	**2,2**	1,9	*50*
Pb	**ges.**	*93*	<0,5	53	**2,9**	1,2	*220*	*33*	<0,5	24	**4,0**	2,3	*130*
Pb	**gel.**	*112*	<0,5	3,7	**<0,5**	<0,5		*57*	<0,5	3,3	**0,61**	<0,5	*100*
Se	**ges.**	*12*	<1	<2	**<2**	<1		*6*	<1	<2	**<2**	<2	
Se	**gel.**	*12*	<1	<2	**<2**	<1		*6*	<1	<2	**<2**	<2	
Sr	**ges.**	*22*	75	170	**130**	135	*24*	*6*	88	130	**110**	120	*16*
Sr	**gel.**	*22*	75	160	**120**	125	*24*	*11*	86	130	**110**	110	*12*
U	**ges.**	*89*	<0,2	4,3	**0,56**	0,40	*100*	*29*	0,20	1,8	**0,60**	0,60	*52*
U	**gel.**	*108*	<0,2	3,6	**0,39**	0,30	*99*	*52*	<0,2	0,70	**0,39**	0,40	*35*
V	**ges.**	*22*	<0,3	3,0	**1,1**	0,80	*71*	*6*	0,60	6,5	**1,8**	0,75	*130*
V	**gel.**	*22*	<0,3	0,80	**0,39**	0,40	*56*	*11*	<0,3	0,70	**0,39**	0,40	*49*
Zn	**ges.**	*93*	4,0	260	**22**	15	*140*	*33*	4,7	85	**29**	31	*70*
Zn	**gel.**	*112*	<3	49	**10**	8,7	*78*	*57*	1,5	50	**15**	9,3	*87*

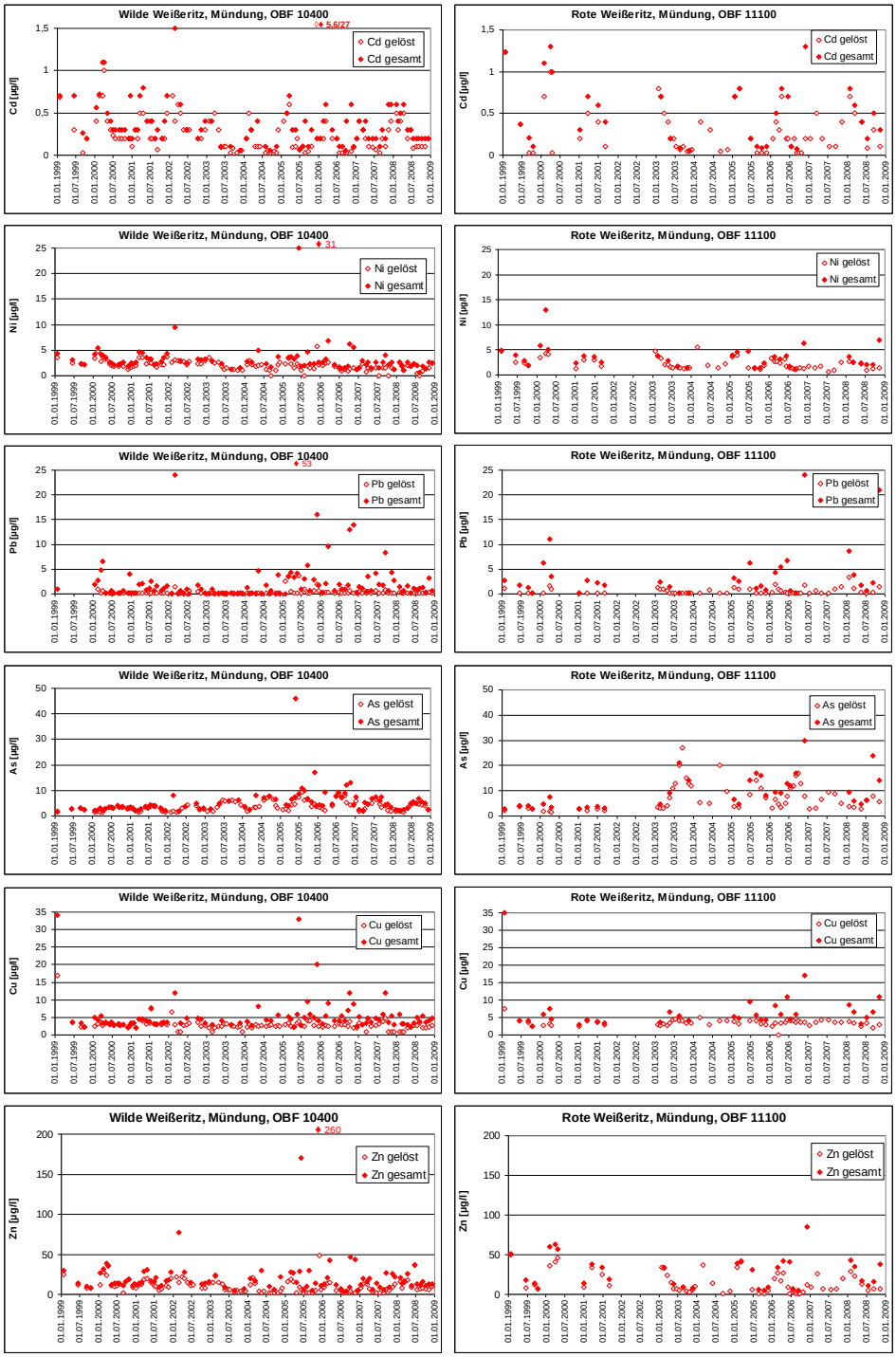


Abb. 5-2: Spurenelementgehalte im Wasser der Wilden und Roten Weißeritz (Mündungen), Elemente nach CHEM-Liste bzw. EG-TochterRL: Cd, Ni, Pb, sowie ECO-Liste: As, Cu, Zn

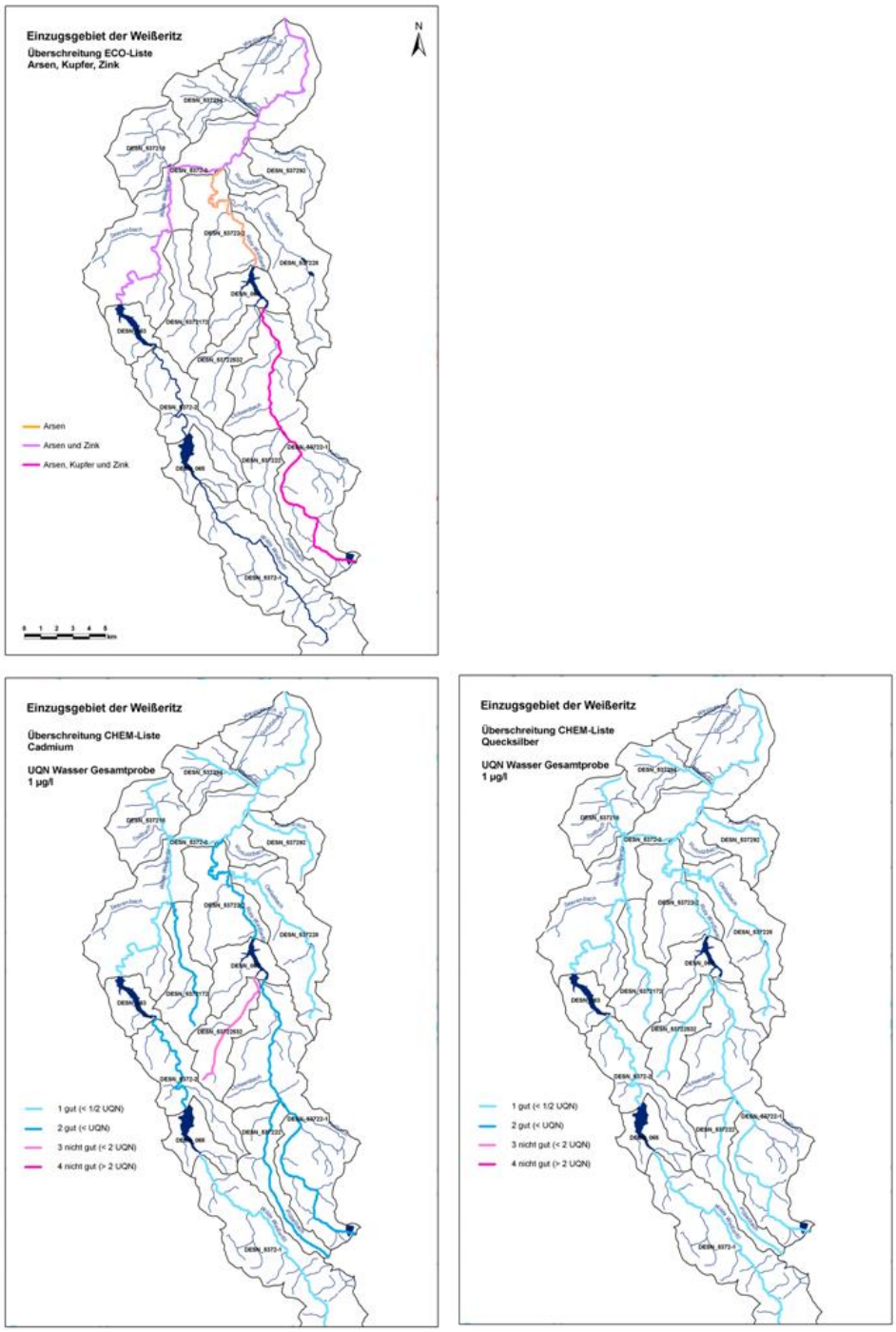


Abb. 5-3: Bewertung der Elemente As, Cu und Zn nach ECO-Liste und Cd, Hg nach CHEM-Liste für das Einzugsgebiet der Weißeritz (WGN-SAX-INFO 2009)

3.6 Detailuntersuchungen

3.6.1 Probenahme

Die Vorgehensweise bei der Probenahme folgte der in den Vorgängerprojekten (GREIF & KLEMM 2009, Greif & Klemm 2005) bewährten Methode und baut auf dem Prinzip der geochemischen Prospektion auf. Es wird eine Probendichte von 1 Probe / 10 km^2 angestrebt, die allerdings weit unter der in der Lagerstättenprospektion erreichten Probendichte von z.B. 1,4 Proben/km^2 im Erzgebirge liegt (PÄLCHEN ET AL. 1982).

Das untersuchte Gebiet umfasst die Teileinzugsgebiete der Wilden (163 km^2) und der Roten (154 km^2) Weißeritz. Zusätzlich wurden wichtigen Zuflüsse zur Vereinigten Weißeritz (67 km^2) beprobt.

Die Probenahme fand vom 03.09. bis zum 11.09.2009 statt. Es wurden insgesamt 36 Wasserproben (Gesamtprobe), 36 filtrierte Wasserproben und 36 Sedimentproben entnommen. Davon entfielen 16 auf das Einzugsgebiet der Wilden, 15 auf das Einzugsgebiet der Roten und 5 auf das der Vereinigten Weißeritz (Abb. 6-1). Die Bezeichnungen der Proben enthalten einen Buchstabencode für das Gewässer (WW für Wilde Weißeritz, RW für Rote Weißeritz, VW für Vereinigte Weißeritz) und eine laufende Nummer.

Die Probenentnahme aller Wasserproben erfolgte mit einem Plaste-Probenschöpfer am Teleskopstiel aus der Gewässermitte. Filtrierte Proben wurden durch Vakuum-Filtration einer definierten Probemenge (500 bis 1000 ml) durch Celluloseacetat-Filter (Fa. Sartorius) bekannten Gewichts (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Beide Proben (filtriert/unfiltriert) für die Spurenelementanalyse wurden direkt nach dem Abfüllen in PE-Flaschen mit 1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml angesäuert. Das frisch abgelagerte schwebstoffbürtige Sediment wurde in Stillwasserzonen mit einer Schöpfkelle von der Oberfläche des Gewässergrundes entnommen und vor Ort mit Originalwasser durch ein 2-mm-Sieb gesiebt. Die erhaltene Suspension wurde in PE-Flaschen überführt und im gefrorenen Zustand bis zur Nasssiebung <20 µm aufbewahrt.

Im Gelände erfolgte die Bestimmung der Parameter pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffkonzentration und Wassertemperatur an der jeweiligen Probenahmestelle.

Die Lage der Probenahmestelle wird durch die aus der TK25 abgelesenen Koordinaten (Rechts- und Hochwert) definiert (Tab. 6-1).

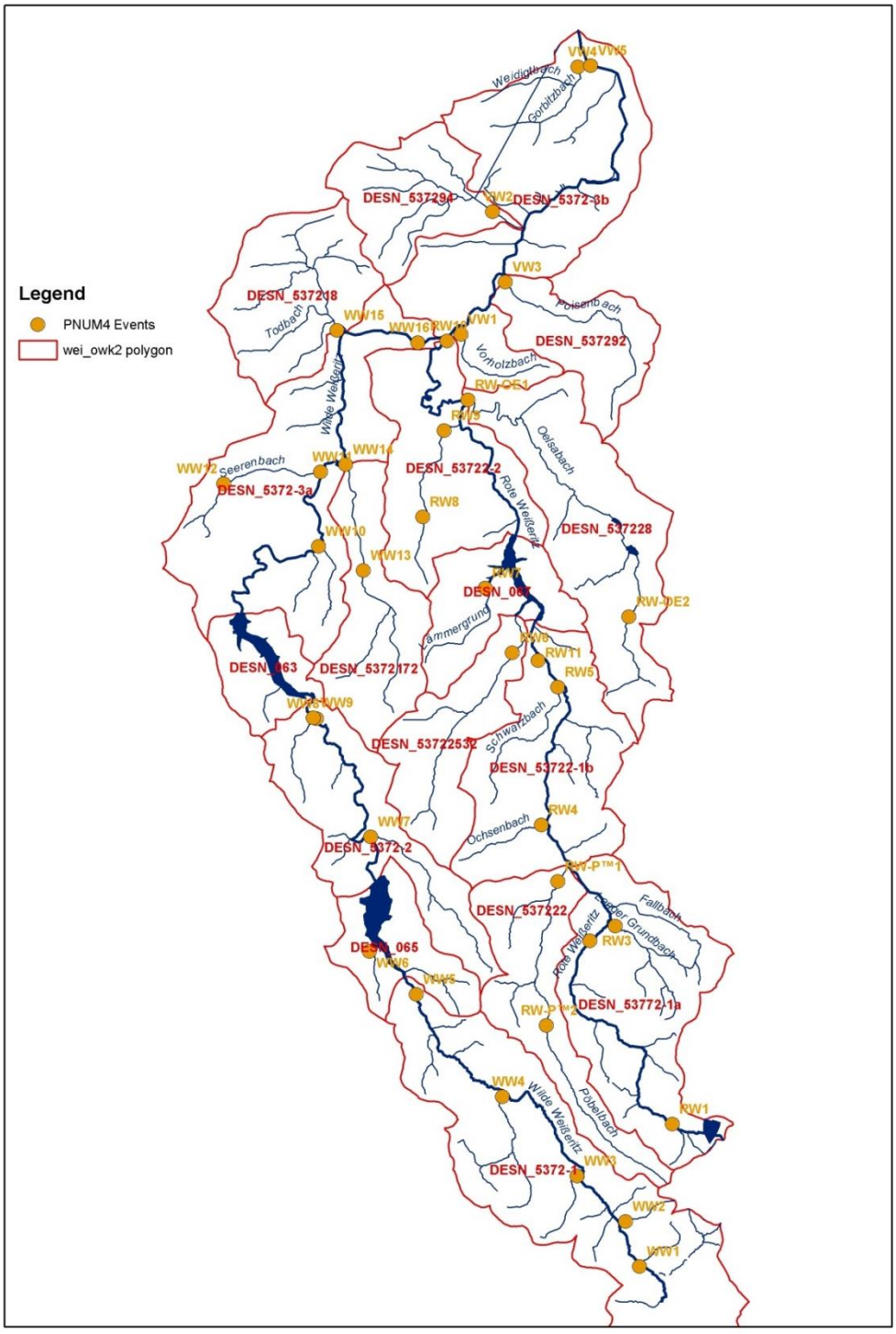


Abb. 6-1: Lage der Probenahmepunkte im Einzugsgebiet der Weißeritz

Tab. 6-1: Übersicht über die Probenahmepunkte im Einzugsgebiet der Weißeritz

PNUM-PN	PNUM	Fluss	Ort	RW	HW
		Wilde Weißeritz			
WW1	**WW1WW**	Wilde Weißeritz	Pegel Rehefeld 2	5408450	5622170
WW2	**WW2WW**	Milchfluß	Mündung	5408080	5623540
WW3	**WW3BE**	Becherbach	Mündung	5406680	5624980
WW4	**WW4WB**	Weißbach	Mündung	5404540	5627460
WW5	**WW5WW**	Wilde Weißeritz	Pegel Ammelsdorf	5402070	5630650
WW6	**WW6HF**	Höllenlochflößchen	Mündung	5400720	5632000
WW7	**WW7HE**	Hennersdorfer Bach	Mündung	5400900	5635450
WW8	**WW8WW**	Wilde Weißeritz	oh. Pegel Klingenberg	5399410	5639080
WW9	**WW9LB**	Lattenbach	Mündung	5399320	5639100
WW10	**WW10GS**	Großer Stieflitzbach	Mündung	5399680	5644260
WW11	**WW11SE**	Seerenbach	Mündung	5399840	5646500
WW12	**WW12SE**	Seerenbach	oh. Seerenteich	5396920	5646270
WW14	**WW14HB**	Höckenbach	Mündung	5400600	5646700
WW13	**WW13HB**	Höckenbach	oh. Höckendorf	5401000	5643480
WW15	**WW15SL**	Schloitzbach	Mündung, Tharandt	5400500	5650750
WW16	**WW16WW**	Wilde Weißeritz	Pegel Hainsberg 3	5402920	5650280
		Rote Weißeritz			
RW1	**RW1WW**	Rote Weißeritz	Schinderbrücke	5409600	5626420
RW2	**RW2WW**	Rote Weißeritz	uh. Kipsdorf	5407350	5632050
RW3	**RW3LG**	Langer Grundbach	Mündung	5408140	5632460
RW-PÖ1	**RW4PB**	Pöbelbach	Mündung, Schmiedeberg	5406460	5633880
RW-PÖ2	**RW5PB**	Pöbelbach	Pegel Bärenfels	5405940	5629550
RW4	**RW6OB**	Ochsenbach	Mündung, Oberkarsdorf	5406040	5635600
RW5	**RW7SB**	Schwanbach	Mündung, Dipoldiswalde	5406700	5639730
RW11	**RW8RW**	Rote Weißeritz	Pegel Dipoldiswalde 1	5406140	5640550
RW6	**RW9RB**	Reichstädter Bach	Abzweig Berreuth	5405380	5640820
RW7	**RW10LB**	Lämmergrundbach	Mündung in TS Malter	5404640	5642800
RW9	**RW11BB**	Borlasbach	oh. Mündung, Lübau	5403600	5647600
RW8	**RW12BB**	Borlasbach	Oberlauf	5402850	5645020

RW-OE1	**RW13OE**	Oelsabach	Mündung	5404350	5648500
RW-OE2	**RW14OE**	Oelsabach	Oberlauf, Reinholdshain	5408920	5641760
RW10	**RW15RW**	Rote Weißeritz	Pegel Hainsberg 5	5403800	5650300
			Vereinigte Weißeritz		
VW1	**VW1VB**	Vorholzbach	Mündung, Freital	5404220	5650480
VW3	**VW3PB**	Poisenbach	Mündung, Freital	5405620	5652000
VW2	**VW2WI**	Wiederitz	Mündung, Freital	5405320	5654130
VW4	**VW4GO**	Gorbitzbach	Mündung, Dresden	5408060	5658400
VW5	**VW5VW**	Vereinigte Weißeritz	Mündung, Pegel Cotta	5408450	5658420

3.6.2 Probenaufbereitung und Analytik

Probenaufbereitung

Die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration der Oberflächen- und Grubenwässer erfolgte gravimetrisch durch Auswiegen der bei 105 °C getrockneten Filter (Porendurchmesser 0,45 µm).

Die Feinfraktion <20 µm wurde durch Nasssiebung der im Originalwasser suspendierten Proben gewonnen. Durch Zentrifugieren (ca. 3000 Umdrehungen pro Minute) und Dekantieren wurde das Feinsediment vom Wasser getrennt und anschließend gefriergetrocknet. Die Homogenisierung der Proben erfolgte per Hand in einem Achatmörser.

Von den Sedimentproben der Fraktion <20 µm wurde ein HNO_3/H_2O_2-Mikrowellenauszug gemäß der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2005) hergestellt. Zu einer Probenmenge von 0,5 g werden 5,0 ml H_2O, 2,0 ml H_2O_2 suprapur und 7,5 ml HNO_3 suprapur geben. Im Mikrowellensystem MLS ETHOS plus wird der Ansatz 11 min auf 160 °C aufgeheizt (6 min auf 160 °C gehalten), danach 5 min auf 200 °C aufgeheizt (10 min auf 200 °C gehalten), abgekühlt, mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt und filtriert.

Die filtrierten Wasserproben kommen direkt zur Analyse. Die unfiltrierten Wasserproben werden in der Mikrowelle (MLS ETHOS plus) ebenfalls nach der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2005) aufgeschlossen. Zu einer Probenmenge von 40 ml werden 2,0 ml HNO_3 suprapur gegeben. Der Ansatz wird 5 min auf 100 °C aufgeheizt, weitere 5 min auf 180 °C aufgeheizt (10 min auf 180 °C gehalten), abgekühlt und mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt.

Analytik

Die Analyse der Elementgehalte (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Ti, U, W, V, Zn) erfolgte

- für die Oberflächenwässer (filtriert ohne Aufschluss bzw. unfiltriert mit Aufschluss) mit der ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma),
- für die Sedimentaufschlüsse mit der ICP-AES (Atomemissions-Spektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) und ICP-MS (Tab. 6-2 und Tab. 6-3).

Tab. 6-2: Übersicht über die Messbedingungen der ICP-AES

Gerät	VISTA PRO CCD Simultaneous ICP-OES von VARIAN
Zerstäuber	Nebulizer glass Concentric `K´style
Kammer	TWISTER Cyclonic
Fackel	Radial
Leistung	1,2 kW
Gasstrom - Plasmagas	Argon 15 L/min
Gasstrom - Hilfsgas	Argon 1,5 L/min
Gaststrom - Zerstäubergas	Argon 0,75 L/min
Wiederholungsmessungen	3
verwendete Wellenlängen	Al 396,152; Ti 336,127; Mn 257,610; Fe 238,204; Zn 213,857; As 188,980; Ba 233,527; Pb 233,527 nm
Kalibration	ICP-Mehrelementstandardlösung IV von Merck, für As Einzelelementstandardlösung von Baker, Kalibrierlösungen 10, 100, 1000, 10000 µg/l

Tab. 6-3: Übersicht über die Messbedingungen der ICP-MS

Gerät	ELAN 6100 bzw. ELAN 9000 von PERKIN ELMER
Zerstäuber	MicroMist-Zerstäuber
Kammer	Zyclon-Zerstäuberkammer
innerer Standard	Rh 10 µg/l
Methode 1	Total-Quant (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck, 10 µg/l)
Methode 2	Quantitative Analyse (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck und Elementstandardlösungen; 0,1 µg/l, 1 µg/l, 10 µg/l, 100 µg/l)

Anmerkung zur Vergleichbarkeit verschiedener Aufschlussverfahren und Korngrößen

Probleme bei der Bewertung und dem Vergleich von Spurenelementgehalten gleicher bzw. artverwandter Umweltkompartimente (Sedimente, Böden, Gesteine) bereiten die verwendeten vielfältigen Aufschlussverfahren sowie die Korngrößen (<20 µm, <63 µm, <200 µm, <2 mm, Gesamtprobe).

Während für Gesteine bevorzugt vom Totalaufschluss (HNO_3/HF) ausgegangen wird, wird bei Bodenuntersuchungen nach BBodSchV der Königswasserauszug (HCl/HNO_3) verwendet. Der Analyse der Schwebstoffe/Sedimente des Messnetzes Oberflächenwasser des LfULG ist ein Mikrowellenauszug (HNO_3/H_2O_2) vorgeschaltet. Die Elementgehalte der Bachsedimente aus den prospektionsorientierten Untersuchungen 1977-1985 wurden vorwiegend aus der Festsubstanz mittels ESA (Emissionsspektralanalyse), RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse) und AAS (Hg) ermittelt.

Beim Vergleich von Totalgehalten mit königswasserlöslichen Gehalten (bei Bodenanalysen auch als Gesamtgehalte bezeichnet) ist zu bemerken, dass die Totalgehalte einer Probe in der Regel über den königswasserlöslichen Gehalten liegen. Im Rahmen des untergesetzlichen Regelwerkes (BodSchV) zum BodSchG werden zur Umrechnung der Totalgehalte in königswasserlösliche Gehalte folgende vorläufige Umrechnungsfaktoren vorgeschlagen: Faktor 0,8 für Cd, Zn, Ni, Pb, Cu; Faktor 0,7 für As und Faktor 0,5 für Cr (RANK ET AL., 1999).

Detaillierte Untersuchungen zwischen Totalaufschluss (HF) und Königswasserauszug wurden in einem Projekt „Methodenvergleich Gesamtgehalte Haupt- und Spurenelemente“ der Ad-hoc-AG Boden durchführt (Utermann, et al., 2005). Der Königswasserauszug als einfachere Aufschlussmethode zeigte besonders bei belasteten Proben eine gute Übereinstimmung mit dem Totalaufschluss. Mit dem Königswasserauszug lassen sich keine Totalgehalte bestimmen, da die silikatisch sowie sesquioxidisch im Boden gebundenen Metallfraktionen nicht vollständig erfasst werden und konzentrations-, element- und substratspezifisch schwanken. Für die Elemente Cd, Cu, Ni, Pb und Zn ist der Anteil der königswasserextrahierbaren Gehalte am Totalgehalt in der Regel größer als 80 %, in quarzreichen, sandigen Böden kann dieser Anteil aber auch bei nur 50 % liegen. Der Anteil der KW-extrahierbaren Gehalte am Totalgehalt sinkt häufig mit abnehmenden Elementgehalten der Proben, sofern die im KW-Auszug nur unvollständig aufgeschlossenen geogen gebundenen Anteile relativ zunehmen (RUPPERT, 1991). Die Erarbeitung von Umrechnungsverfahren ist immer ein Kompromiss zwischen einer hinreichenden Differenzierung des Probenmaterials und einer möglichst großen Probenzahl. Auch eine elementspezifische Regressionsfunktion kann (wie auch ein Element-Faktor) keine exakte Umrechnung sondern nur einen statistisch abgesicherten Näherungswert mit einer definierten Fehlerwahrscheinlichkeit liefern. Die den Regressionsgleichungen für die Berechnung „Totalgehalte“ zu „KW-extrahierbar“ entnommenen Faktoren lauten: Cd 0,75; Cu 0,96; Ni 0,90; Pb 0,99; Zn 0,86 (UTERMANN ET AL., 2005).

Die Definition von Umrechnungsfaktoren zwischen verschiedenen Aufschlussverfahren mit dem Ziel, die Vergleichbarkeit der Elementgehalte von Bachsedimentuntersuchungen verschiedener Projekte zu ermöglichen, scheitert. Aus früheren Untersuchungen (GREIF & KLEMM 2005) der Aufschlussmethoden HF/HNO_3-Totalaufschluss und HNO_3/H_2O_2-Mikrowellenauszug wurden für die Elemente Mn, Zn, Fe, Be, Cu, Co, Pb, Ni, Cd, As, Li, U, Bi, Cr, V, Al, Tl, Ba, Mo, Hg, Ag geringe Faktoren (1,0 bis 2,2) und für Sn, Ti, Sb, W hohe Faktoren (4,8 bis 12,5) ermittelt. Die relativen Standardabweichungen schwankten zwischen 5 % (Mn) und 84 % (Mo). Hohe Methodenfaktoren gehen mit großen relativen Standardabweichungen einher (Abb. 6.2).

Die Anreicherung von der feineren zur gröberen Fraktion bleibt unumstritten, jedoch ist ihre Streubreite sehr groß (Abb. 6-3). In der Regel kann beim Vergleich von Sedimentfraktionen <20 µm / <200 µm von einer elementspezifischen Anreicherung zwischen Faktor 1,x und Faktor 3,x ausgegangen werden. Eine einfache Faktorenbildung zwischen den Korngrößen <20 µm und <200 µm ist selbst bei Vorliegen des gleichen Aufschlussverfahrens nicht zu empfehlen (GREIF & KLEMM 2005).

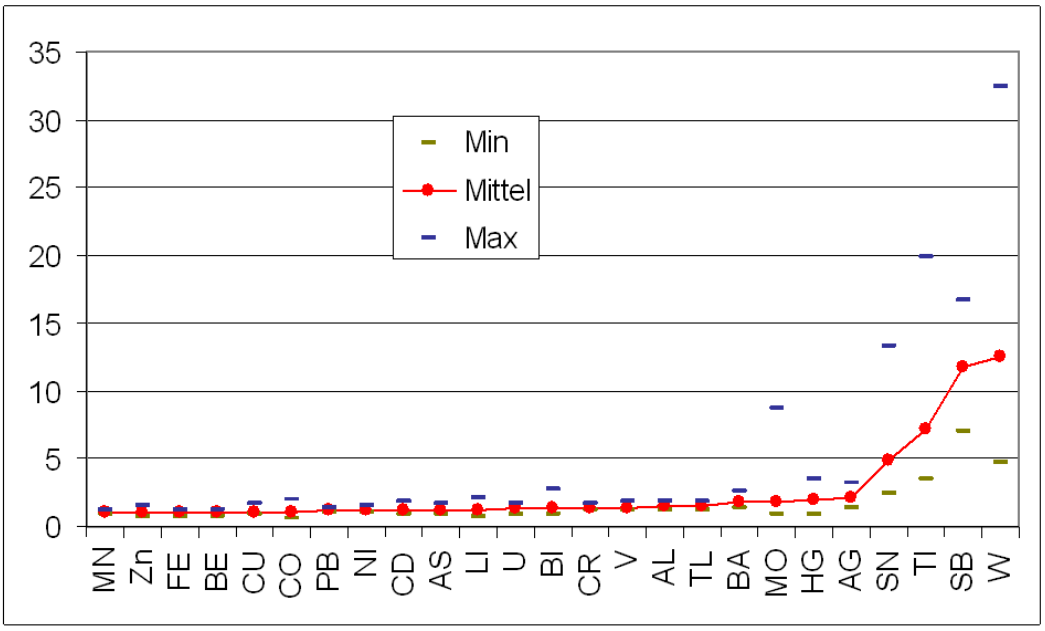


Abb. 6.2: Elementspezifische Faktoren und ihre Standardabweichungen für die Aufschlussmethoden HF/HNO_3-Totalaufschluss / HNO_3/H_2O_2-Mikrowellenauszug (n = 26) (ergänzt nach GREIF & KLEMM 2005)

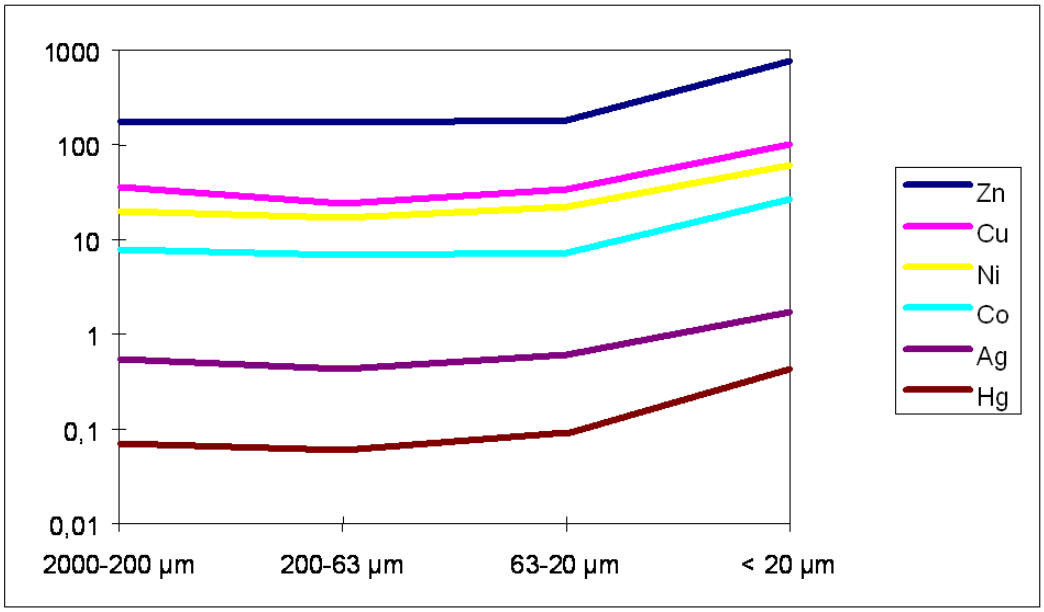


Abb. 6.3: Änderung ausgewählter Elementgehalte in Abhängigkeit der untersuchten Korngrößenfraktion (n=7), Angaben in mg/kg (PÄLCHEN & GREIF 1998)

3.6.3 Qualitätssicherung

Um die Vergleichbarkeit der hier gewonnenen Analysenergebnisse zu denen des Landesmessnetzes zu gewährleisten, wurde eine enge Absprache mit der BfUL erforderlich. Neben der Durchführung der Mikrowellen-Aufschlüsse nach BfUL-Methodik (GOLDSTEIN 2005), ist bei der Angabe der Analysenergebnisse auf die Äquivalenz der Bestimmungsgrenzen (BG) zu achten (GOLDSTEIN 2007) (Tab. 6-4). Die Hg-Analytik mittels ICP-MS (ohne Anreicherung) erreicht eine mit dem AG abgesprochene BG von 0,1 µg/l (filtriert).

Tab. 6-4: Vergleich der Bestimmungsgrenzen in der Wasser- und Sedimentanalytik zwischen der BfUL (GOLDSTEIN 2007) **und der TU BAF, Institut für Mineralogie (projektbezogen modifiziert),** Angaben in µg/l (Wasser) bzw. mg/kg (Sedimente)

	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Sediment	Sediment
	filtriert	gesamt			<20 µm	<20 µm
	TU BAF	TU BAF	BfUL	Bemerkungen	BfUL	TU BAF
Ag	0,1	0,1	0,1	ok		0,1
Al	0,1	0,125	10	ok		5
As	0,5	0,625	0,5	kein Wert <0,625	1	0,5
Ba	0,1	0,125	1	ok		10
Be	0,1	0,125	0,2	ok		0,1
Bi	0,5	0,625	0,2	Element ist fakultativ		0,5

Cd	0,02	0,02	0,05	ok	0,1	0,1
Co	0,1	0,1	0,1	ok		0,1
Cr	0,5	0,625	1	ok	2	0,5
Cu	0,1	0,125	2	ok	2	0,1
Hg	0,1	0,1	0,02	in Absprache mit AG	0,05	0,1
Li	0,1	0,125	1	ok		0,1
Mn	0,1	0,125	1	ok	2	0,3
Mo	0,1	0,125	0,2	ok		0,1
Ni	0,1	0,125	0,5	ok	2	0,1
Pb	0,1	0,125	0,2	ok	2	48*
Sb	0,1	0,125	0,4	ok	1	0,1
Se	0,5	0,625	1	ok		0,5
Sn	0,1	0,125	0,5	ok		0,1
Ti	0,5	0,625	0,2	Element ist fakultativ		3
Tl	0,1	0,1	0,1	ok	0,1	0,1
U	0,1	0,125	0,2	ok	1	0,1
V	0,1	0,125	0,3	ok		0,1
W	0,1	0,125	k.A.	Element ist fakultativ		0,1
Zn	0,1	0,125	3	ok	2	2

* Angabe für ICP-OES ausreichend, da kein Wert <BG

Zum Vergleich der in beiden Laboren verwendeten analytischen Methoden wurden sowohl Referenzmaterialien als auch ausgewählte Proben von beiden Institutionen untersucht. Als regelmäßig genutztes Referenzmaterial der BfUL kam das kanadische Stream Sediment STSD-2 des CCRMP zur Analyse. Die Qualität der Analysenergebnisse wird seitens des AN durch Doppelbestimmungen, mitlaufende Proben und Referenzmaterial gesichert (Tab. 6-5).

Tab. 6-5: Übersicht über die verwendeten Standards und mitlaufenden Proben

	TU BAF	BfUL
Wasserstandard	TMDA 51.3	
mitlaufende Wasserprobe (filtriert)	RW11	RW11
mitlaufende Wasserprobe (unfiltriert)	RW11	RW11
Sedimentstandard	STSD 2	
mitlaufende Sedimentprobe	RW11	RW11

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden in Tab. 6-6 und 6-7 zusammenfassend dargestellt. Es ist anzumerken, dass die Elemente, die mit dem hier verwendeten Verfahren für den Mikrowellenaufschluss (im Vergleich zum Totalaufschluss) schlecht aufzuschließen sind, auch eine schlechte Reproduzierbarkeit bei Mehrfachbestimmungen aufweisen. Daher sind die Elemente Mo, Sb, Sn, Ti und W durch deutlich höhere relative Standardabweichungen (RSD >15 %) gekennzeichnet. Der Vergleich mit der BfUL fiel zur vollen Zufriedenheit der Analytiker aus.

Tab. 6-6: Analytikvergleich für Sedimentprobe RW11, Mittelwerte in mg/kg, RSD in %

	TU BAF			BfUL		TU BAF			BfUL
	n	**Mittelwert**	**RSD**	**Mittelwert***		***n***	**Mittelwert**	**RSD**	**Mittelwert***
Ag	*5*	4,4	1,8		**Mn**	*5*	1800	1,6	1700
Al	*5*	45000	15		**Mo**	*5*	6,1	2,1	5,7
As	*5*	460	2,4	450	**Ni**	*5*	52	1,7	50
Ba	*5*	1000	2,3	970	**Pb**	*5*	1100	1,1	870
Be	*5*	14	5,8	13	**Sb**	*5*	0,41	15	<1,0
Bi	*5*	24	2,5		**Se**	*5*	3,2	1,9	3,6
Cd	*5*	12	0,1	12	**Sn**	*5*	24	36	
Co	*5*	22	1,5	22	**Ti**	*5*	670	16	660
Cr	*5*	65	8,2	61	**Tl**	*5*	1,6	12	1,6
Cu	*5*	270	5,2	250	**U**	*5*	12	3,3	12
Fe	*5*	50000	1,6		**V**	*5*	69	8,6	65
Hg	*5*	0,26	19	0,25	**W**	*5*	6,1	30	
Li	*5*	100	7,5		**Zn**	*5*	1400	1,3	1200

* es wurden nur die Mittelwerte mitgeteilt

Tab. 6-7: Analytikvergleich für die filtrierte und unfiltrierte Wasserprobe RW11, Mittelwerte in µg/l, RSD in %

	Filtrierte Wasserprobe				Unfiltrierte Wasserprobe			
	TU BAF			BfUL	TU BAF			BfUL
	n	Mittelwert	RSD	Mittelwert*	*n*	Mittelwert	RSD	Mittelwert*
Ag	*4*	<0,1			*4*	<0,1		
Al	*4*	48	0,6	49	*4*	154	23	168
As	*4*	11	1,9	11	*4*	11	1,2	10
Ba	*4*	71	0,8	72	*4*	72	1,9	70
Be	*4*	0,16	5,4		*4*	0,16	10	
Bi	*4*	<0,5			*4*	<0,625		
Cd	*4*	0,38	1,4	0,37	*4*	0,38	2,5	0,38
Co	*4*	<0,1		<0,5	*4*	<0,1		<0,5
Cr	*4*	0,77	18	<1,0	*4*	0,82	3,4	<1,0
Cu	*4*	4,1	1,4	3,8	*4*	4,4	5,2	4,5
Hg	*4*	<0,1		<0,05	*4*	<0,1		
Li	*4*	2,7	3,3		*4*	2,8	4,6	
Mn	*4*	5,7	1,4	3	*4*	9,6	2,6	10
Mo	*4*	2,3	2,8	2,4	*4*	2,3	2,7	2,7
Ni	*4*	1	4,4	1,1	*4*	1,1	2,6	1,4
Pb	*4*	0,16	1,6	<0,5	*4*	1,7	6,5	2
Sb	*4*	0,35	1,7	<1,0	*4*	0,37	3,2	<1,0
Se	*4*	<0,5		<1,0	*4*	<0,625		<1,0
Sn	*4*	<0,1		<3	*4*	0,16	19	<3
Ti	*4*	15	6		*4*	17	27	
Tl	*4*	<0,1		<0,1	*4*	<0,1		<0,10
U	*4*	0,68	1,9	<0,5	*4*	0,68	1,9	<0,5
V	*4*	0,38	8,4	<10	*4*	0,48	15	<1,0
W	*4*	0,16	6,2		*4*	0,27	17	
Zn	*4*	15	2,3	15	*4*	15	7,1	20

* es wurden nur die Mittelwerte mitgeteilt

3.7 Ergebnisse

3.7.1 Meteorologische und hydrologische Situation

Meteorologische Situation

Im August 2009 wechselten sich Hochdruckgebiete mit viel Sonnenschein und warmen Temperaturen mit Tiefausläufern, die für Schauer und Gewitter sorgten, ab. So war es in Sachsen verbreitet zu warm, überall zu sonnig und fast überall zu trocken. Das trockene und warme Sommerwetter wurde am 21.08. kurz durch Niederschläge unterbrochen. Dabei fielen zwischen 2 und 10 mm, in Westsachsen bis 20 mm Regen. In der Nacht zum 26.08. und am 26.08. überquerte ein Tiefausläufer die Region ostwärts. Es kam erneut zu Schauern und Gewittern, die vor allem in der Lausitz, dem Mittelsächsischen Hügelland und dem Erzgebirge Tagessummen von 15 bis 25 mm brachten. Die Gewitter mit örtlichem Starkregen sorgten im August für regionale Unterschiede in der Niederschlagsverteilung. Während es in großen Teilen Sachsens mit 50 bis 93 % des langjährigen Mittels zu trocken und an der Station Carlsfeld im Westerzgebirge mit 46 % sogar deutlich zu trocken war, war es an der Station Görlitz mit 120 % des langjährigen Mittelwertes zu nass. Das Gebietsmittel des Niederschlags im August 2009 wird für Sachsen mit 59 mm angegeben, das sind 77 % vom Mittel 1961 – 1990. Die Monatsmitteltemperaturen lagen an den meteorologischen Stationen um 1,8 bis 2,6 K über dem langjährigen Mittel. Mit einer Sonnenscheindauer von 130 bis 140 % der langjährigen Mittelwerte war der August in Sachsen überdurchschnittlich sonnig (LFULG 2009a).

Der Monat September 2009 war ebenfalls zu warm, zu trocken und sonnenscheinreich. Zu Monatsbeginn wurde subtropische Warmluft herangeführt. Am 01.09. wurden Höchsttemperaturen von 28 bis 32 Grad erreicht. In der Nacht zum 02.09. überquerte eine Kaltfront mit Schauern und Gewittern die Region ostwärts. Damit stellte sich wechselhaftes und kühleres Wetter ein. Die Niederschlagsmengen lagen meist unter 1 mm. Nach kurzem Zwischenhocheinfluss griffen am 03.09. die Ausläufer eines zur Nordsee ziehenden Tiefs auf Sachsen über. Es kam zu Schauern und Gewittern, die am 03.09. Niederschlagsmengen bis 15 mm, örtlich auch darüber (TS Kriebstein 20,4 mm) brachten. Am 04.09. fielen vor allem im Vogtland, im Westerzgebirge und im Lausitzer Gebirge zischen 10 und 20 mm, sonst nur 10 mm Niederschlag. Anschließend war es weiter unbeständig, die 24-stündigen Niederschlagssummen waren jedoch gering (05.09. unter 5 mm; 06.09. unter 2 mm). Ab 07.09. bestimmte ein Hoch das Wetter in Sachsen mit trockener Luft und spätsommerlichen Temperaturen. Es wurden Höchsttemperaturen von 24 bis 27 Grad erreicht. Schwache Tiefausläufer brachten am 10.09. in Ostsachsen Regen mit Niederschlagsmengen von 5 bis 10 mm. Ansonsten blieb es bis zum 12.09. weitgehend niederschlagsfrei. Ab 13.09. überquerte ein Tiefausläufer Sachsen und führte zu unbeständigen und kühleren Wetter. Die Niederschlagssummen für den Monat September erreichten nur 40 bis 90 % des Normalwertes. Das Gebietsmittel des Niederschlags im September 2009 wird für Sachsen mit 38 mm angegeben, das sind 69 % vom Mittel 1961 – 1990. Die Monatsmitteltemperaturen lagen an den meteorologischen Stationen um 1,2 bis 2,0 K über dem langjährigen Mittel. Mit einer Sonnenscheindauer von 120 bis 130 % der langjährigen Mittelwerte war der September in Sachsen überdurchschnittlich sonnig (LFULG 2009b).
Im Probenahmezeitraum vom 3. bis 11.09.09 lag ein kleines Niederschlagsereignis mit einer maximalen Niederschlagssumme vom 9 mm an der Talsperre Klingenberg (Abb. 6-4).

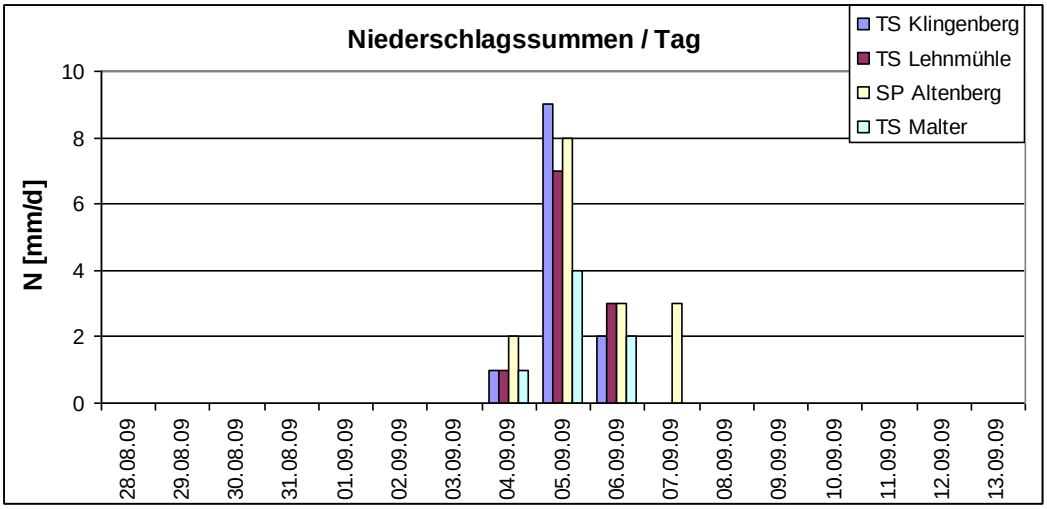


Abb. 6.4: Niederschlagssummen an den Talsperren im Einzugsgebiet der Weißeritz (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_15075.html)

Hydrologische Situation

Im August 2009 bewegte sich die Wasserführung in den meisten Fließgewässern Sachsens bei langsam fallender, teils schwankender Tendenz zwischen MQ (Monat) und MNQ (Jahr). Insgesamt ging die Wasserführung, mit kurzer Unterbrechung infolge der Niederschläge vom 26.08., jedoch in allen sächsischen Fließgewässern immer weiter zurück, so dass die Durchflüsse am Monatsende zwischen 30 und 65 % des MQ (August) lagen. Die mittleren Monatsdurchflüsse im August 2009 lagen im Allgemeinen zwischen 50 und 100 % der langjährigen Vergleichswerte (LFULG 2009a).

Im September 2009 bewegte sich die Wasserführung in den meisten Fließgewässern Sachsens ebenfalls bei gleichbleibender bis langsam fallender Tendenz zwischen MQ (Monat) und MNQ (Jahr). Die ergiebigen Niederschläge vom 03./04.09. und zu Monatsmitte haben die fallende Tendenz der Wasserführung in den sächsischen Fließgewässern nur kurzzeitig unterbrochen. Am Monatsende wurden im Flussgebiet der Zschopau und der Elbe Durchflüsse unterhalb des MNQ (Jahr) gemessen. Die mittleren Monatsdurchflüsse im September 2009 lagen im Allgemeinen zwischen 40 und 80 % der langjährigen Vergleichswerte (LFULG 2009b).

Die hydrologische Situation während der Durchführung einer einmaligen Probenahme sollte im mittleren Abflussniveau (MQ +/- 25 %) liegen und höchstens MNQ bzw. MHQ erreichen. Während der Beprobung der Weißeritz wurden Abflüsse nahe MNQ angetroffen (Tab. 6-8).

Tab. 6-8: Durchflüsse ausgewählter Pegel im Einzugsgebiet der Weißeritz während der Probenahme im Vergleich zu den gewässerkundlichen Hauptwerten des Durchflusses (LfUG 2005b), Angaben in m^3/s

Pegel	MNQ	MQ	MHQ	Min	Max
Rehefeld 2/ Wilde Weißeritz	0,061	0,390	6,83	0,040	0,099
Ammelsdorf/ Wilde Weißeritz	0,106	0,963	13,2	0,116	0,292
Hainsberg 3/ Wilde Weißeritz	0,231	1,18	15,0	0,379	0,469
Schmiedeberg 1/ Rote Weißeritz	0,078	0,794	15,3	0,066	0,351
Dippoldiswalde 1/ Rote Weißeritz	0,062	0,898	18,1	0,297	0,626
Hainsberg 5/ Rote Weißeritz	0,267	1,72	15,1	0,184	0,633
Reichstädt/ Reichstädter Bach	0,009	0,139	2,48	0,042	0,075

Die Rote Weißeritz führte im Zeitraum vom 1.9. bis 10.9.09 am Zusammenfluss ca. die doppelte Wassermenge (0,63 m^3/s) der Wilden Weißeritz (0,38 m^3/s). Im Laufe des 10.9.09 wurde die Abgabe aus der TS Malter gedrosselt, was zum Absinken des Durchflusses der Roten Weißeritz (0,18 m^3/s) auf ein Niveau unter das der Wilden Weißeritz führte. Die kleinen Niederschlagsereignisse am 4.-6.9.09 führten nur zu einer geringen Durchflusserhöhung an der Wilden und oberen Roten Weißeritz (Abb. 6.5).

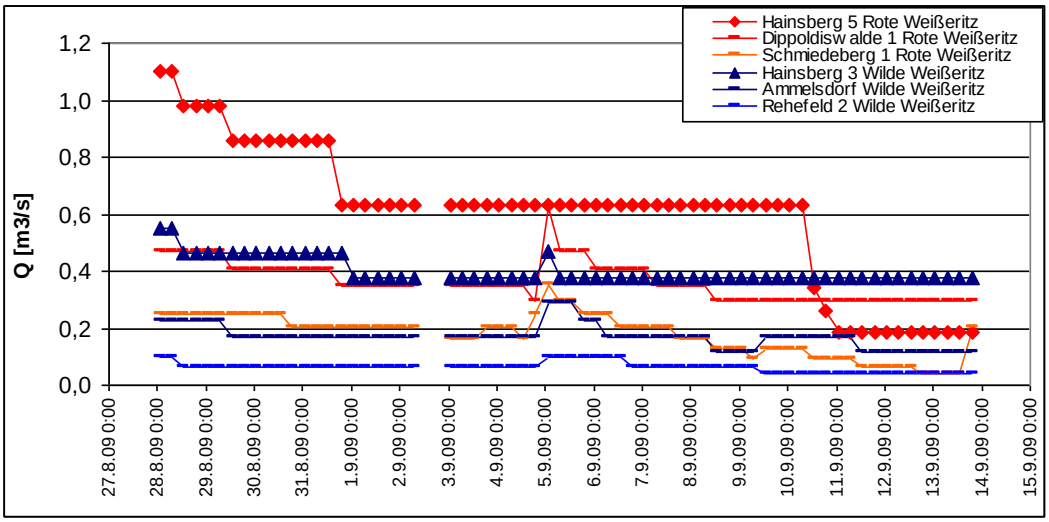


Abb. 6.5: Abflussganglinien der Wilden und Roten Weißeritz (je 3 Pegel: Ober-/Mittellauf, Mündung) (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_4498.html)

Die Abflusssituation in den beiden Teileinzugsgebieten wird neben dem Niederschlagsgeschehen auch von der Bewirtschaftung der Talsperren und Speicher im Einzugsgebiet beeinflusst (Abb. 6-6). Während an der TS Lehnmühle ab 8.9.09 die Abgabe erhöht wird, wird sie an der TS Malter ab 11.9.09 gedrosselt.

Im Diagramm stellt sich die Abflusssituation am Speicher Altenberg recht homogen dar, während der Probenahme am 3.9.09 konnte jedoch gegen 10 Uhr an der Schinderbrücke eine „Flutwelle“ beobachtet werden, die den Wasserstand der Roten Weißeritz um ca. 10 cm ansteigen ließ. Damit verbunden war eine erhebliche Aufwirbelung abgesetzter Partikel und eine rötliche Färbung der Wassertrübung. Die weitere Beprobung flussabwärts konnte der Welle zuvorkommen.

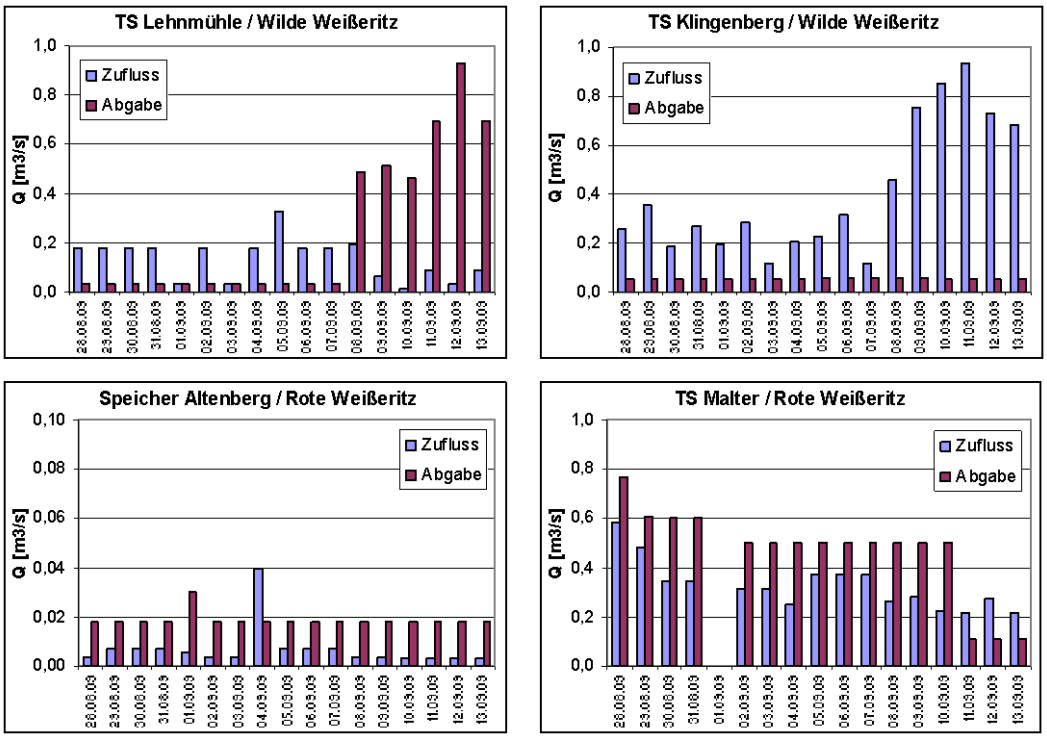


Abb. 6-6: Übersicht über die Wasserhaltung in den Talsperren und Speichern im Einzugsgebiet der Wilden und Roten Weißeritz (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_15075.html)

3.7.2 Vor-Ort-Parameter und Analysenergebnisse

Vor-Ort-Parameter

Die Wassertemperaturen variierten an den Probenahmetagen zwischen 8 und 18 °C. Die Schwankungen sind auf die Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten, Höhenlagen, Gewässertiefen und Wetterlagen zurückzuführen. Die pH-Werte lagen im Untersuchungsgebiet zwischen 4,1 und 8,6 (Abb. 6-5). Deutliche Versauerungstendenzen wurden im Oberlauf der Roten Weißeritz einschließlich des Pöbelbaches über saueren Gesteinen beobachtet. Das pH-Minimum (4,1) befand sich im Langen Grundbach. In den Stadtgebieten von Freital und Dresden wurden höhere pH-Werte (bis 8,6) angetroffen. Hier wurden auch die höchsten elektrischen Leitfähigkeiten gemessen (bis 1100 µS/cm). In den Oberläufen ist die Mineralisation der Wässer insbesondere in siedlungsarmen Gebieten gering (<150 µS/cm), nimmt jedoch bis zur Vereinigung auf bis zu 330 µS/cm zu (Abb. 6-7).

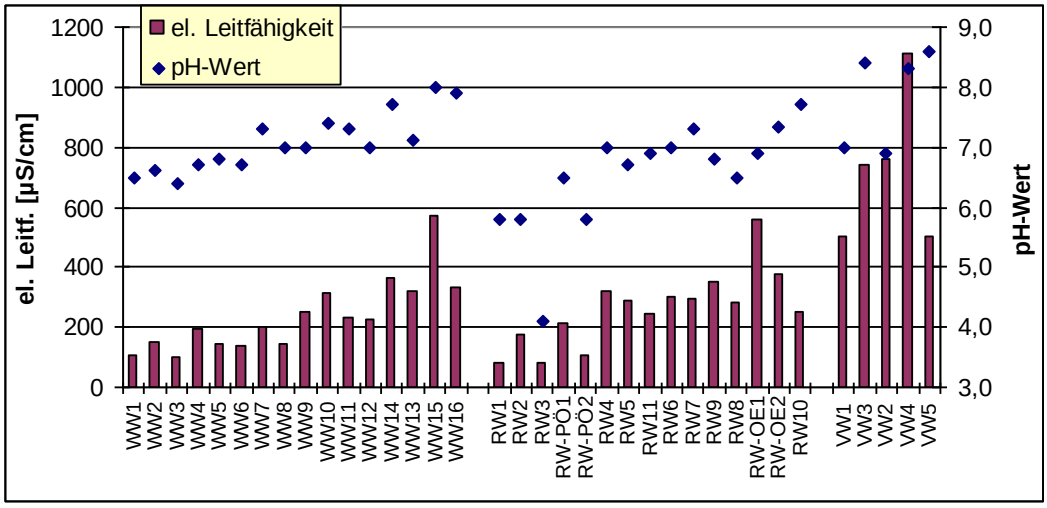


Abb. 6-7: Verlauf der pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten im Einzugsgebiet der Weißeritz

Die bis zum Ausfall des Messgerätes gemessenen Sauerstoffgehalte lagen bei 9 bis 14 mg/l, das entspricht einer Sauerstoffsättigung von 96 bis 110 %. Das Redoxpotential wies mit 320 bis 580 mV in allen Fließgewässern oxidierende Verhältnisse aus. Die Schwebstoffgehalte lagen zwischen 0,28 und 20,7 mg/l. Sie sind aufgrund der Niedrigwasserführung als durchschnittlich einzuschätzen (Tab. 6-9). Mit Ausnahme des pH-Wertes sind bei den Vor-Ort-Parametern keine signifikanten Unterschiede zwischen Wilder und Roter Weißeritz festzustellen. Die Einzelwerte sind in Anlage 2 zusammengestellt.

Tab. 6-9: Übersicht über die Schwankungsbreite der Vor-Ort-Parameter in den Teileinzugsgebieten Wilde (WW), Rote (RW) und Vereinigte Weißeritz (VW)

		W-Temp.	pH	O2-Geh.	O2-Sätt.	el. Leitf.	Eh	Schweb
		[°C]		[mg/l]	[%]	[µS/cm]	[mV]	[mg/l]
WW	Min	8,1	6,4	11,0	110	101	325	0,3
	Max	17,0	8,0	11,0	110	570	459	15,8
	Mittel	12,4	7,1	11,0	110	240	420	3,0
	Median	**12,0**	**7,0**	**(11,0)**	**(110)**	**210**	**430**	**1,6**
	n	*16*	*16*	*3*	*3*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	11,9	4,1	9,2	96	79	374	0,3
	Max	16,7	7,7	14,4	103	560	577	4,3
	Mittel	14,6	6,5	10,4	99	260	440	2,0
	Median	**14,9**	**6,8**	**10,0**	**(100)**	**280**	**430**	**1,9**
	n	*15*	*15*	*10*	*9*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	15,4	6,9	k.A.	k.A.	500	367	2,7

	Max	17,6	8,6	k.A.	k.A.	1110	418	20,7
	Mittel	16,5	7,8	k.A.	k.A.	720	400	6,7
	Median	**(16,3)**	**(8,3)**	**k.A.**	**k.A.**	**(740)**	**(400)**	**(2,8)**
	n	*5*	*5*	*k.A.*	*k.A.*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10

Elementgehalte in Wässern und Sedimenten

Die Spurenelementgehalte in der Wasserphase liegen (teilweise) unter der Bestimmungsgrenze der ICP-MS (Ag, Be, Bi, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, U, V, W). Eine partielle Bestimmung erschwert die Ableitung statistischer Maßzahlen. Liegen weniger als die Hälfte der Analysen unter der Bestimmungsgrenze, kann die Angabe der statistischen Maßzahlen unter Verwendung der halben Bestimmungsgrenze erfolgen. Tab. 6-10 fasst die Wasseranalysen zusammen, die Einzelwerte sind in Anlage 2 enthalten.

Tab. 6-10: Übersicht über die Schwankungsbreite der Elementgehalte in filtrierten (_f) und unfiltrierten (_uf) Wässern in den Teileinzugsgebieten Wilde (WW), Rote (RW) und Vereinigte Weißeritz (VW), Angaben in µg/l

		Ag_f	**Ag_uf**	**Al_f**	**Al_uf**	**As_f**	**As_uf**	**Ba_f**	**Ba_uf**
WW	Min	<0,1	<0,1	7,77	18,6	1,24	1,24	12,2	12,2
	Max	<0,1	<0,1	245	744	9,90	11,6	72,0	72,0
	Mittel	<0,1	<0,1	40,9	137	3,55	3,75	44,4	45,1
	Median	**<0,1**	**<0,1**	**21**	**70**	**2,6**	**2,9**	**44**	**44**
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	<0,1	<0,1	8,66	46,8	1,17	1,17	47,0	47,0
	Max	<0,1	<0,1	562	562	25,5	25,5	76,6	81,3
	Mittel	<0,1	<0,1	115	197	6,02	6,20	61,2	63,3
	Median	**<0,1**	**<0,1**	**23**	**140**	**3,4**	**4,9**	**58**	**64**
	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	<0,1	<0,1	7,09	71,4	0,99	0,99	75,9	75,9
	Max	<0,1	<0,1	19,5	640	6,79	6,79	119	124
	Mittel	<0,1	<0,1	13,2	204	3,10	3,10	93,8	96,4
	Median	**(<0,1)**	**(<0,1)**	**(16)**	**(95)**	**(2,7)**	**(2,7)**	**(90)**	**(90)**
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10

Tab. 6-10: Fortsetzung

	Be_f	**Be_uf**	**Bi_f**	**Bi_uf**	**Cd_f**	**Cd_uf**	**Co_f**	**Co_uf**

WW	Min	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	0,050	0,050	<0,1	<0,1
	Max	0,27	0,41	<0,5	<0,625	1,47	1,47	0,85	0,87
	Mittel	<0,1*	<0,1*	<0,5	<0,625	0,36	0,41	0,12*	0,21*
	Median	**<0,1***	**<0,1***	**<0,5**	**<0,625**	**0,24**	**0,26**	**<0,1***	**0,11***
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	0,085	0,13	<0,1	<0,1
	Max	1,45	1,45	<0,5	<0,625	2,76	2,93	2,75	2,87
	Mittel	0,34*	0,35*	<0,5	<0,625	0,70	0,71	0,49*	0,55*
	Median	**0,14***	**0,14***	**<0,5**	**<0,625**	**0,54**	**0,54**	**0,12***	**0,20***
	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	0,035	0,035	<0,1	<0,1
	Max	<0,1	0,15	<0,5	<0,625	0,34	0,34	1,05	1,11
	Mittel	<0,1	<0,1*	<0,5	<0,625	0,13	0,14	0,33*	0,39*
	Median	**(<0,1)**	**(<0,1)***	**(<0,5)**	**(<0,63)**	**(0,06)**	**(0,13)**	**(<0,1)***	**(0,26)***
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

Tab. 6-10: Fortsetzung

		Cr_f	Cr_uf	Cu_f	Cu_uf	Hg_f	Hg_uf	Li_f	Li_uf
WW	Min	<0,5	<0,625	0,67	0,68	<0,1	<0,1	0,65	0,70
	Max	1,78	1,78	7,75	7,75	<0,1	<0,1	12,7	12,9
	Mittel	0,51*	0,58*	2,26	2,36	<0,1	<0,1	2,84	3,06
	Median	**(<0,5)***	**(<0,5)***	**1,8**	**1,8**	**<0,1**	**<0,1**	**1,8**	**2,1**
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	<0,5	<0,625	2,23	2,31	<0,1	<0,1	1,61	1,61
	Max	2,05	2,14	8,57	8,57	<0,1	<0,1	12,8	12,8
	Mittel	0,68*	0,84*	3,97	4,24	<0,1	<0,1	4,38	4,43
	Median	**0,66***	**0,82***	**3,2**	**4,4**	**<0,1**	**<0,1**	**4,1**	**4,1**
	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	1,68	1,93	0,81	1,60	<0,1	<0,1	8,44	8,45
	Max	2,95	3,84	3,66	3,96	<0,1	<0,1	35,7	35,7
	Mittel	2,06	2,45	2,12	2,74	<0,1	<0,1	17,2	17,3
	Median	**(1,8)**	**(2,0)**	**(2,1)**	**(2,5)**	**(<0,1)**	**(<0,1)**	**(11)**	**(11)**

	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

Tab. 6-10: Fortsetzung

		Mn_f	Mn_uf	Mo_f	Mo_uf	Ni_f	Ni_uf	Pb_f	Pb_uf
WW	Min	0,57	0,84	<0,1	<0,125	0,34	0,40	<0,1	0,19
	Max	168	174	0,75	0,78	4,59	4,59	0,48	6,43
	Mittel	14,9	27,1	0,26*	0,27*	1,40	1,53	0,19*	1,16
	Median	**3,3**	**6,6**	**0,18***	**0,20***	**1,1**	**1,3**	**0,17***	**0,52**
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	2,96	7,68	<0,1	<0,125	0,86	1,07	<0,1	0,31
	Max	109	113	7,52	7,85	8,12	8,25	9,52	13,0
	Mittel	21,5	28,2	0,95*	0,99*	2,62	2,81	1,05*	2,47
	Median	**10**	**25**	**0,22***	**0,26***	**2,3**	**2,6**	**0,24***	**1,2**
	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	1,15	2,60	0,20	0,21	<0,1	<0,125	<0,1	0,34
	Max	276	291	4,93	4,93	1,17	2,14	0,18	2,70
	Mittel	57,9	67,6	1,84	1,88	0,62*	0,86*	0,08*	0,89
	Median	**(2,8)**	**(14)**	**(1,3)**	**(1,4)**	**(0,69)***	**(0,90)***	**(<0,1)***	**(0,44)**
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

Tab. 6-10: Fortsetzung

		Sb_f	Sb_uf	Se_f	Se_uf	Sn_f	Sn_uf	Tl_f	Tl_uf
WW	Min	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Max	0,39	0,42	0,58	<0,625	<0,1	0,13	<0,1	<0,1
	Mittel	0,22*	0,24*	<0,5*	<0,625	<0,1	<0,1*	<0,1	<0,1
	Median	**0,22***	**0,23***	**<0,5***	**<0,625**	**<0,1**	**<0,1***	**<0,1**	**<0,1**
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	0,11	0,13	<0,5	<0,625	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Max	0,42	0,45	<0,5	<0,625	<0,1	0,94	0,30	0,30
	Mittel	0,26	0,28	<0,5	<0,625	<0,1	0,14*	<0,1*	<0,1*
	Median	**0,25**	**0,27**	**<0,5**	**<0,625**	**<0,1**	**<0,1***	**<0,1***	**<0,1***

	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	<0,1	<0,1	0,76	0,76	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Max	0,42	0,43	1,39	1,39	<0,1	0,19	<0,1	<0,1
	Mittel	0,22*	0,24*	0,94	0,94	<0,1	<0,1*	<0,1	<0,1
	Median	**(0,18)***	**(0,20)***	**(0,82)**	**(0,82)**	**(<0,1)**	**(<0,1)***	**(<0,1)**	**(<0,1)**
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

Tab. 6-10: Fortsetzung

		U_f	**U_uf**	**V_f**	**V_uf**	**W_f**	**W_uf**	**Zn_f**	**Zn_uf**
WW	Min	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	2,84	3,54
	Max	1,34	1,34	0,68	1,24	0,05	0,48	45,4	45,4
	Mittel	0,27*	0,28*	0,32*	0,42*	<0,1*	<0,125*	11,6	13,0
	Median	**0,17***	**0,18***	**0,27***	**0,36***	**<0,1***	**<0,125***	**7,5**	**8,3**
	n	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	2,64	6,84
	Max	1,54	1,79	0,55	0,76	0,35	0,44	117	117
	Mittel	0,50*	0,53*	0,32*	0,43*	<0,1*	<0,125*	35,7	36,2
	Median	**0,44***	**0,45***	**0,26***	**0,48***	**<0,1***	**<0,125***	**24**	**24**
	n	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	1,34	1,41	0,56	0,62	<0,1	<0,125	2,19	3,35
	Max	31,4	31,9	1,72	2,64	0,39	0,42	85,3	86,1
	Mittel	9,85	9,96	1,10	1,36	0,13*	0,17*	21,1	24,2
	Median	**(5,8)**	**(5,8)**	**(0,97)**	**(1,1)**	**(<0,1)***	**(<0,13)***	**(6,5)**	**(7,7)**
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

Die Spurenelementgehalte in den Aufschlusslösungen der Sedimente liegen mit Ausnahme einiger Analysen von W generell oberhalb der Bestimmungsgrenze der einzelnen Elemente. Die Schwankungsbreite der Elemente in den Sedimenten <20 µm ist sehr hoch und erreicht häufig eine Zehnerpotenz. Tab. 6-11 gibt einen Überblick über die Schwankungsbreite der Konzentrationen in den Sedimenten, die Einzelwerte sind in Anlage 1 enthalten.

Für die Sedimente (<20 µm) sind signifikante Elementeinträge aus den Teileinzugsgebieten der Roten und der Wilden Weißeritz in die Vereinigte Weißeritz zu verzeichnen. Das betrifft die Elemente **Ag** (RW>WW), **As** (RW>WW), **Be** (RW≈WW), **Bi** (RW), **Cd** (WW≈RW), **Co** (WW>RW), **Cu** (RW), **Pb** (RW>WW) und **Tl** (RW>WW).

Die Diagramme (ab Abb. 6-6) verdeutlichen die regionale Schwankungsbreite der Elemente As, Cu, Cr, Zn (ECO-Liste Schwebstoffe/Sedimente) und Hg, Cd, Pb, Ni (CHEM-Liste Wasser einschließlich EG-TochterRL) sowie weiterer umweltrelevanter Elemente und ihre Einschätzung gemäß WRRL. Gleichzeitig wird in den Karten (ab Abb. 6-7) die Elementverteilung in den Sedimenten <200 µm aus der geochemischen Prospektion (GREIF ET AL. 2004) denen der rezenten Sedimente <20 µm dieser Arbeit gegenübergestellt. Dabei wird nochmals auf die verschiedenen Korngrößen und Aufschlussverfahren (Total – HNO_3/H_2O_2) hingewiesen.

Tab. 6-11: Übersicht über die Schwankungsbreite der Elementgehalte in Sedimenten in den Teileinzugsgebieten Wilde (WW), Rote (RW) und Vereinigte Weißeritz (VW), Angaben in mg/kg, RSD in %

		Ag_S	**Al_S**	**As_S**	**Ba_S**	**Be_S**	**Bi_S**	**Cd_S**	**Co_S**
WW	Min	0,40	36600	25,9	172	3,16	0,66	3,73	14,8
	Max	2,03	51900	676	624	24,0	9,52	61,6	67,0
	Mittel	0,81	43800	180	344	11,6	2,03	16,3	31,7
	RSD	*56*	*10*	*92*	*30*	*60*	*108*	*103*	*49*
	Median	**0,66**	**44000**	**130**	**320**	**11**	**1,3**	**11**	**27**
	n	*16*	*16*	16	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	0,36	40700	41,8	180	4,66	0,74	0,59	13,1
	Max	4,37	68500	1080	1050	108	24,2	29,5	132
	Mittel	1,19	48400	269	528	21,9	5,55	10,3	33,3
	RSD	*86*	*17*	*106*	*46*	*128*	*114*	*65*	*94*
	Median	**0,81**	**45000**	**170**	**500**	**12**	**2,6**	**10**	**19**
	N	*15*	*15*	15	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	0,30	34300	18,5	265	1,74	0,60	1,00	12,2
	Max	0,76	41200	61,0	534	6,40	2,25	7,49	22,1
	Mittel	0,45	36900	41,8	420	3,87	1,10	4,04	15,1
	RSD	*41*	*7*	*44*	*23*	*47*	*61*	*61*	*29*
	Median	**(0,37)**	**(36000)**	**(37)**	**(430)**	**(3,3)**	**(0,97)**	**(4,2)**	**(12)**
	n	*5*	*5*	5	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10

Tab. 6-11: Fortsetzung

		Cr_S	Cu_S	Hg_S	Li_S	Mn_S	Mo_S	Ni_S	Pb_S
WW	Min	36,0	28,0	0,076	44,6	1150	0,69	30,2	102
	Max	90,8	335	0,215	67,2	4760	3,48	110	429
	Mittel	55,6	73,7	0,128	57,6	2340	1,65	58,7	214
	RSD	*25*	*98*	*36*	*13*	*50*	*40*	*36*	*37*
	Median	**57**	**49**	**0,11**	**59**	**1800**	**1,5**	**57**	**210**
	N	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*	*16*
RW	Min	20,6	53,1	0,101	20,6	521	1,12	9,07	121
	Max	95,1	346	0,362	101	4460	7,06	91,5	1060
	Mittel	54,7	114	0,192	70,0	2086	2,69	52,7	344
	RSD	*36*	*76*	*40*	*30*	*57*	*67*	*46*	*70*
	Median	**60**	**78**	**0,18**	**68**	**1500**	**2,0**	**56**	**250**
	N	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*	*15*
VW	Min	48,8	63,9	0,143	28,9	630	1,22	33,5	89,9
	Max	88,2	100	0,429	52,5	1670	4,51	61,8	177
	Mittel	67,7	79,9	0,250	42,9	1200	3,24	45,4	152
	RSD	*22*	*17*	*50*	*21*	*37*	*40*	*29*	*23*
	Median	**(71)**	**(80)**	**(0,17)**	**(43)**	**(1100)**	**(3,5)**	**(42)**	**(160)**
	n	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10

Tab. 6-11: Fortsetzung

		Sb_S	Se_S	Sn_S	Tl_S	U_S	V_S	W_S	Zn_S
WW	Min	0,193	1,61	1,96	0,59	3,52	50,4	<0,1	428
	Max	0,443	8,20	5,12	1,34	13,6	97,2	0,23	1800
	Mittel	0,303	3,44	3,03	0,90	7,39	66,3	0,10*	826
	RSD	*23*	*44*	*29*	*25*	*38*	*18*	*66*	*46*
	Median	**0,30**	**3,3**	**3,0**	**0,93**	**7,0**	**65**	**<0,1***	**670**
	N	16	16	16	16	16	16	16	16
RW	Min	0,117	1,98	1,83	0,76	5,99	21,8	<0,1	121
	Max	0,893	9,15	23,8	1,90	48,1	93,8	6,07	2220
	Mittel	0,343	3,78	6,61	1,26	19,6	62,3	1,12*	937

	RSD	*57*	*60*	*87*	*28*	*83*	*29*	*150*	*63*
	Median	**0,26**	**2,8**	**4,5**	**1,2**	**11**	**67**	**0,38***	**870**
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
VW	Min	0,104	1,58	3,13	0,54	3,57	54,6	<0,1	423
	Max	0,417	3,03	6,01	0,77	9,11	63,8	0,46	1070
	Mittel	0,320	2,24	4,75	0,66	6,84	59,7	0,20*	810
	RSD	*42*	*24*	*24*	*12*	*33*	*7*	*75*	*32*
	Median	**(0,40)**	**(2,3)**	**(4,9)**	**(0,68)**	**(7,2)**	**(60)**	**(0,18)***	**(890)**
	n	5	5	5	5	5	5	5	5

( ) statistisch nicht gesichert, da n<10, * Werte unter der BG mit ½ BG ersetzt

3.7.3 Elemente der ECO-Liste: As, Cr, Cu, Zn

Arsen

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste beträgt nach WEDEPOHL (1995) 2,0 mg/kg. Demgegenüber ist der mittlere As-Gehalt der Gesteine Sachsens mit 13 mg/kg deutlich erhöht. Niedrige bis mittlere Gehalte (<15 mg/kg) treten bereits in quartären und tertiären Sedimenten und in Phylliten auf. Leicht erhöhte As-Gehalte (15 – 25 mg/kg) besitzen Jüngere Granite und saure Vulkanite sowie Konglomerate des Rotliegenden (KARDEL ET AL. 1996). Bezogen auf die OWK, ergeben sich mittlere petrogeochemische As-Gehalte von 10 bis 21 mg/kg (Tab. 6-12).

Arsen ist nach seinem geochemischen Charakter ein Durchläuferelement der wichtigsten Mineralisationen des Erzgebirges und besitzt somit eine großräumige Verbreitung. Anomale Arsengehalte sind praktisch stets an epigenetische Mineralisationen unterschiedlicher Typen gebunden. Die hauptsächlichen Arsenträger sind Bi-Co-Ni-, sulfidische Pb-Zn- und gang- und stockförmige Kassiteritmineralisationen. Die Intensität vieler mineralisationsgebundener Anomalien wird durch bergbau- und verhüttungsbezogene Kontaminationen verstärkt und erschwert die Interpretation der ermittelten Medianwerte hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von der Verbreitung großer lithostratigraphischer Einheiten (GREIF ET AL. 2004).

Für Sachsen ergeben sich sehr hohe As-Hintergrundwerte von Leitbodengesellschaften über Festgesteinen der Grundgebirgseinheiten (geogenen und anthropogenen Ursprungs). Sie unterscheiden sich damit deutlich von den Hintergrundwerten lössbeeinflusster Böden des Erzgebirgsvorlandes und Böden aus periglaziären und glazigenen Ablagerungen, die aus As-armen Substraten hervorgegangen sind. Beim Vergleich der As-Gehalte der Bodenhorizonte ist deutlich sichtbar, dass im Oh-Horizont und im mineralischen Oberboden eine deutliche As-Anreicherung gegenüber dem Unterboden stattfindet, die durch hohe anthropogene Einträge und eine bevorzugte Sorption an die organische Substanz verursacht wird (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK, ergeben sich mittlere As-Gehalte für die Unterböden von 15 bis 27 mg/kg (Tab. 6-12).

In den Bachsedimenten <200 µm sind bei einem allgemein erhöhten Niveau der Arsengehalte im Erzgebirge deutliche Anomalien (>240 mg/kg) erkennbar, z.B. im Bereich der Lagerstätte Sadisdorf. Für die OWK ergeben

sich für die Bachsedimente <200 µm mittlere Gehalte von 12 bis 180 mg/kg (Tab. 6-12), die die Dispersion und Akkumulation in den Fließgewässern verdeutlichen.

Der Blick auf die Karte der Arsenverteilung in Sedimenten (Abb. 6-9) zeigt trotz der Unterschiede in der Korngröße und dem Aufschlussverfahren sehr deutlich die enge Beziehung zwischen den As-Konzentrationen an der Mündung und im zugehörigen (Teil)Einzugsgebiet. Am Beispiel des Oelsabaches und des Reichstädter Baches wird auch deutlich, dass erhöhte Konzentrationen im Flussverlauf durch unbelastete Nebenbäche verdünnt werden können. An den beiden Hauptläufen stellt sich ebenfalls eine Verdünnung bis zum Zusammenfluss ein (Wilde Weißeritz: 384 → 242 → 163 → 44 mg/kg, Rote Weißeritz: 656 → 278 → 460 → 172 mg/kg), wobei dieser Effekt in der Roten Weißeritz aufgrund der höheren Mineralisationsdichte geringer ist. Hauptproblemgebiet für das Arsen im Weißeritzeinzugsgebiet stellt das Revier Schmiedeberg-Niederpöbel-Sadisdorf im Teileinzugsgebiet Pöbelbach → Rote Weißeritz, das auch bei der Darstellung der Ergebnisse der pedogeochemischen Prospektion und der Bodenmessnetze deutlich auffällt (Abb. 6-10).

Die Arsengehalte schwanken zwischen 0,99 und 26 µg/l in den untersuchten Wässern und zwischen 25,9 und 1080 mg/kg in den Sedimenten <20 µm (Abb. 6-8). Damit erfüllen nur 4 Punkte die Forderungen der WRRL (40 mg/kg), die im Schloitzbach und am Unterlauf der Weißeritz liegen (WW15, VW1, VW3, VW4).

Im Wasser der Wilden Weißeritz findet sich der höchste As-Gehalt im Wasser (12 µg/l) bereits am Input-Punkt am Pegel Rehefeld 2. Oberhalb (auf dem Gebiet der Tschechischen Republik) befindet sich die Lagerstätte Moldava-Vápenice (bis 1993 Abbau von Fluorit, Baryt, historischer Bergbau auf Ag-, Pb-, Cu-Sulfide), die vermutlich auch im grenznahen Oberlauf der Freiberger Mulde eine Quelle für erhöhte As-Konzentrationen ist (GREIF & KLEMM 2009). In den Sedimenten ist ebenfalls der Oberlauf der Wilden Weißeritz durch erhöhte Arsengehalte (bis 676 mg/kg) gekennzeichnet, die allein lithogen nicht zu erklären sind.

Im Teileinzugsgebiet der Roten Weißeritz fällt insbesondere der Pöbelbach unterhalb des Schmiedeberg-Sadisdorfer Reviers durch maximale As-Konzentrationen sowohl in den Wässern (26 µg/l) als auch in den Sedimenten <20 µm (1080 mg/kg) auf. Die Beprobung des Saubaches oh. des Reviers war aufgrund des Gefälles und fehlender Sedimentationsräume im tw. ausgebauten Flussbett nicht möglich. Der Pöbelbach am Pegel Bärenstein zeigt ebenfalls hohe As-Gehalte im Sediment. Dafür dürften auch die kleinräumigen Mineralisationen im Schellerhauer Granit verantwortlich sein.

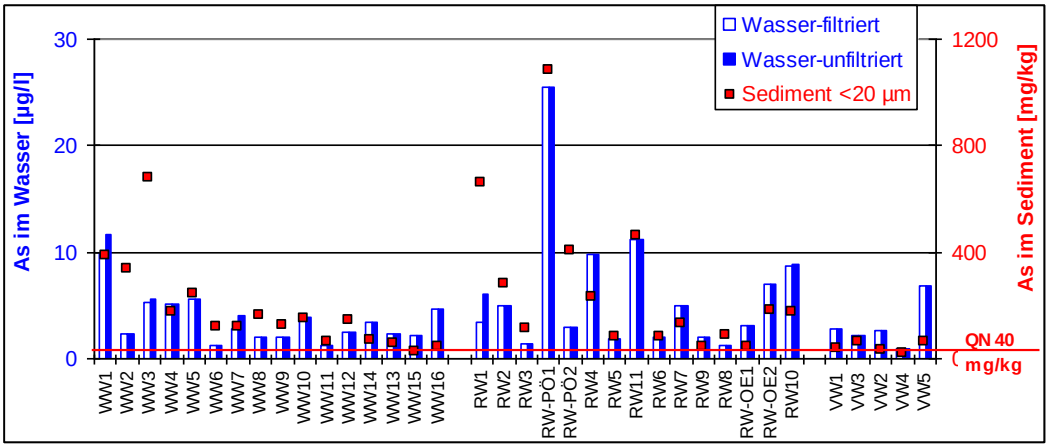
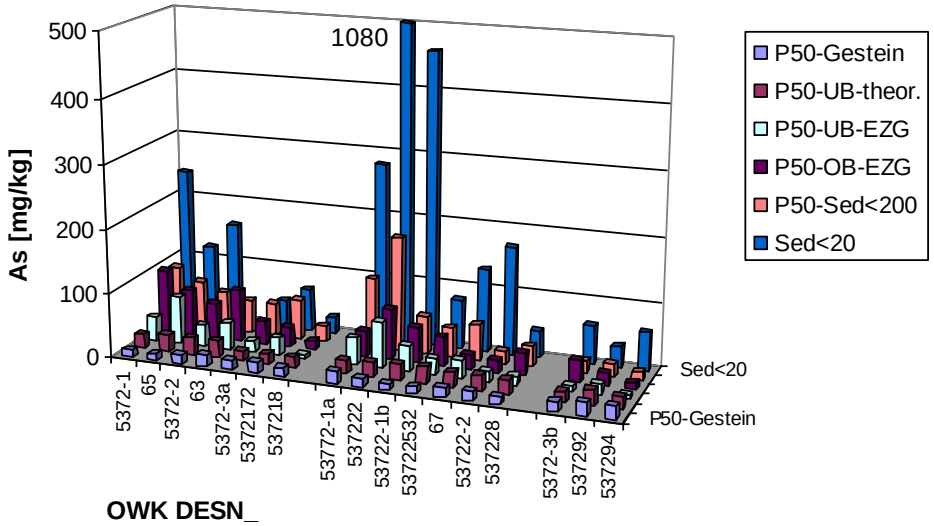


Abb. 6-8: Schwankungsbreite der Arsengehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-12: Übersicht über As-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, da geringer Flächenanteil - keine Angaben

Kompartiment	**Ge-stein** theor.	**Unter-boden** theor.	**Unter-boden** Prosp.	**Unterbo-den** real	**Oberbo-den** real	**Sedi-ment** Prosp.	**Sedi-ment**	***Was-ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20 µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	11	23	(80)	37	100	94	**240**	***5,7***
DESN_065	10	27	(15)	74	73	74	**120**	***1,2***
DESN_5372-2	14	27	(17)	34	55	62	**160**	***2,0***
DESN_063	18	27	-	42	82	52	**-**	**-**
DESN_5372-3a	15	15	-	18	36	52	**44**	***4,7***
DESN_5372172	18	16	(23)	28	31	63	**67**	***3,4***
DESN_537218	13	16	-	6,4	14	25	**26**	***2,2***
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	19	21	50	43	40	110	**280**	***5,0***
DESN_537222	13	24	100	72	80	180	**1080**	***26***

DESN_53722-1b	10	26	36	41	56	59	**460**	***11***
DESN_53722532	11	27	23	26	45	46	**78**	***2,0***
DESN_067	15	24	(24)	27	23	56	**130**	***4,9***
DESN_53722-2	14	24	-	16	19	19	**170**	***8,8***
DESN_537228	12	23	(27)	14	36	32	**42**	***3,1***
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	16	15	**-**	10	35	19	**61**	***6,8***
DESN_537292	21	23	-	18	19	19	**33**	***2,2***
DESN_537294	21	19	-	5,6	10	12	**60**	***2,7***



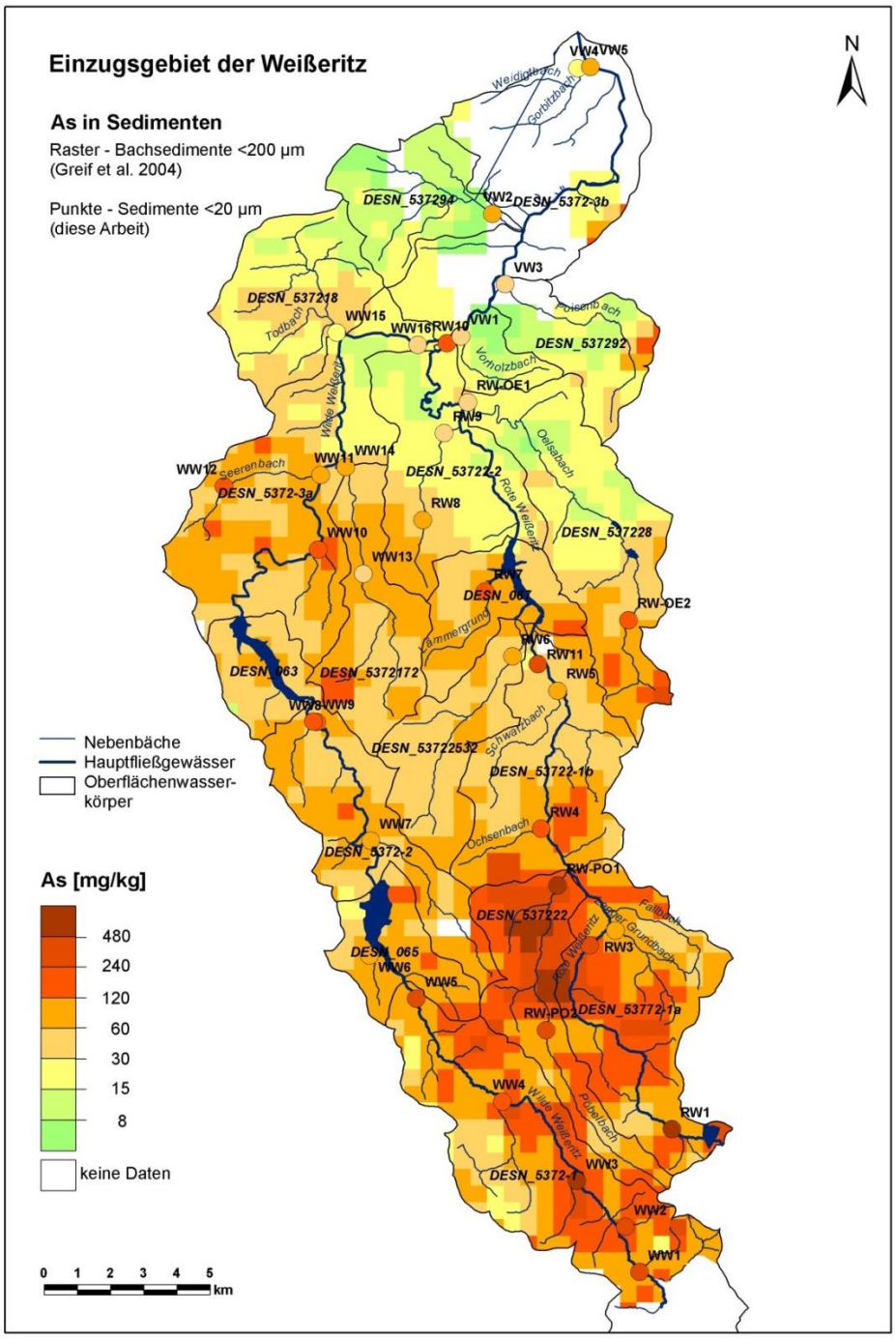


Abb. 6-9: Gegenüberstellung der As-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

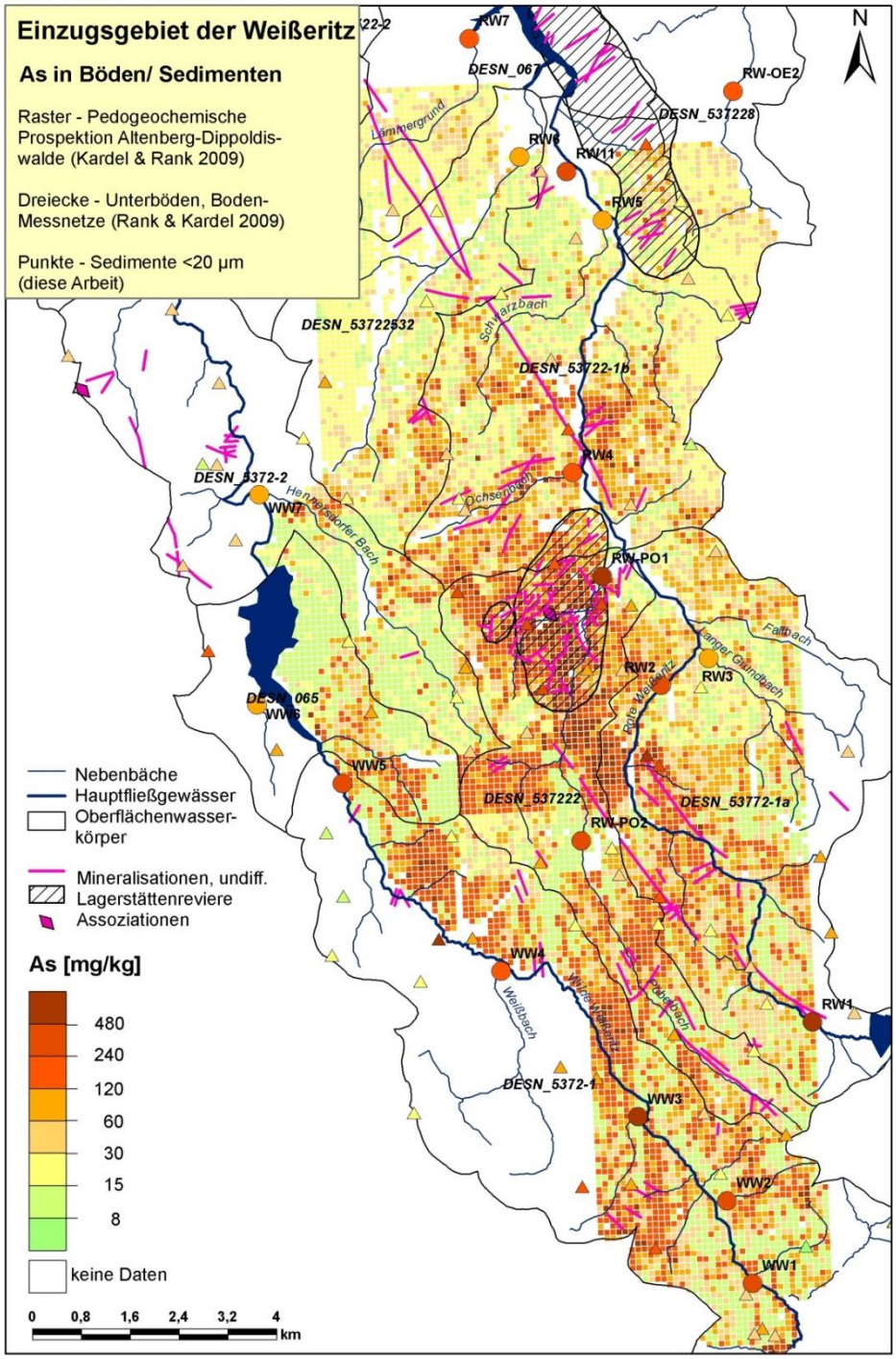


Abb. 6-10: Gegenüberstellung der As-Gehalte in Böden (pedogeochemische Prospektion und Bodenmessnetze) und Sedimenten <20 µm im oberen Einzugsgebiet der Weißeritz

Chrom

Die Cr-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 35 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Das Element Cr erfährt in basischen bis ultrabasischen Gesteinen eine deutliche Anreicherung (>100 mg/kg). Die sauren Magmatite, Vulkanite und Orthometamorphite zeichnen sich durch extrem niedrige Cr-Gehalte aus (<12 mg/kg). Für den Schellerhauer Granit werden nur 3 mg/kg angegeben (KARDEL 2009). Im Verwitterungsprozess und während des anschließenden Transports wird Cr im Al- und Fe-reichen Detritus angereichert. Somit können Parametamorphite partiell Cr akkumuliert haben und Konz. von 48 - 96 mg/kg erreichen (KARDEL ET AL. 1996). Für die OWK schwanken die mittleren gesteinsinduzierten Cr-Gehalte zwischen 7,0 und 50 mg/kg (Tab. 6-13). Da Cr aus lagerstättenkundlicher Sicht in Sachsen keine Rolle spielt, sind die großen Unterschiede in den Cr-Gehalten der Bachsedimente lithologisch bedingt (GREIF ET AL. 2004). Das gilt auch für die regionale Cr-Verteilung in den Böden, wobei der Cr-Gehalt der Böden in der Regel in der Größenordnung der Ausgangsgesteine liegt (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK bedeutet das eine Schwankungsbreite der mittleren Cr-Gehalte von 33 - 53 mg/kg in den Unterböden. Der streng lithogene Charakter setzt sich auch in den Bachsedimenten <200 µm fort: geringe Cr-Gehalte (<32 mg/kg) über sauren Magmatiten, Vulkaniten und Orthometamorphiten, mittlere Cr-Konzentrationen (32 - 57 mg/kg) über Paragneisen, leicht erhöhte Cr-Konzentrationen (57 - 100 mg/kg) über Phylliten (Abb. 6-12). Eine anthropogene Beeinflussung der Cr-Gehalte ist in Bachsedimenten sehr selten anzutreffen (GREIF ET AL. 2004). Die Differenzierung der mittleren Cr-Gehalte in Bachsedimenten <200 µm bewegt sich in den OWK zwischen 10 und 57 mg/kg (Tab. 6-13).

Für das Element Chrom erfüllen alle untersuchten Proben die Umweltqualitätsnorm (QN) der WRRL für Schwebstoffe/Sedimente (640 mg/kg). Die Cr-Gehalte schwanken in den Sedimenten nur gering, das Maximum liegt bei 95 mg/kg. Die Anreicherung von Cr in der Feinfraktion der Sedimente (<20 µm) ist selbst bei dem angewendeten „milden“ Aufschluss mit HNO_3/H_2O_2 nachzuweisen. Die niedrigsten Gehalte wurden lithogen bedingt im Oberlauf der Roten Weißeritz (DESN_53772-1a) einschließlich des Pöbelbachs angetroffen (Abb. 6-11). Im Wasser lagen zahlreiche Werte, besonders im Bereich der Wilden Weißeritz, unter der BG von 0,5/0,625 µg/l. Die höchsten Gehalte wurden im Teilgebiet der Vereinigten Weißeritz (bis 3,8 µg/l) bestimmt.

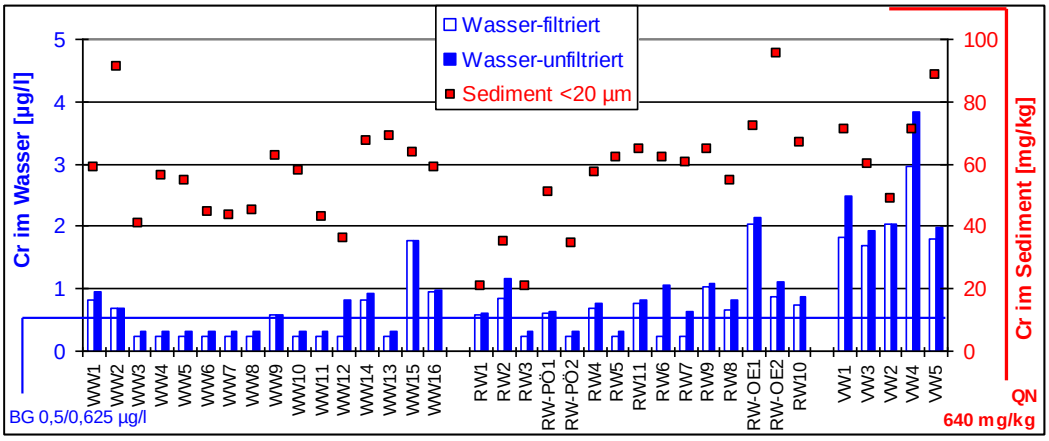
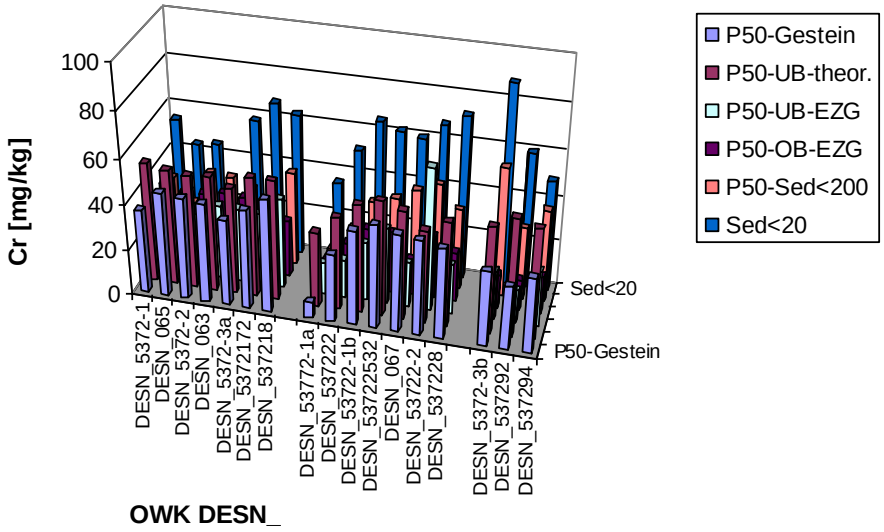


Abb. 6-11: Schwankungsbreite der Chromgehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-13: Übersicht über Cr-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, da geringer Flächenanteil - keine Angaben

Kompartiment	Ge-	Unter-	Unter-	Unterbo-	Oberbo-	Sedi-	Sedi-	*Was-*

	stein theor.	**boden** theor.	**boden** Prosp.	**den** real	**den** real	**ment** Prosp.	**ment**	***ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	37	53	-	33	34	32	54	*<0,625*
DESN_065	46	51	-	26	31	22	44	*<0,625*
DESN_5372-2	45	50	-	28	32	37	45	*<0,625*
DESN_063	44	51	-	33	34	36	-	-
DESN_5372-3a	38	47	-	33	33	32	58	*0,99*
DESN_5372172	44	53	-	32	30	37	67	*0,92*
DESN_537218	50	53	-	40	25	42	63	*1,8*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	7,0	33	-	14	10	10	35	*1,2*
DESN_537222	30	41	-	17	19	21	51	*0,63*
DESN_53722-1b	42	48	-	26	27	34	65	*0,82*
DESN_53722532	46	51	-	34	27	37	62	*1,0*
DESN_067	43	48	-	20	16	42	60	*0,64*
DESN_53722-2	42	41	-	63	28	46	67	*0,88*
DESN_537228	40	46	-	22	22	36	72	*2,1*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	33	47	**-**	22	15	57	88	*2,0*
DESN_537292	28	52	-	15	14	32	60	*1,9*
DESN_537294	33	49	-	25	17	41	49	*2,0*


Cr [mg/kg]
100
80
60
40
20
0
DESN_5372-1
DESN_065
DESN_5372-2
DESN_063
DESN_5372-3a
DESN_5372172
DESN_537218
DESN_53772-1a
DESN_537222
DESN_53722-1b
DESN_53722532
DESN_067
DESN_53722-2
DESN_537228
DESN_5372-3b
DESN_537292
DESN_537294
OWK DESN_
Sed<20
P50-Gestein
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20

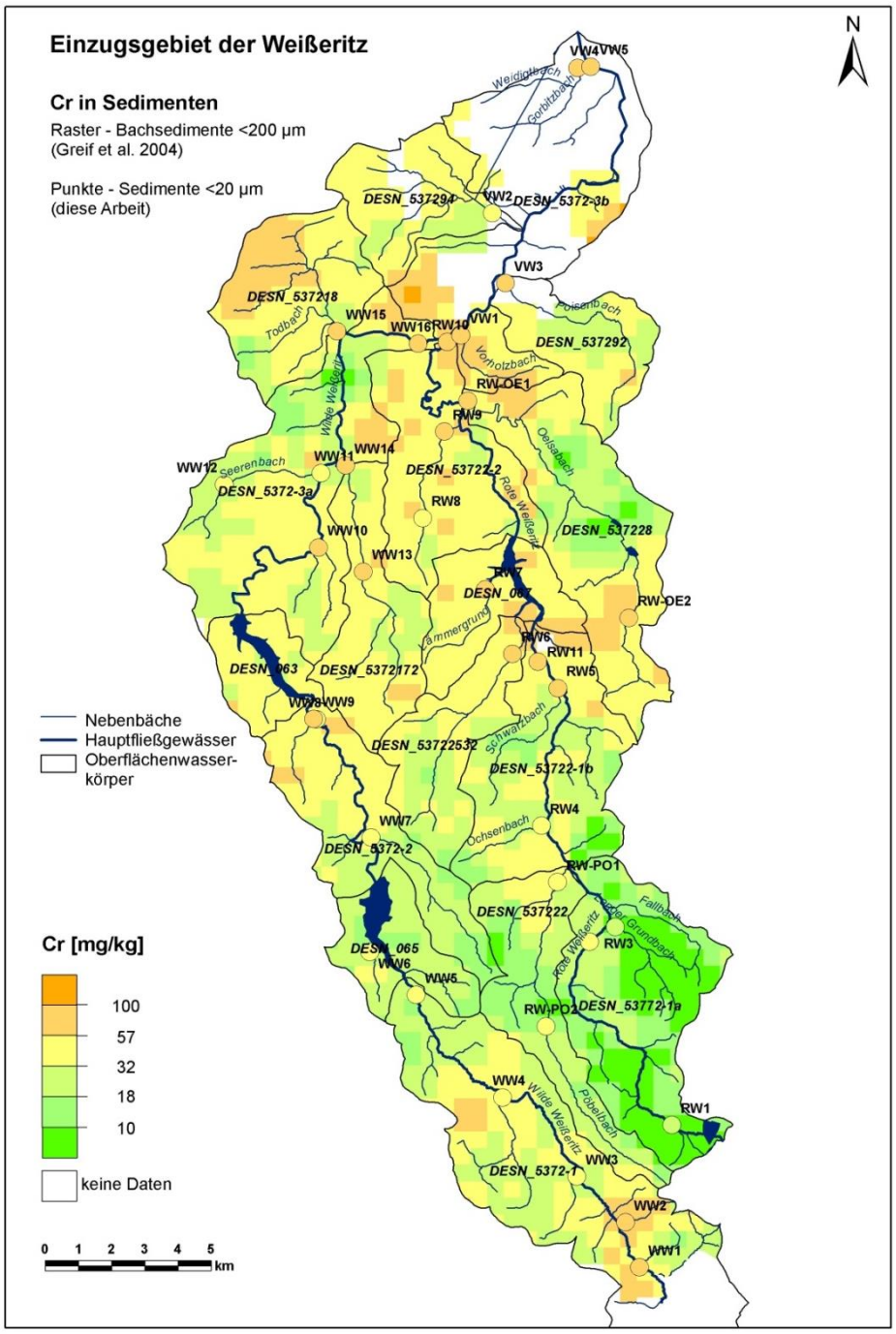


Abb. 6-12: Gegenüberstellung der Cr-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Kupfer

Die Cu-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 14 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Analog zu Cr und Ni, ist Cu vor allem in basischen und ultrabasischen Gesteinen angereichert. Demgegenüber treten die niedrigsten Cu-Gehalte vorwiegend in sauren Gesteinen auf. Zusätzliche geogene Cu-Anreicherungen sind vor allem im Erzgebirge über den hier weitverbreiteten Mineralisationen zu finden. Der Anteil des Cu aus den Gesteinen beläuft sich für die einzelnen OWK im Mittel zwischen 5 bis 24 mg/kg (Tab. 6-14). Die regionale Verteilung erhöhter Cu-Gehalte im Boden wird vor allem durch die Verbreitung von basischen Substraten bestimmt. Extrem niedrige Cu-Gehalte sind in den Verwitterungsböden über sauren Magmatiten, Metagraniten und Sandsteinen zu beobachten. In den Unterböden beträgt der theoretische Cu-Gehalt in den OWK im Mittel 12 bis 20 mg/kg. Die Cu-Gehalte der Bachsedimente <200 µm zeigen nur partiell die typischen Differenzierungstendenzen basischer Elemente gemäß des geologischen Aufbaus. Zusätzlich tritt Cu als Komponente vieler Mineralisationen in Erscheinung. Geringe Cu-Gehalte (<18 mg/kg) in Verbreitungsgebieten von sauren Magmatiten und Orthometamorphiten stehen mittleren Cu-Gehalten in Parametamorphiten (bis 31 mg/kg) gegenüber. Darüber hinaus fallen kontrastreiche Cu-Anreicherungen (>100 mg/kg) in den Lagerstättenrevieren (Sadisdorf, Pretzschendorf) auf. Für die OWK konnten mittlere Cu-Gehalte von 16 bis 49 mg/kg ermittelt werden.

Die Cu-Gehalte in den Sedimenten <20 µm bewegen sich i. A. zwischen 30 und 130 mg/kg. An 4 Punkten wird die QN für Schwebstoffe/Sedimente von 160 mg/kg überschritten: WW9, RW-PÖ1, RW4, RW11 (Abb. 6-13). Die Beeinflussungen sind vorwiegend auf Mineralisationen zurückzuführen (WW9 Pretzschendorf, RW-PÖ1 / RW4 Schmiedeberg-Niederpöbel-Sadisdorf). Die Cu-Gehalte am Punkt RW11 können sowohl aus Mineralisationen als auch aus dem Stadtgebiet von Dippoldiswalde stammen. Erhöhte Cu-Konzentrationen in den Wässern spiegeln sich fast immer in erhöhten Cu-Konzentrationen der Sedimente wider. Die Korrelation der Cu-Gehalte in Wasser und Sediment des Lattenbachs ist so ausgeprägt, dass sie eindeutig mineralisationsbedingten Ursachen zuzuordnen ist. Die Cu-Konzentrationen schwanken in den Wässern zwischen <1 und 8,6 µg/l. Im Oberlauf der RW finden sich gegenüber der WW erhöhte Cu-Gehalte in den Wässern (und Sedimenten), die möglicherweise auch eine Folge der niedrigen pH-Werte (pH<6) darstellen.

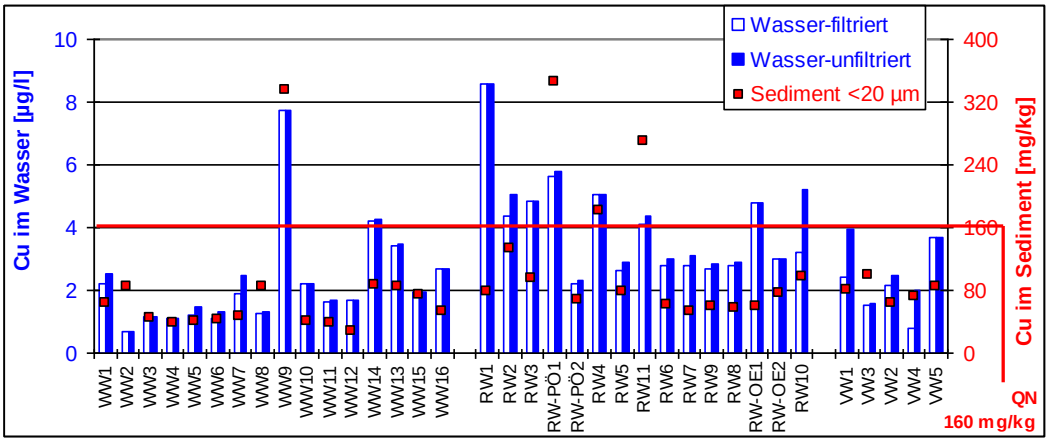
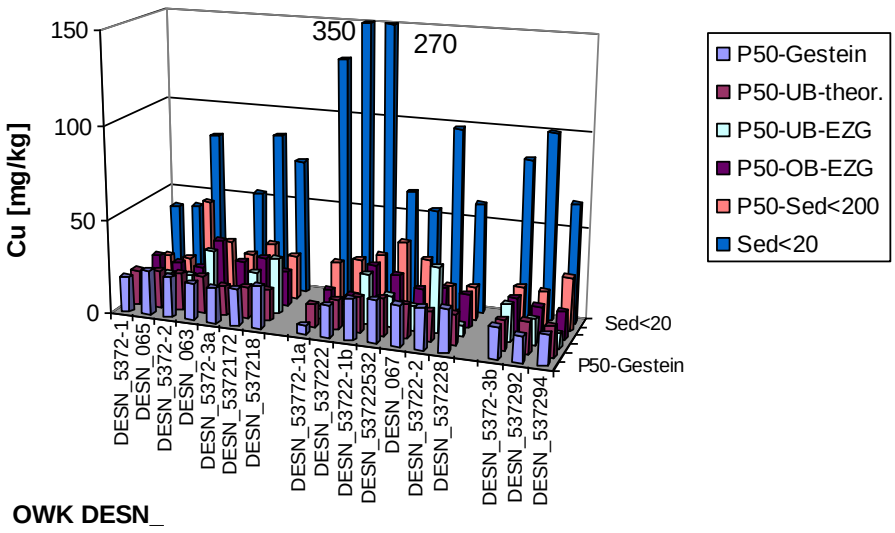


Abb. 6-13: Schwankungsbreite der Kupfergehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-14: Übersicht über Cu-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, da geringer Flächenanteil - keine Angaben

Kompartiment	Ge-	Unter-	Unter-	Unterbo-	Oberbo-	Sedi-	Sedi-	*Was-*

	stein theor.	**boden** theor.	**boden** Prosp.	**den** real	**den** real	**ment** Prosp.	**ment**	***ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	19	19	(17)	10	20	16	41	*1,5*
DESN_065	24	20	(15)	15	17	16	42	*1,3*
DESN_5372-2	22	20	(15)	15	16	49	83	*1,3*
DESN_063	20	20	-	30	32	28	-	-
DESN_5372-3a	19	16	-	7,0	22	22	53	*2,7*
DESN_5372172	20	17	(31)	21	25	29	86	*4,2*
DESN_537218	23	17	-	30	19	24	73	*2,0*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	5,0	12	10	5,4	12	23	130	*5,0*
DESN_537222	17	16	16	9,5	10	26	350	*5,8*
DESN_53722-1b	22	19	24	27	28	30	270	*4,4*
DESN_53722532	23	20	28	17	24	38	62	*3,0*
DESN_067	22	18	(28)	13	18	30	53	*3,1*
DESN_53722-2	22	16	-	35	20	17	98	*5,2*
DESN_537228	23	16	(23)	5,9	18	18	59	*4,8*
Vereinigte Wei-ßeritz								
DESN_5372-3b	17	16	**-**	20	19	21	85	*3,7*
DESN_537292	14	17	-	14	16	20	100	*1,6*
DESN_537294	16	16	-	7,9	15	29	64	*2,5*


150
100
50
0
Cu [mg/kg]
350
270
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein
DESN_5372-1
DESN_065
DESN_5372-2
DESN_063
DESN_5372-3a
DESN_5372172
DESN_537218
DESN_53772-1a
DESN_537222
DESN_53722-1b
DESN_53722532
DESN_067
DESN_53722-2
DESN_537228
DESN_5372-3b
DESN_537292
DESN_537294
OWK DESN_

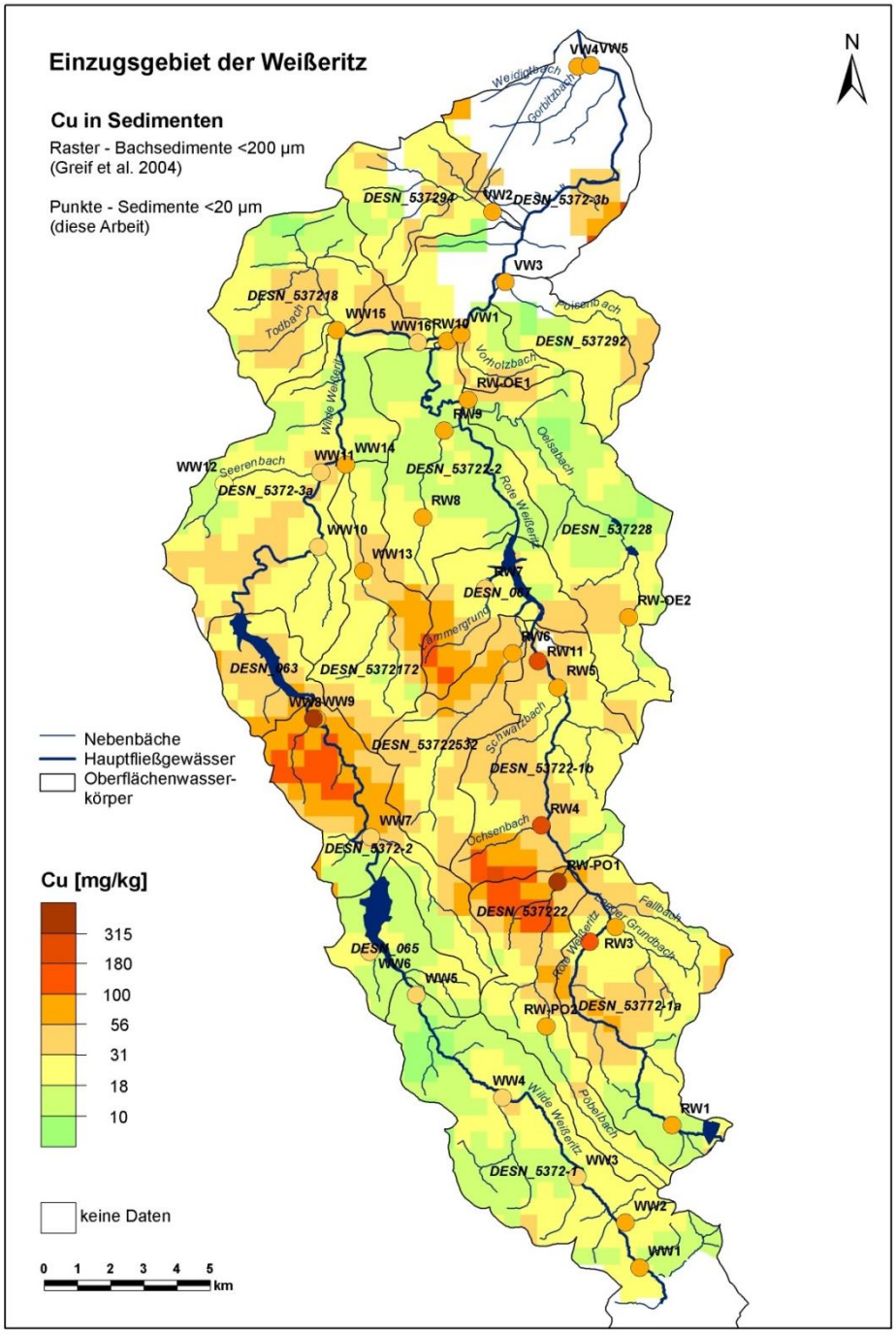


Abb. 6-14: Gegenüberstellung der Cu-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Zink

Die Zn-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 52 mg/kg (WEDEPOHL, 1995), kann aber in den unterschiedlichen Gesteinstypen stark schwanken. Im Erzgebirge heben sich die sauren Magmatite und Orthometamorphite größtenteils durch ihre niedrigen Zn-Gehalte (30 – 60 mg/kg) gut von den sie umgebenden kambrordovizischen Sedimenten (u.a. Phyllite) und Metamorphiten (>75 mg/kg) ab (KARDEL ET AL., 1996). Zum lithogenen Zn-Bestand addiert sich lokal ein chalkogener Anteil aus Zinkblende-führenden polymetallischen Lagerstätten. Bezogen auf die OWK ergeben sich mittlere petrogeochemisch indizierte Zn-Gehalte von 59 bis 89 mg/kg (Tab. 6-15).

Die regionale Verbreitung erhöhter Zn-Gehalte in den sächsischen Böden wird vor allem durch die geogene Prägung der Substrate verursacht (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK ergeben sich ähnliche mittlere Zn-Gehalte für Unterböden 58 bis 110 mg/kg wie für die Gesteine (Tab. 6-15).

Über die Zn-Gehalte in den Bachsedimenten (<200 µm) lassen sich die sauren Magmatite und Rhyolithe sowie Sedimente der Kreide mit geringen Zn-Gehalten (<43 mg/kg) lithologisch identifizieren. Im Verbreitungsgebiet der Gneise wird die lithologische Beschreibung durch Mineralisationen sowie anthropogene Prozesse erschwert. Bezogen auf die OWK ergeben sich für die Bachsedimente tw. erhöhte mittlere Zn-Gehalte von 95 bis 370 mg/kg (Tab. 6-15).
Im Einzugsgebiet der Weißeritz überschreiten 17 von 36 analysierten Werten die QN für Schwebstoffe/Sedimente von 800 mg/kg. Die Schwankungsbreite beträgt mit 120 bis 2200 mg/kg mehr als eine Zehnerpotenz (Abb. 6-15).
Im Teilgebiet der Wilden Weißeritz korrelieren die Zn-Gehalte in den Wässern gut mit denen der Sedimente, wobei die Zn-Gehalte der Wässer generell auf niedrigerem Niveau (bis 45 µg/l) als im Teilgebiet Rote Weißeritz (bis 120 µg/l) liegen. Obwohl die Fließgewässer im Gebiet der Vereinigten Weißeritz generell durch die Lebenstätigkeit im Stadtgebiet Freital/Dresden anthropogen geprägt werden, ist die Zn-Konzentration von 86 µg/l im Wasser des Poisenbachs erwähnenswert.

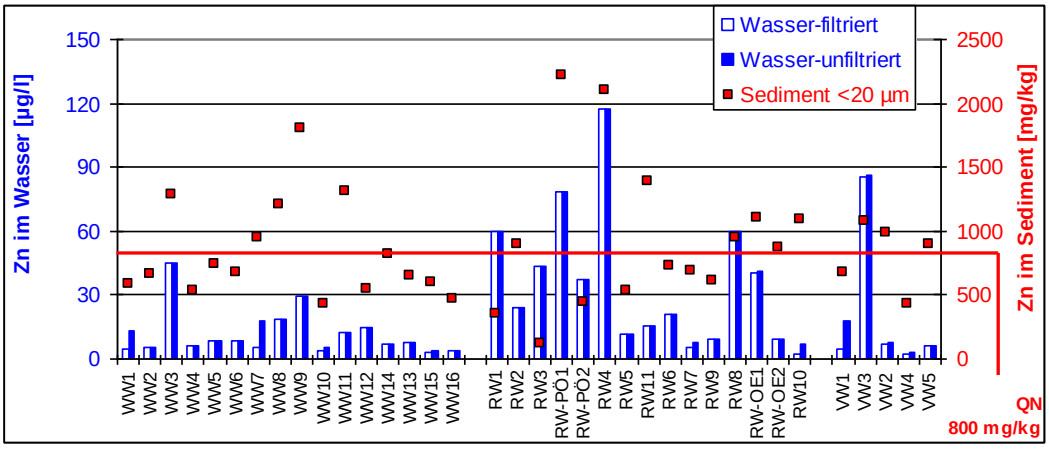
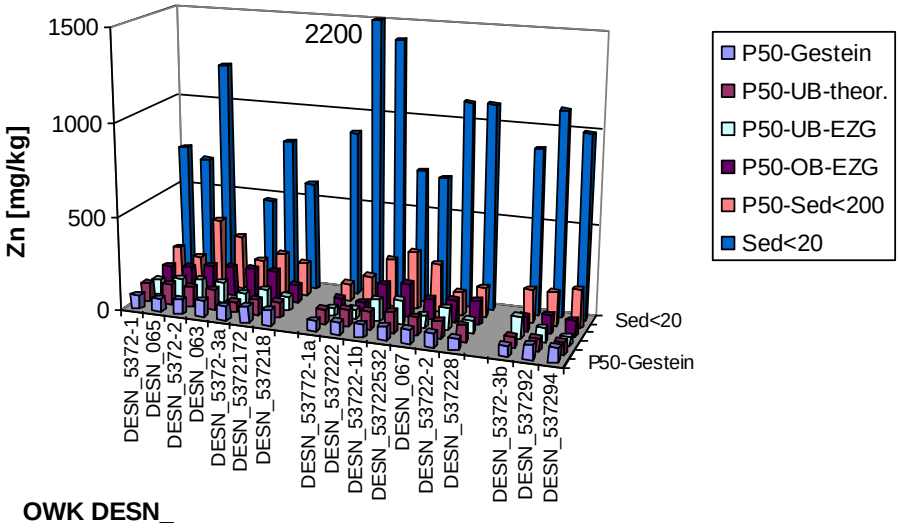


Abb. 6-15: Schwankungsbreite der Zinkgehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-15: Übersicht über Zn-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, da geringer Flächenanteil - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	74	100	(74)	81	120	190	730	*8,2*
DESN_065	71	110	(81)	100	130	150	670	*8,5*
DESN_5372-2	82	110	(79)	110	150	370	1200	*18*
DESN_063	90	110	-	110	160	290	-	*-*
DESN_5372-3a	75	58	-	63	160	170	470	*3,8*
DESN_5372172	89	86	(100)	100	160	220	810	*7,3*
DESN_537218	85	86	-	75	98	180	590	*3,5*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	59	78	50	42	54	95	890	*24*
DESN_537222	66	93	74	50	48	150	2200	*78*
DESN_53722-1b	71	100	130	120	160	260	1400	*16*
DESN_53722532	75	110	120	130	180	310	720	*21*
DESN_067	79	99	(100)	63	110	260	690	*8,1*
DESN_53722-2	73	93	-	120	120	120	1100	*6,8*
DESN_537228	62	87	(110)	69	130	160	1100	*41*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	59	58		120	78	180	890	*6,5*
DESN_537292	77	66		75	100	180	1100	*86*
DESN_537294	81	61		44	87	210	990	*7,7*


1500
1000
500
0
Zn [mg/kg]
2200
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein
DESN_5372-1
DESN_065
DESN_5372-2
DESN_063
DESN_5372-3a
DESN_5372172
DESN_537218
DESN_53772-1a
DESN_537222
DESN_53722-1b
DESN_53722532
DESN_067
DESN_53722-2
DESN_537228
DESN_5372-3b
DESN_537292
DESN_537294
OWK DESN_

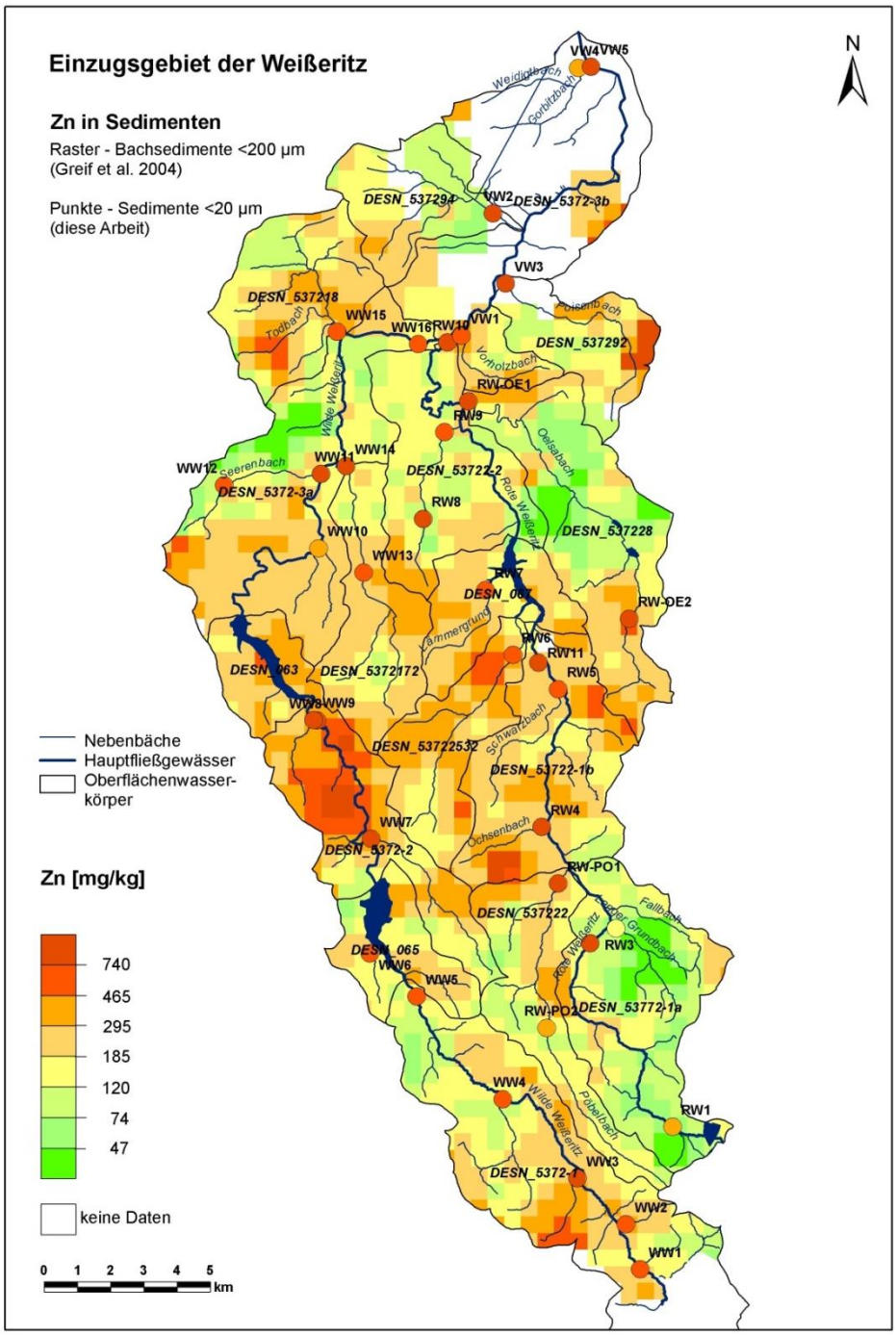


Abb. 6-16: Gegenüberstellung der Zn-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

3.7.4 Elemente der CHEM-Liste und EG-TochterRL: Cd, Hg, Pb, Ni

Cadmium

Die Cd-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,10 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Aufgrund seiner chemischen Verwandtschaft zum Zink kommt es fast ausschließlich mit diesem vor, insbesondere in zinkführenden Mineralen und Gesteinen. Beim Vergleich der substratbezogenen Hintergrundwerte lassen sich bei Cd beträchtliche Gehaltsunterschiede feststellen. Verwitterungsböden über Festgestein besitzen gegenüber Böden aus Löss und periglaziären Decksedimenten deutlich höhere Gehalte, die unter dem Einfluss geogener Mineralisationsprozesse (z. B. über Paragneis) bzw. unter dem Einfluss von Hüttenemissionen weiter ansteigen können (RANK ET AL. 1999). Für die Gesteine werden OWK-bezogene mittlere Cd-Gehalte von 0,10 bis 0,28, für die Unterböden 0,29 bis 0,52 mg/kg berechnet (Tab. 6-16). Real sind aber die Cd-Gehalte in den Böden aufgrund o.g. Ursachen deutlich höher (bis 1,1 mg/kg im Mittel in den Oberböden, DESN_063). Für Bachsedimente <200 µm liegen einige Analysen vor, die in Abb. 6-18 als Einzelwerte dargestellt sind. Ihr Konzentrationsbereich reicht bezogen auf die OWK von 0,5 bis 5,2 mg/kg.

Im Weißeritz-Einzugsgebiet zeigen sich die aktuell ermittelten Cd-Konzentrationen sehr differenziert. Die Cd-Gehalte in den Sedimenten <20 µm schwanken zwischen 0,59 und 62 mg/kg über zwei Zehnerpotenzen, wobei die höchsten Gehalte oberhalb der Talsperre Klingenberg (WW8) und im Lattenbach (WW9) zu finden und wahrscheinlich chalkogener Natur sind. Die QN von 1 µg/l für die Gesamtprobe (Wasser) wird an drei Punkten überschritten: WW9, RW4, RW8 (Abb. 6-17). In allen Fällen sind Beeinflussungen durch anstehende Mineralisationen die wahrscheinlichste Ursache. Die WRRL fokussiert jedoch in ihrer Tochterrichtlinie auf die Cd-Konzentrationen in der filtrierten Phase. Dabei liegt die QN, die von der Wasserhärte abhängig ist, mehr als eine Zehnerpotenz niedriger. Geht man von einer geringen Wasserhärte von <50 mg $CaCO_3$/l aus, ist eine QN von 0,08 µg/l im Jahresdurchschnitt (JD-UQN) und eine QN von 0,45 µg/l als zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) einzuhalten. Abb. 6-17 zeigt, dass die QN von 0,08 nur in 4 Bächen im Unterlauf eingehalten wird: WW15, VW1, VW2, VW4.

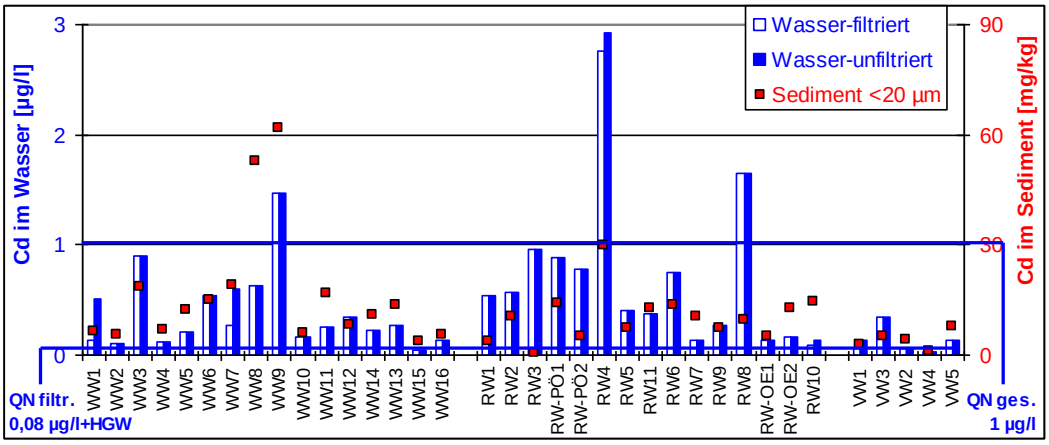
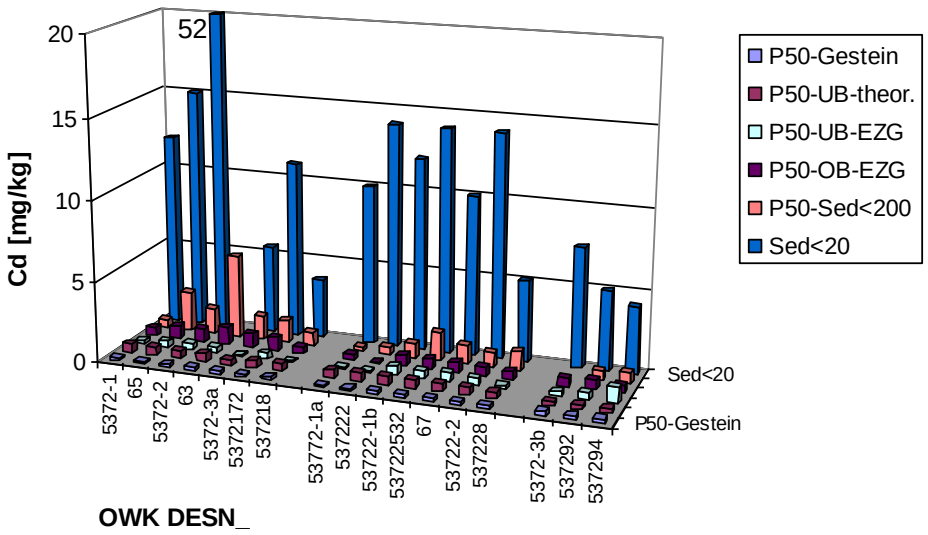


Abb. 6-17: Schwankungsbreite der Cd-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-16: Übersicht über Cd-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Sediment	Sediment	*Wasser*

	theor.	theor.	Prosp.	real	real	Prosp.		
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	0,17	0,52	-	0,20	0,51	(0,50)	12	*0,20*
DESN_065	0,18	0,52	-	0,38	0,80	(2,5)	15	*0,54*
DESN_5372-2	0,19	0,52	-	0,39	0,80	(1,6)	52	*0,63*
DESN_063	0,20	0,52	-	0,40	1,1	(5,2)	-	-
DESN_5372-3a	0,18	0,29	-	0,04	0,90	(1,5)	5,5	*0,13*
DESN_5372172	0,20	0,46	-	0,38	0,86	(1,4)	11	*0,22*
DESN_537218	0,21	0,46	-	0,09	0,44	(0,83)	3,7	*0,05*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	0,10	0,50	-	0,13	0,38	(0,26)	10	*0,57*
DESN_537222	0,15	0,51	-	0,05	0,05	(0,49)	14	*0,89*
DESN_53722-1b	0,18	0,52	-	0,57	0,70	(0,90)	12	*0,38*
DESN_53722532	0,19	0,52	-	0,48	0,69	(1,8)	14	*0,75*
DESN_067	0,20	0,48	-	0,56	0,65	(1,2)	10	*0,13*
DESN_53722-2	0,20	0,51	-	0,46	0,61	(0,92)	14	*0,14*
DESN_537228	0,21	0,42	-	0,19	0,50	(1,2)	5,1	*0,13*
Vereinigte Wei-ßeritz								
DESN_5372-3b	0,27	0,29	**-**	0,27	0,50	-	7,5	*0,14*
DESN_537292	0,25	0,30	-	0,45	0,59	(0,58)	5,0	*0,34*
DESN_537294	0,28	0,30	-	1,0	0,47	(0,70)	4,2	*0,06*


52
20
15
10
5
0
Cd [mg/kg]
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5371172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_

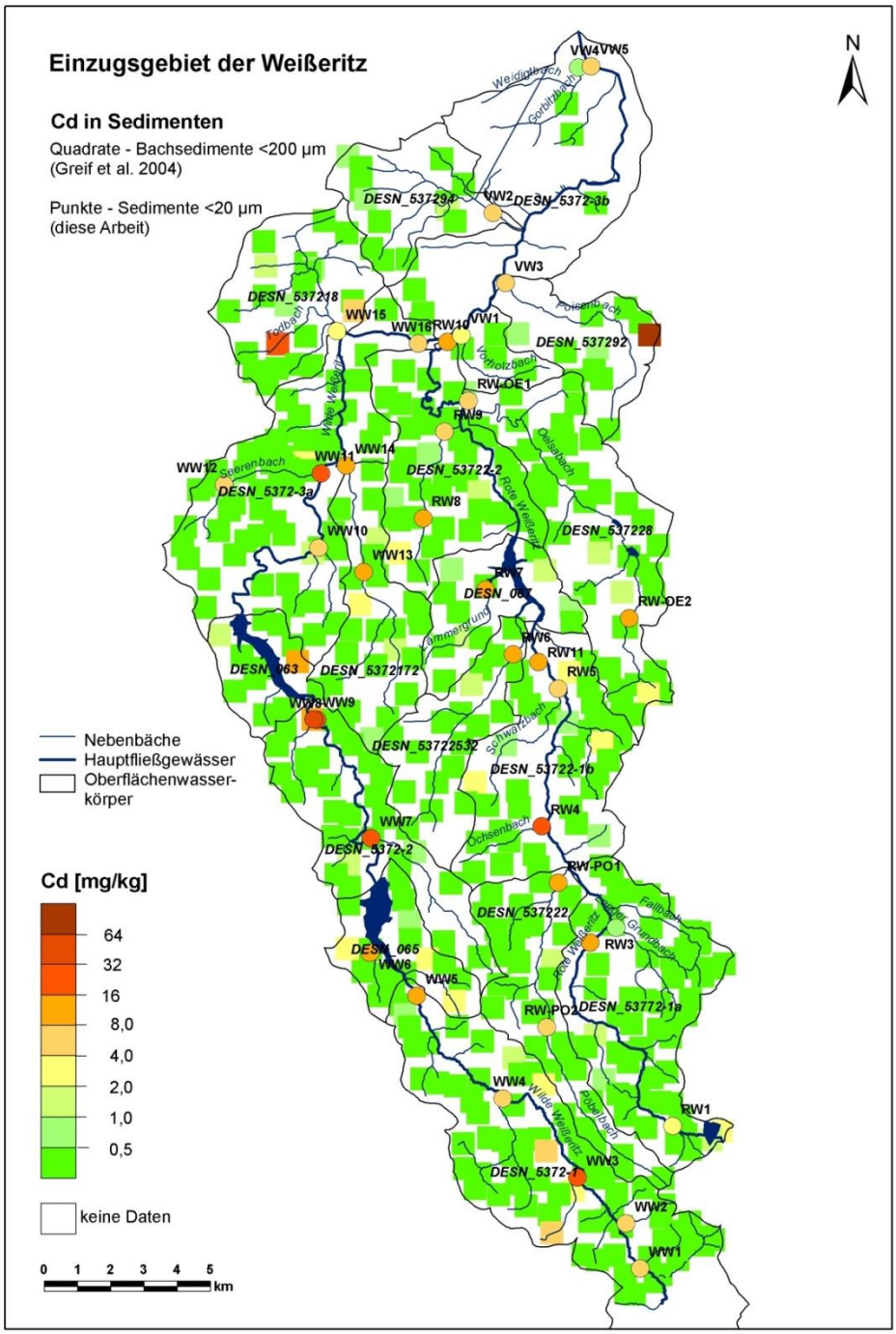


Abb. 6-18: Gegenüberstellung der Cd-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Quecksilber

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste liegt nach WEDEPOHL (1995) bei 0,056 mg/kg. Für einige sächsische Gesteine wurden Hg-Untersuchungen durchgeführt. Die mittleren Hg-Gehalte meso-zoischer Sedimente liegen bei 0,030 mg/kg. Die sauren und intermediären Magmatite haben Medianwerte von 0,025 bis 0,030 mg/kg. Die mittleren Gehalte der Tonschiefer schwanken zwischen 0,075 und 0,120 mg/kg (BEUGE, 1976). Dabei nimmt der Hg-Gehalt der Sedimente mit deren Anteil an pelitischem Material zu. Die Hg-Gehalte der metamorphen Gesteine liegen deutlich unter denen ihrer sedimentären Ausgangsprodukte. Für Phyllite werden 0,008 – 0,014 mg/kg und für Gneise 0,020 mg/kg angegeben (KARDEL ET AL., 1996). Quecksilber spielt in den erzgebirgischen Mineralisationen praktisch keine Rolle. Bei Bodenuntersuchungen in Sachsen (RANK ET AL., 1999) wurde festgestellt, dass der Hg-Gehalt im mineralischen Oberboden gegenüber dem Unterboden deutlich erhöht ist, was auf einen verstärkten ubiquitären Eintrag hinweist.

Die Interpretation der Hg-Verteilung in den erzgebirgischen Bachsedimenten <200 µm wird sowohl durch die geringe Probendichte erschwert, andererseits sind größere Flächen mit nahezu äquivalenten Hg-Gehalten nur selten anzutreffen. Im Verbreitungsgebiet erzgebirgischer Gneise finden sich mittlere Hg-Gehalte (0,08 – 0,20 mg/kg) in den Bachsedimenten. Punktuelle Hg-Anreicherungen (>0,20 mg/kg) decken sich häufig mit erhöhten Hg-Gehalten in den Oberböden und werden z.B. im Bereich Freital als anthropogen eingeschätzt.
Für die Gesteine werden OWK-bezogene mittlere Hg-Gehalte von 0,02 bis 0,04, für die Unterböden 0,07 bis 0,10 mg/kg, und für die Bachsedimente (<200 µm) 0,06 bis 0,24 berechnet (Tab. 6-17).

Das Element Quecksilber ist in der WRRL ebenfalls ein QN-Element in der Wasserphase. In der Gesamtprobe werden 1 µg/l und in der gelösten Phase 0,05 µg/l (JD-UQN) bzw. 0,07 µg/l (ZHK-UQN) (nach EG-TochterRL) gefordert. Alle Analysenergebnisse liegen unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l (vgl. Kap. 6.3). Im Sediment <20 µm schwanken die Hg-Gehalte zwischen 0,08 und 0,43 mg/kg (Abb. 6-19), wobei im Bereich Freital von anthropogenen Einflüssen ausgegangen werden muss.

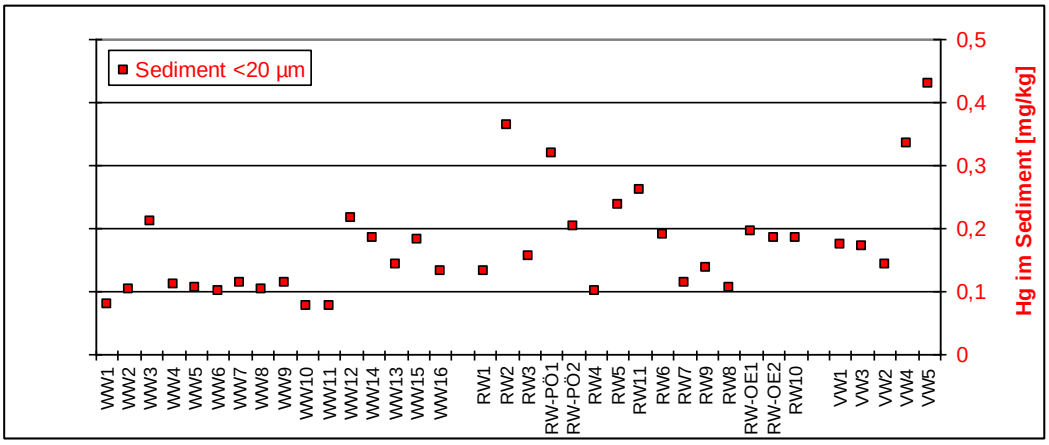
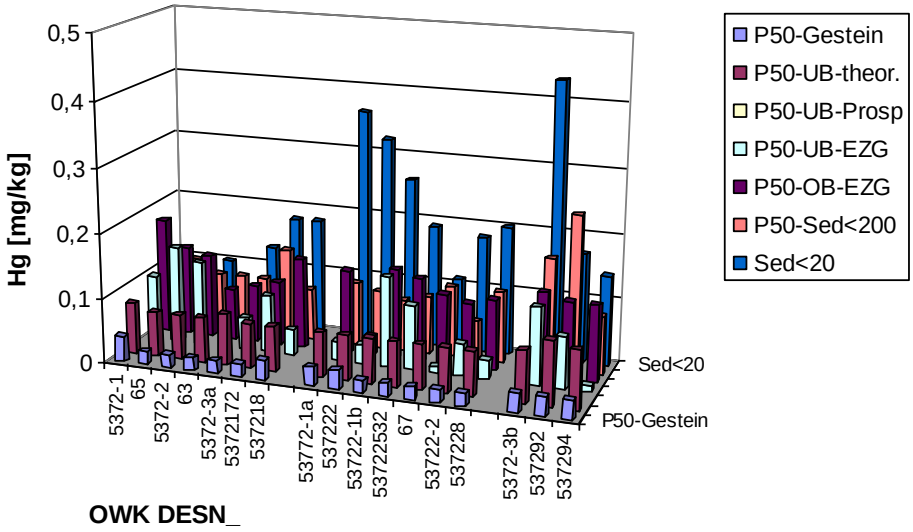


Abb. 6-19: Schwankungsbreite der Hg-Gehalte in Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-17: Übersicht über Hg-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	Ge-	Unter-	Unter-	Unterbo-	Oberbo-	Sedi-	Sedi-	*Was-*

	stein theor.	**boden** theor.	**boden** Prosp.	**den** real	**den** real	**ment** Prosp.	**ment**	***ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	0,04	0,08	-	0,10	0,18	(0,08)	0,11	<0,1
DESN_065	0,02	0,07	-	0,15	0,14	(0,11)	0,10	<0,1
DESN_5372-2	0,02	0,07	-	0,13	0,13	(0,09)	0,10	<0,1
DESN_063	0,02	0,07	-		0,08	(0,09)	-	-
DESN_5372-3a	0,02	0,08	-	0,05	0,09	(0,09)	0,13	<0,1
DESN_5372172	0,02	0,07	-	0,09	0,10	(0,14)	0,18	<0,1
DESN_537218	0,03	0,07	-	0,04	0,14	(0,08)	0,18	<0,1
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	0,03	0,07	-	0,03	0,13	(0,10)	0,36	<0,1
DESN_537222	0,03	0,07	-	0,03	0,03	(0,09)	0,32	<0,1
DESN_53722-1b	0,02	0,07	-	0,14	0,14	(0,08)	0,26	<0,1
DESN_53722532	0,02	0,07	-	0,10	0,13	(0,09)	0,19	<0,1
DESN_067	0,02	0,07	-	0,01	0,11	(0,11)	0,11	<0,1
DESN_53722-2	0,02	0,07	-	0,05	0,10	(0,06)	0,18	<0,1
DESN_537228	0,02	0,07	-	0,03	0,11	(0,11)	0,20	<0,1
Vereinigte Wei-ßeritz								
DESN_5372-3b	0,03	0,08	**-**	0,12	0,13	(0,17)	0,43	<0,1
DESN_537292	0,03	0,10	-	0,08	0,12	(0,24)	0,17	<0,1
DESN_537294	0,03	0,09	-	0,01	0,12	(0,09)	0,14	<0,1


0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
Hg [mg/kg]
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_
Sed<20
P50-Gestein
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-Prosp
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20

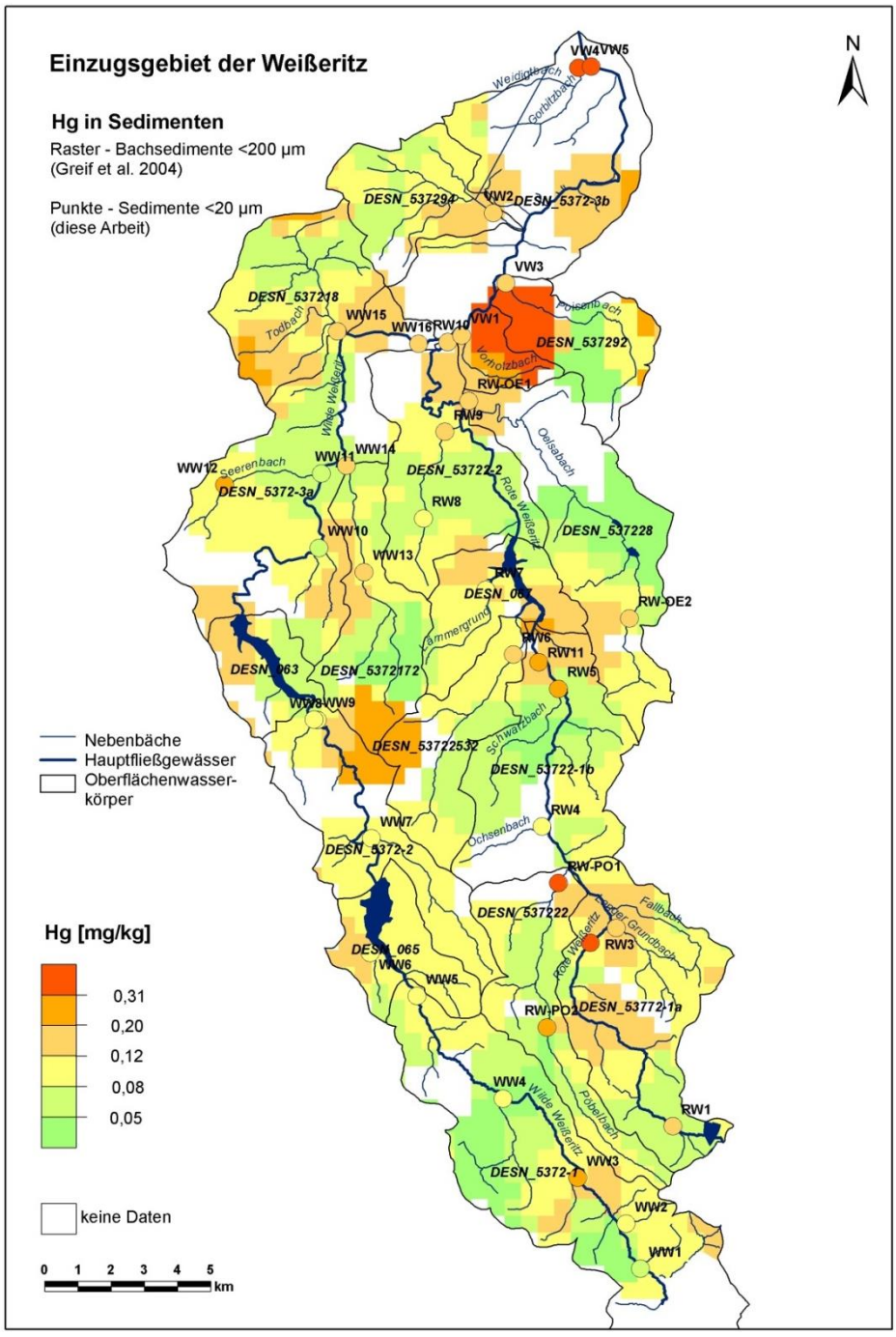


Abb. 6-20: Gegenüberstellung der Hg-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Blei

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste wird von WEDEPOHL (1995) mit 17 mg/kg angegeben. Über mittlere Pb-Gehalte (12 – 24 mg/kg) verfügen alle prävariszischen Metamorphite, Magmatite und Sedimentite. Erhöhte Pb-Gehalte (>24 mg/kg) treten in Rhyolithoiden auf (KARDEL ET AL., 1996). Innerhalb der variszischen Granite ist eine Differenzierung der Pb-Gehalte zu beobachten, z.B. im Schellerhauer Granit 40 mg/kg (KARDEL 2009). Chalkogen ist das Element Blei bevorzugt an Galenit in Gängen gebunden. Die Korrelation der Lage und Intensität von Pb-Anomalien mit dem Auftreten von Sulfidmineralisationen ist offensichtlich (HÖSEL ET AL., 1997). Im Osterzgebirge treten großflächig erhöhte Pb-Gehalte in den Böden auf. Dieses Gebiet ist in seiner Ausbreitung mit den erhöhten Pb-Gehalten in den Bachsedimenten identisch (PÄLCHEN ET AL., 1982; 1996) und resultiert sowohl aus geogenen und anthropogenen Quellen (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK errechnen sich folgende mittlere Pb-Gehalte: Gestein 22 - 26 mg/kg, Unterboden 35 - 64 mg/kg, Bachsedimente <200 µm 71 - 150 mg/kg (Tab. 6-18). Die im EZG beprobten Böden weisen höhere Pb-Gehalte auf als der sächsische Durchschnitt.

Für Blei gilt gemäß EG-TochterRL eine QN von 7,2 µg/l (JD-UQN) in der gelösten Wasserphase. Diese Norm wird nur an einem Punkt überschritten: im Langen Grundbach (RW3: 9,5 µg/l). Hierbei ist auf den geringen pH-Wert von 4,1 zu verweisen, der die Metalllöslichkeit erhöht. Der Anteil des gelösten Pb am Gesamt-Pb beträgt hier >70 %. Die Gesamtgehalte an Pb in Oberflächenwässern sind bevorzugt an die partikulär transportierte Fracht gebunden.

Im Sediment sind die Pb-Gehalte großen Schwankungen zwischen 90 und 1060 mg/kg unterworfen (Abb. 6-21). Die höchste Konzentration am Punkt RW11 ist allein aus geogen-chalkogenen Einflüssen aus dem Dippoldiswalder Revier nicht zu erklären. Es liegt entweder ein Einfluss aus dem Oberlauf (Schmiedeberg) oder Dippoldiswalde selbst vor. Für Schwebstoffe/Sedimente wurde noch kein QN-V unterbreitet, die Anwendung der Zielvorgabe des UBA (2003) von 100 mg/kg ist für das Weißeritz-Einzugsgebiet ungeeignet, da sie nahezu flächendeckend überschritten wird.

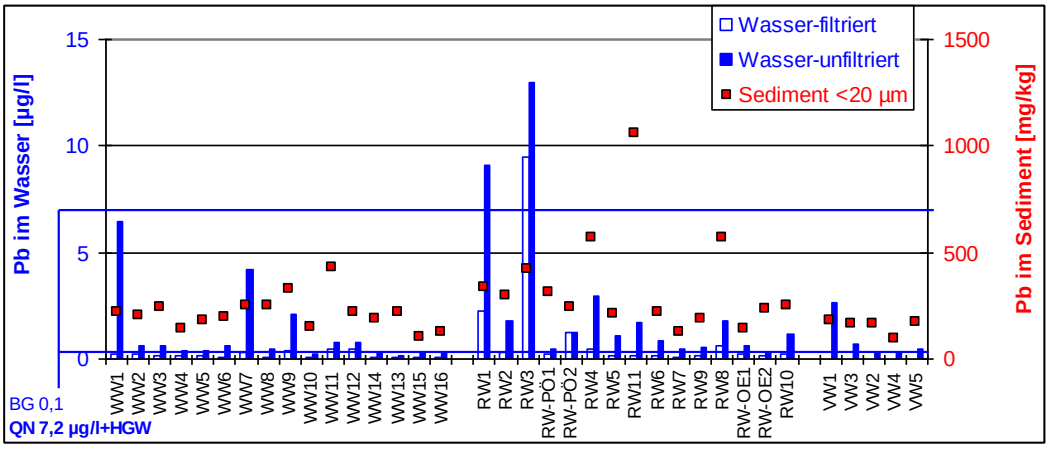
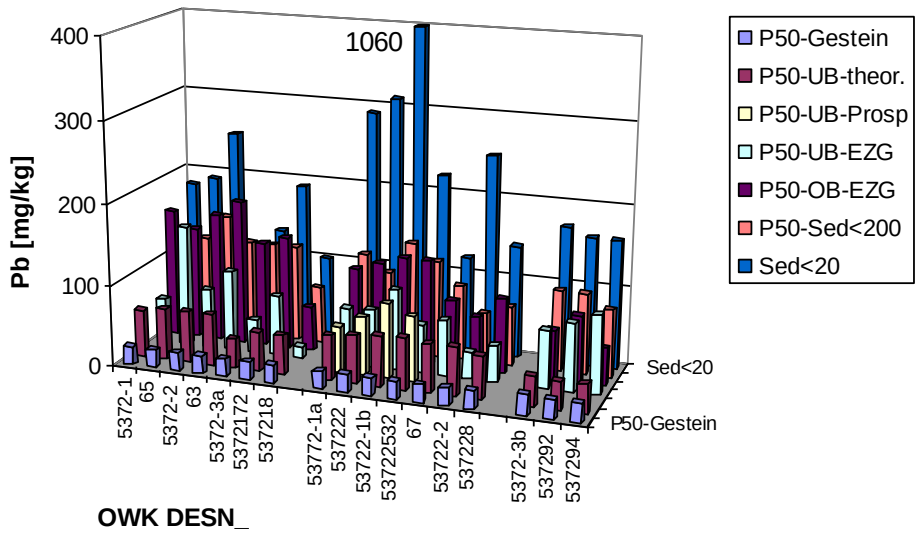


Abb. 6-21: Schwankungsbreite der Pb-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-18: Übersicht über Pb-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, da geringer Flächenanteil - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	22	59	(59)	55	160	86	180	0,35
DESN_065	22	64	(52)	150	140	120	190	0,60
DESN_5372-2	22	64	(60)	73	160	150	250	0,45
DESN_063	22	64	-	100	180	120	-	-
DESN_5372-3a	22	37	-	41	130	120	130	0,29
DESN_5372172	22	49	(97)	75	140	120	190	0,30
DESN_537218	22	49	-	14	55	71	100	0,30
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	22	56	57	70	110	120	290	1,8
DESN_537222	22	60	72	72	120	100	310	0,50
DESN_53722-1b	22	63	92	100	130	140	1060	1,7
DESN_53722532	22	64	80	60	130	120	220	0,86
DESN_067	22	60	(82)	69	84	93	120	0,50
DESN_53722-2	22	60	-	33	67	62	250	1,2
DESN_537228	23	54	(85)	45	93	73	140	0,62
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	26	37	**-**	71	61	100	170	0,44
DESN_537292	24	35	-	84	83	100	160	0,68
DESN_537294	24	35	-	97	47	84	160	0,35


1060
400
300
200
100
0
Pb [mg/kg]
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_
Sed<20
P50-Gestein
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-Prosp
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20

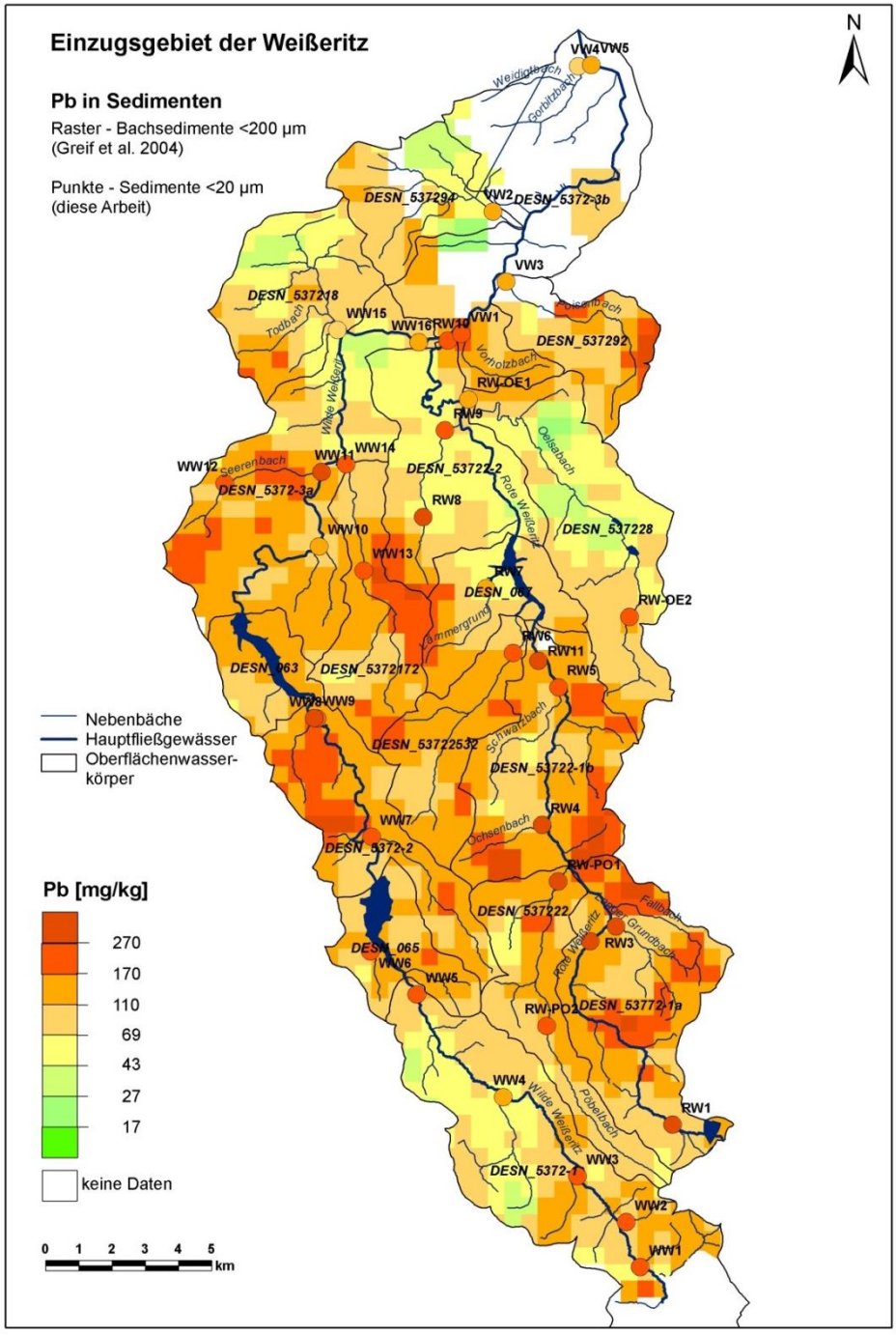


Abb. 6-22: Gegenüberstellung der Pb-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Nickel

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL, 1995) von 19 mg/kg repräsentiert auch die Gesteine Sachsens mit einem mittleren Gehalt von 20 mg/kg. Ni zeigt wie Cr und Cu primär eine hohe Affinität zu basischen- und ultrabasischen Gesteinen. Niedrige Ni-Gehalte treten dagegen in sauren Magmatiten, Orthometamorphiten und Sedimenten der Kreide (<10 mg/kg) sowie intermediären Magmatiten (<20 mg/kg) auf (KARDEL ET AL., 1996). Chalkogen tritt Nickel wie Cobalt in der Quarz-Arsenid-Assoziation („Bi-Co-Ni-Formation“) in Erscheinung (HÖSEL ET AL., 1997).

Aufgrund der erhöhten Ni-Gehalte der basischen Gesteine kommt es entsprechend der Verbreitung dieser Substrate zu flächenhaften oder punktförmigen anomal hohen Ni-Gehalten im Oberboden. Analog zum Cr werden über den Substraten der sauren Magmatite/Metamorphite und den periglaziären Decksedimenten die niedrigsten Ni-Gehalte in den Böden bestimmt. Im mineralischen Ober- und Unterboden sind die Ni-Verteilung und die Medianwerte nahezu identisch (RANK ET AL. 1999).

Nickel spiegelt in den Bachsedimenten <200 µm die petrogeochemischen Verhältnisse der anstehenden Gesteine sehr gut wider (lithophiles Element) (Abb. 6-24). Markant sind die geringen Gehalte über Metagranitoiden und -rhyolithoiden (11 – 19 mg/kg) sowie sauren Magmatiten, Rhyolithen und Kreidesandsteinen (<11 mg/kg) (GREIF ET AL. 2004).

Die für die OWK errechneten mittleren Ni-Gehalte differenzieren sich wie folgt: Gesteine 3 bis 25 mg/kg, Unterböden 11 bis 24 mg/kg, Bachsedimente (<200 µm) 6 bis 38 mg/kg (Tab. 6-19).

Für Nickel gilt gemäß EG-TochterRL eine QN von 20 µg/l (JD-UQN) in der gelösten Wasserphase, die an allen beprobten Punkten eingehalten wird. Der Maximalwert beträgt 8,1 (filtriert) bzw. 8,2 (unfiltriert) am Punkt RW8 – Oberlauf Borlasbach. Einige Analysen (VW2, VW4) liegen sogar unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l (Abb. 6-23). Die Ni-Gehalte in den Sedimenten schwankten zwischen 9 und 110 mg/kg und verdeutlichen im wesentlichen den lithogenen Einfluss der Gesteine und Böden.

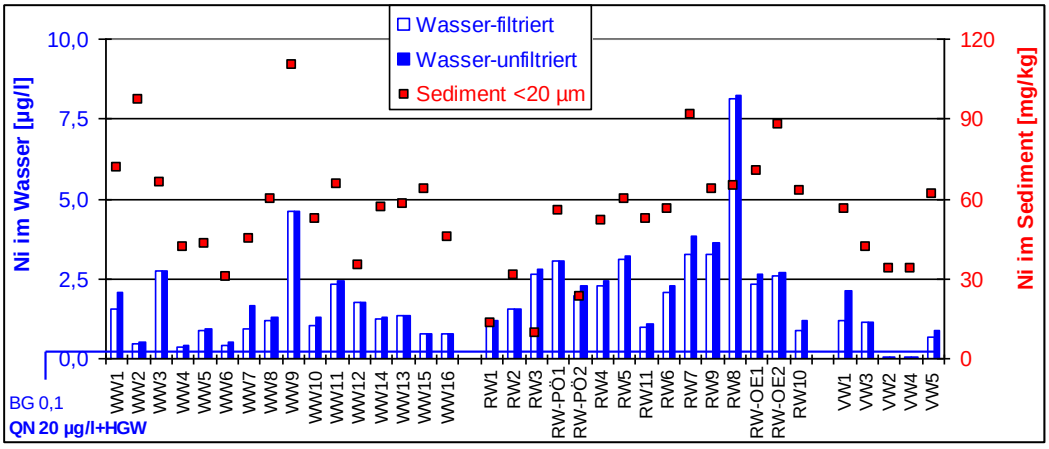
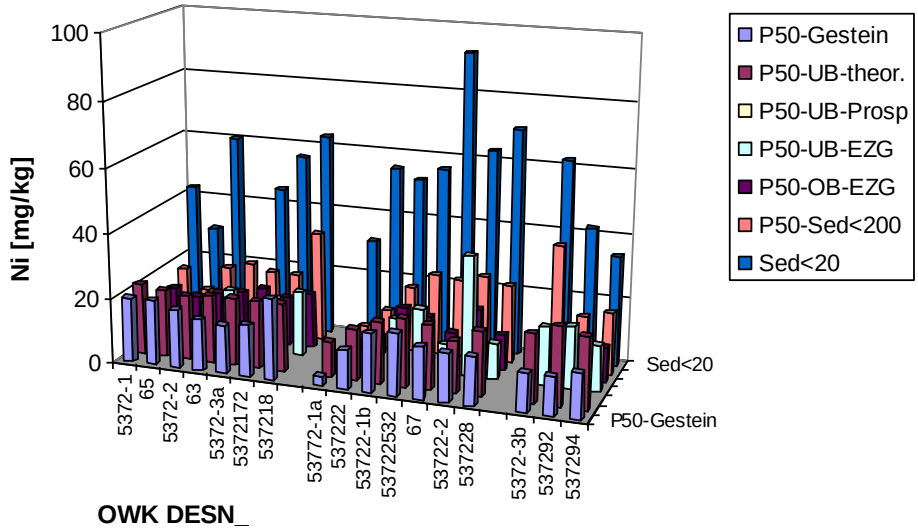


Abb. 6-23: Schwankungsbreite der Ni-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-19: Übersicht über Ni-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	20	22	-	11	14	18	43	*0,92*
DESN_065	20	21	-	13	12	12	30	*0,53*
DESN_5372-2	18	20	-	13	14	20	60	*1,32*
DESN_063	16	21	-	18	15	22	-	-
DESN_5372-3a	15	21	-	7,9	17	20	45	*0,80*
DESN_5372172	16	21	-	17	15	20	56	*1,3*
DESN_537218	25	21	-	20	17	34	63	*0,75*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	3,0	11	-	3,3	3,4	6,0	31	*1,6*
DESN_537222	12	16	-	6,6	5,9	12	55	*3,1*
DESN_53722-1b	18	19	-	15	16	20	52	*1,1*
DESN_53722532	19	21	-	19	14	25	56	*2,3*
DESN_067	16	20	-	8,9	10	24	92	*3,9*
DESN_53722-2	15	16	-	37	18	26	63	*1,2*
DESN_537228	15	20	-	11	11	24	70	*2,6*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	12	21	**-**	18	14	38	62	*0,90*
DESN_537292	12	24	-	19	12	17	42	*1,2*
DESN_537294	14	22	-	14	11	19	34	*<0,125*


100
80
60
40
20
0
Ni [mg/kg]
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-Prosp
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein

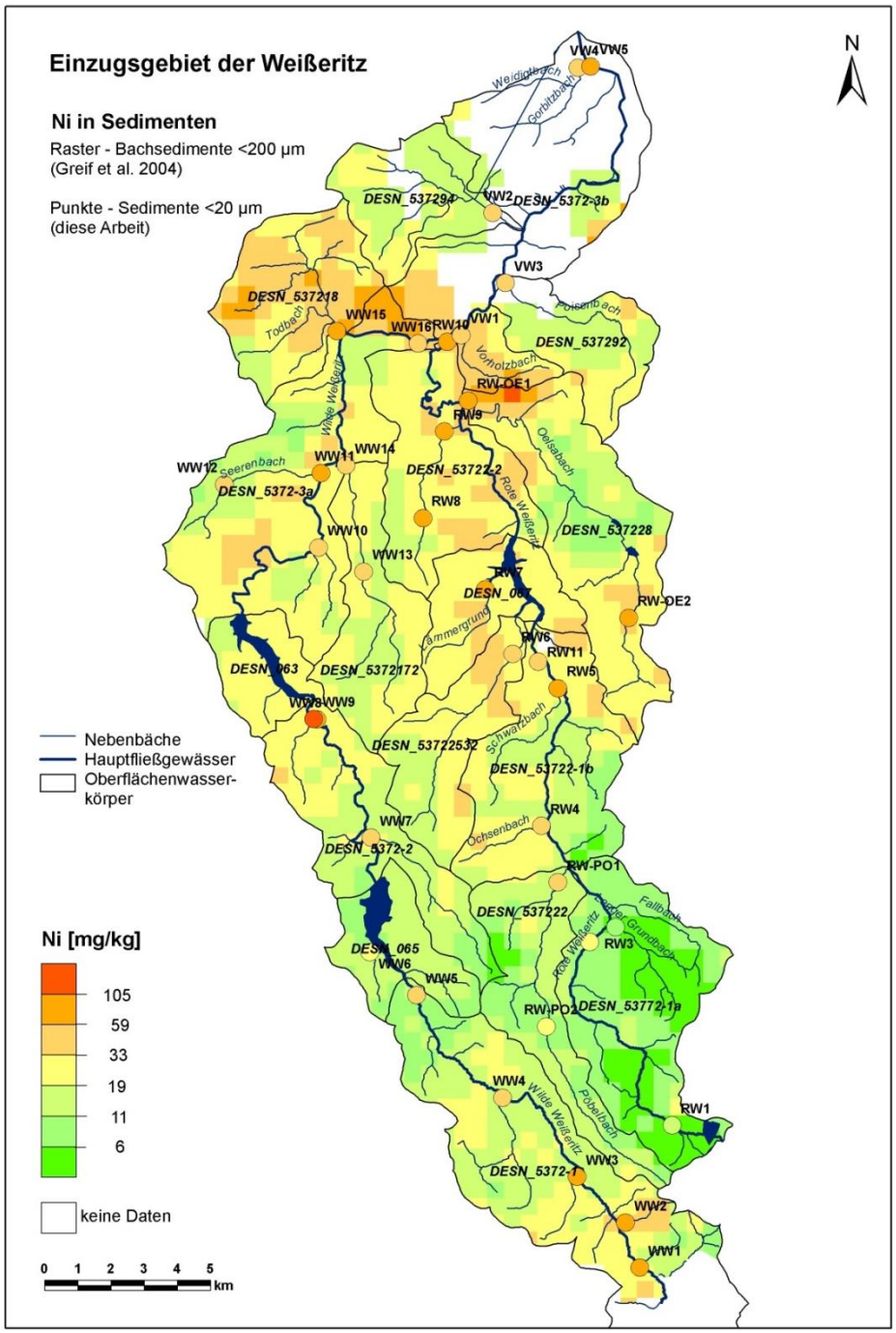


Abb. 6-24: Gegenüberstellung der Ni-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

3.7.5 Weitere Elemente

Silber

Der mittlere Ag-Gehalt der oberen kontinentalen Kruste beträgt nach WEDEPOHL (1995) 0,055 mg/kg.

Die Ag-Konzentrationen in den Fließgewässern lagen alle unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l. Der QN-V von 0,03 (in der gelösten Phase) dürfte in der Praxis analytisch schwer zu erreichen sein.

Für die Sedimente <20 µm wird ein Gehaltsniveau von 0,3 bis 2 erreicht (Abb. 6-25). Der Einzelwert von 4,4 am Punkt RW11 kann aufgrund weiterer erhöhter Elementgehalte nicht zweifelsfrei als geogener Wert eingestuft werden. Der QN-V liegt bei 1,8 mg/kg.

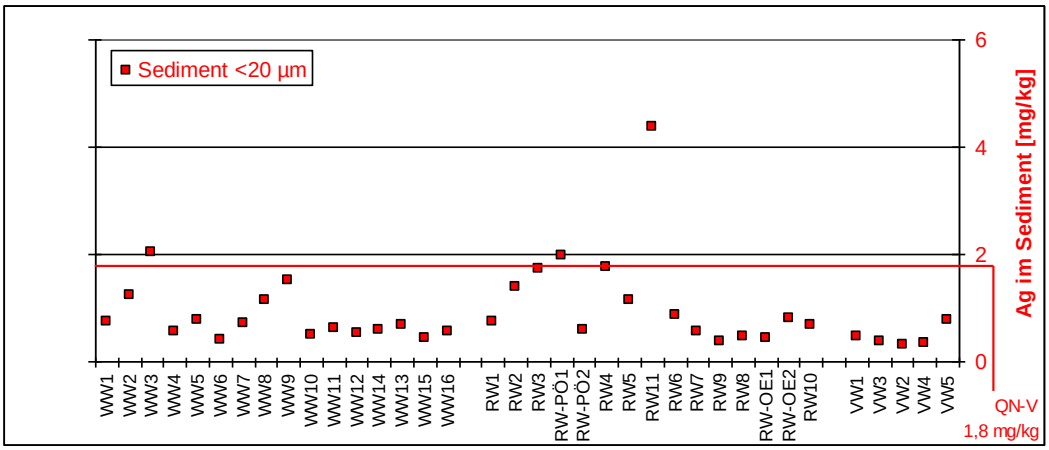


Abb. 6-25: Schwankungsbreite der Ag-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Barium

Der mittlere Ba-Gehalt für die Gesteine Sachsens liegt mit 420 mg/kg unter dem Clarke der oberen kontinentalen Kruste (668 mg/kg) nach WEDEPOHL (1995). Niedrige Gehalte (<160 mg/kg) finden sich in Gebieten mit Sedimenten der Kreide, Jüngeren Graniten und osterzgebirgischen Rhyolithoiden. Mittlere Ba-Gehalte (320 – 640 mg/kg) treten in Metagranitoiden und –rhyolithoiden sowie den Sedimenten des Rotliegenden, des Tertiärs und Quartärs auf. Leicht erhöhte Gehalte (640 – 1280 mg/kg) weisen z.B. Phyllite und Paragneise. Die Differenzierung innerhalb der Magmatite zeigt eine deutliche Ba-Anreicherung in intermediären Gesteinen (KARDEL et al., 1996). Bezogen auf die OWK differenzieren sich die petrogeochemischen Ba-Gehalte auf 300 bis 680 mg/kg (Tab. 6-20).
In den Bachsedimenten <200 µm (Abb. 6-27) finden sich analog zu den Gesteinen niedrige Ba-Gehalte über Graniten, Rhyolithoiden und Kreidesandsteinen (<320 mg/kg). Mittlere Ba-Gehalte (bis 560 mg/kg) weisen Bachsedimente im Bereich der Metagranitoide und –rhyolithoide auf. Erhöhte Ba-Gehalte (bis 800 mg/kg) werden in Bachsedimenten über Phylliten und Gneisen nachgewiesen. Positive Ba-Anomalien (>800 mg/kg) treten im Zusammenhang mit Lagerstätten mit Baryt als Gangart auf (Schmiedeberg-Sadisdorf) (GREIF ET AL. 2004). Bezogen auf die OWK-Körper ergibt sich eine ähnliche Differenzierung zwischen 400 und 690 mg/kg.

In den untersuchten Proben schwanken die Ba-Gehalte in den Sedimenten <20 µm zwischen 170 und 1050 mg/kg, wobei der QN-V von 430 mg/kg im Teil-EZGen der Roten Weißeritz am häufigsten überschritten wird.

In den Fließgewässern zeigen sich Ba-Konzentrationen zwischen 12 und 120 µg/l. Hier treten die Überschreitungen des QN-V von 60 µg/l (ohne HGW) häufig in Teil-EZGen der Roten und Vereinigten Weißeritz auf (Abb. 6-26).

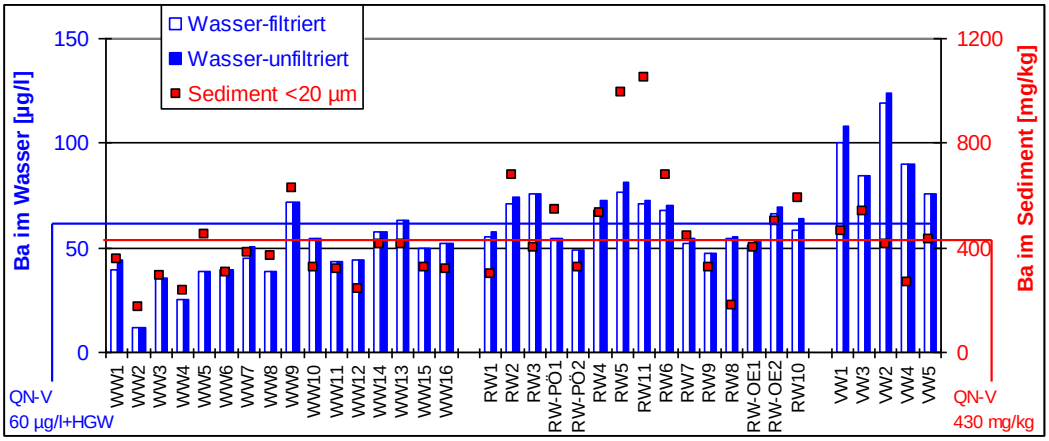
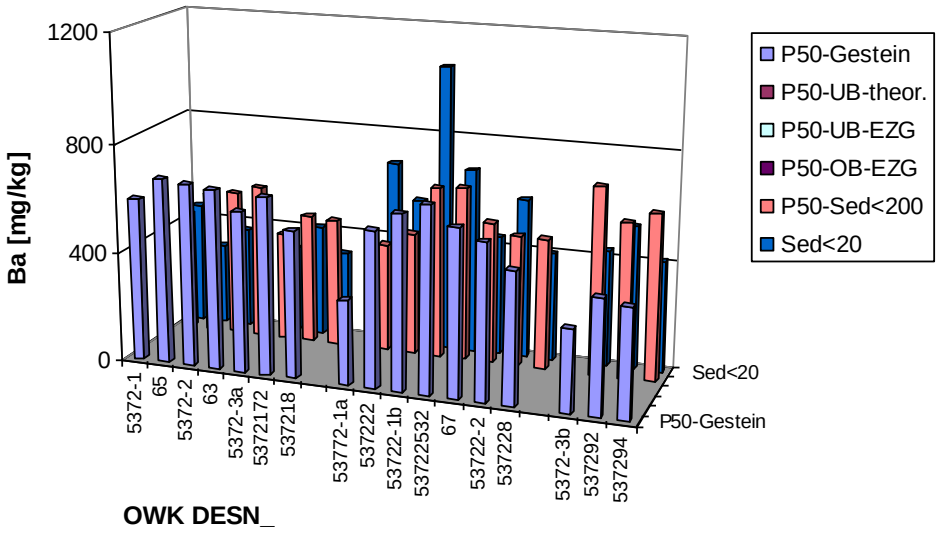


Abb. 6-26: Schwankungsbreite der Ba-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-20: Übersicht über Ba-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	600	-	(450)	-	-	440	450	*39*
DESN_065	680	-	(560)	-	-	530	300	*39*
DESN_5372-2	670	-	(530)	-	-	540	370	*39*
DESN_063	660	-	-	-	-	570	-	-
DESN_5372-3a	590	-	-	-	-	400	320	*52*
DESN_5372172	650	-	(600)	-	-	480	410	*57*
DESN_537218	540	-	-	-	-	470	320	*50*

Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	310	-	230	-	-	400	680	*74*
DESN_537222	570	-	470	-	-	450	550	*54*
DESN_53722-1b	640	-	540	-	-	630	1050	*72*
DESN_53722532	680	-	640	-	-	640	680	*70*
DESN_067	610	-	(560)	-	-	520	440	*55*
DESN_53722-2	570	-	-	-	-	480	590	*64*
DESN_537228	480	-	(490)	-	-	480	400	*53*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	300	-	-	-	-	690	430	*76*
DESN_537292	420	-	-	-	-	570	530	*84*
DESN_537294	400	-	-	-	-	610	410	*120*



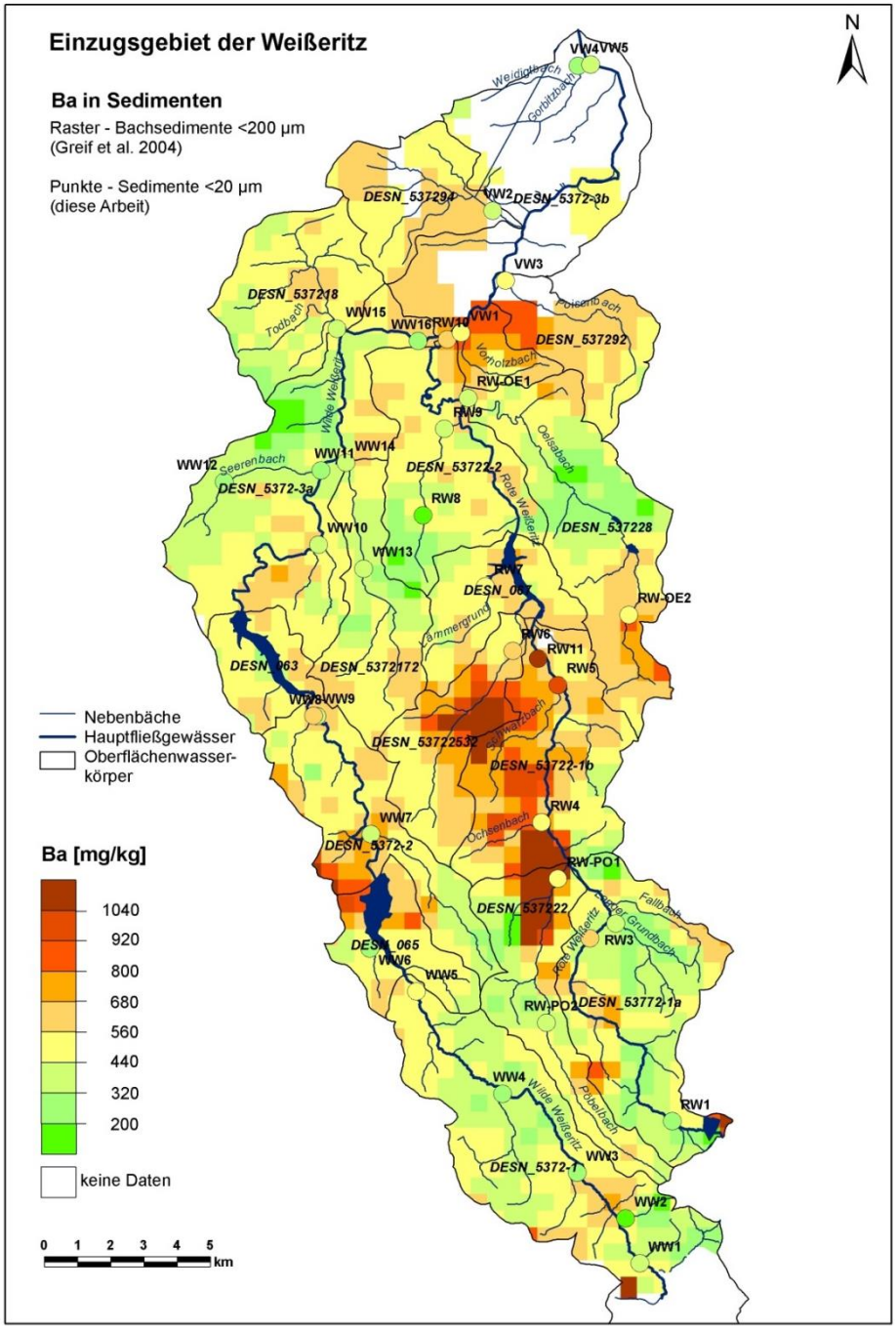


Abb. 6-27: Gegenüberstellung der Ba-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Beryllium

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste nach WEDEPOHL (1995) beträgt 3,1 mg/kg. Die Schwankungsbreite für die sächsischen Gesteine wird als hoch eingeschätzt: die niedrigsten Gehalte finden sich in periglazialen Sanden und Kreidesandsteinen (<1 mg/kg), die höchsten Gehalte in Graniten des Jüngeren Intrusivkomplexes (12 mg/kg). Aufgrund der geochemischen Spezialisierung der Granite des Jüngeren Intrusivkomplexes und des damit genetisch und räumlich verbundenen Auftretens von Sn-Mineralisationen kann es dort zu Be-Anreicherungen kommen (RANK ET AL., 1999). Für die OWK ergibt eine petrogeochemische Spezialisierung von 1,8 bis 4,5 mg/kg.

Die regionale Verteilung der Be-Gehalte in den Böden widerspiegelt in hohem Maße die geogene Spezialisierung der Substrate. Die niedrigsten Be-Gehalte im mineralischen Oberboden (<1 mg/kg) finden sich über den sandigen, periglaziären Decksedimenten, Sandstein und über Löss/Sandlöss. Die Gehalte in Verwitterungsböden über Festgestein heben sich mit 2 bis 5 mg/kg deutlich davon ab. Für die OWK glättet sich die Differenzierung der Unterböden (Sachsen) (1,8 bis 2,8 mg/kg).

Geringe Be-Gehalte (<2,9 mg/kg) sind in den Bachsedimenten <200 µm im Weißeritz-EZG nur über Kreidesandsteinen und Phylliten anzutreffen. Demgegenüber zeichnen sich die Bachsedimente über den Jüngeren Graniten des Osterzgebirges durch erhöhte Be-Gehalte (>4,6 mg/kg) ab (Abb. 6-29). Für die OWK bedeutet dies eine Spanne von 3,0 bis 11 mg/kg (Tab. 6-21).

Bei der aktuellen Beprobung kann ebenfalls der deutliche Einfluss der spezialisierten Granite sowohl im Wasser als auch in den Sedimenten im Oberlauf der Roten Weißeritz nachgewiesen werden (Abb. 6.28). Hier werden Be-Konzentrationen von 0,43 bis 1,3 µg/l im Wasser und 24 bis 110 mg/kg im Sediment <20 µm erreicht. Im übrigen Einzugsgebiet werden Be-Gehalte von <0,1/<0,125 bis 0,41 im Wasser und 1,7 bis 24 mg/kg im Sediment <20 mm angetroffen.

Der QN-V für Wässer hat eine Spanne von 0,4 bis 4 µg/l, dem alle Analysen des EZGes genügen. Bei den Sedimenten ist der QN-V von 0,1 mg/kg in keinem einzigen Fall erreichbar, da er sogar mehr als eine Zehnerpotenz unter der Clarke liegt.

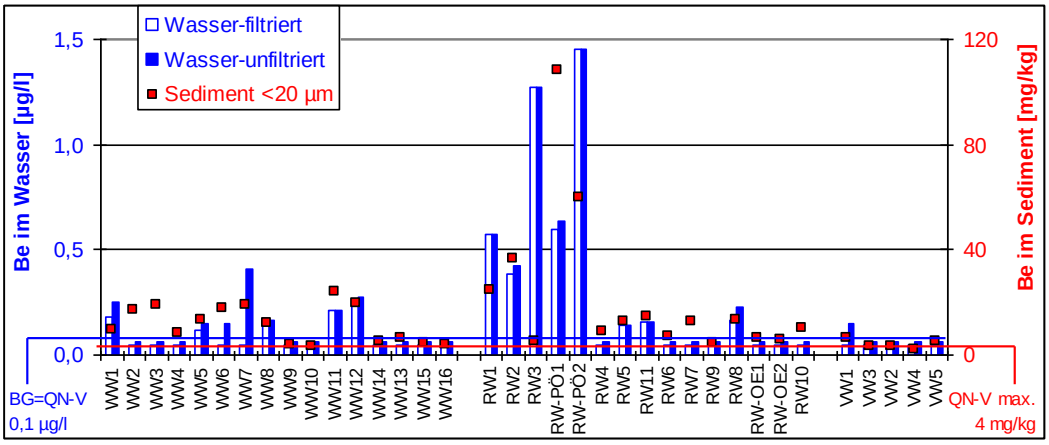
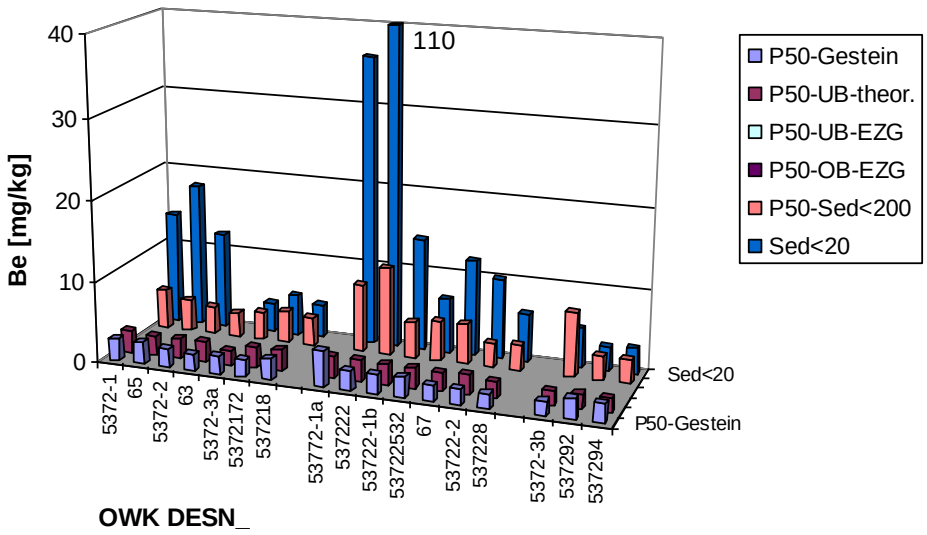


Abb. 6-28: Schwankungsbreite der Be-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-21: Übersicht über Be-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	Ge-	Unter-	Unter-	Unterbo-	Oberbo-	Sedi-	Sedi-	*Was-*

	stein theor.	**boden** theor.	**boden** Prosp.	**den** real	**den** real	**ment** Prosp.	**ment**	***ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*Unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	2,8	2,8	(2,5)	-	-	5,0	14	*0,15*
DESN_065	2,7	2,5	(1,7)	-	-	4,0	18	*0,15*
DESN_5372-2	2,3	2,5	(2,1)	-	-	3,5	12	*0,17*
DESN_063	2,1	2,5	-	-	-	3,0	-	-
DESN_5372-3a	2,2	1,8	-	-	-	3,5	3,7	*<0,125*
DESN_5372172	2,1	2,7	(2,3)	-	-	4,0	5,1	*<0,125*
DESN_537218	2,7	2,7	-	-	-	3,5	4,2	*<0,125*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	4,5	2,7	4,2	-	-	8,5	36	*0,43*
DESN_537222	2,5	2,6	3,2	-	-	11	110	*0,63*
DESN_53722-1b	2,5	2,5	3,1	-	-	4,5	14	*0,16*
DESN_53722532	2,5	2,5	3,2	-	-	5,0	6,8	*<0,125*
DESN_067	2,0	2,3	(2,8)	-	-	5,0	12	*<0,125*
DESN_53722-2	1,9	2,6	-	-	-	3,0	10	*<0,125*
DESN_537228	1,8	2,1	(2,8)	-	-	3,2	6,0	*<0,125*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	1,8	1,8	-	-	-	8,0	5,0	*<0,125*
DESN_537292	2,5	1,9	-	-	-	3,0	3,0	*<0,125*
DESN_537294	2,4	1,8	-	-	-	3,0	3,3	*<0,125*


40
30
20
10
0
Be [mg/kg]
110
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_

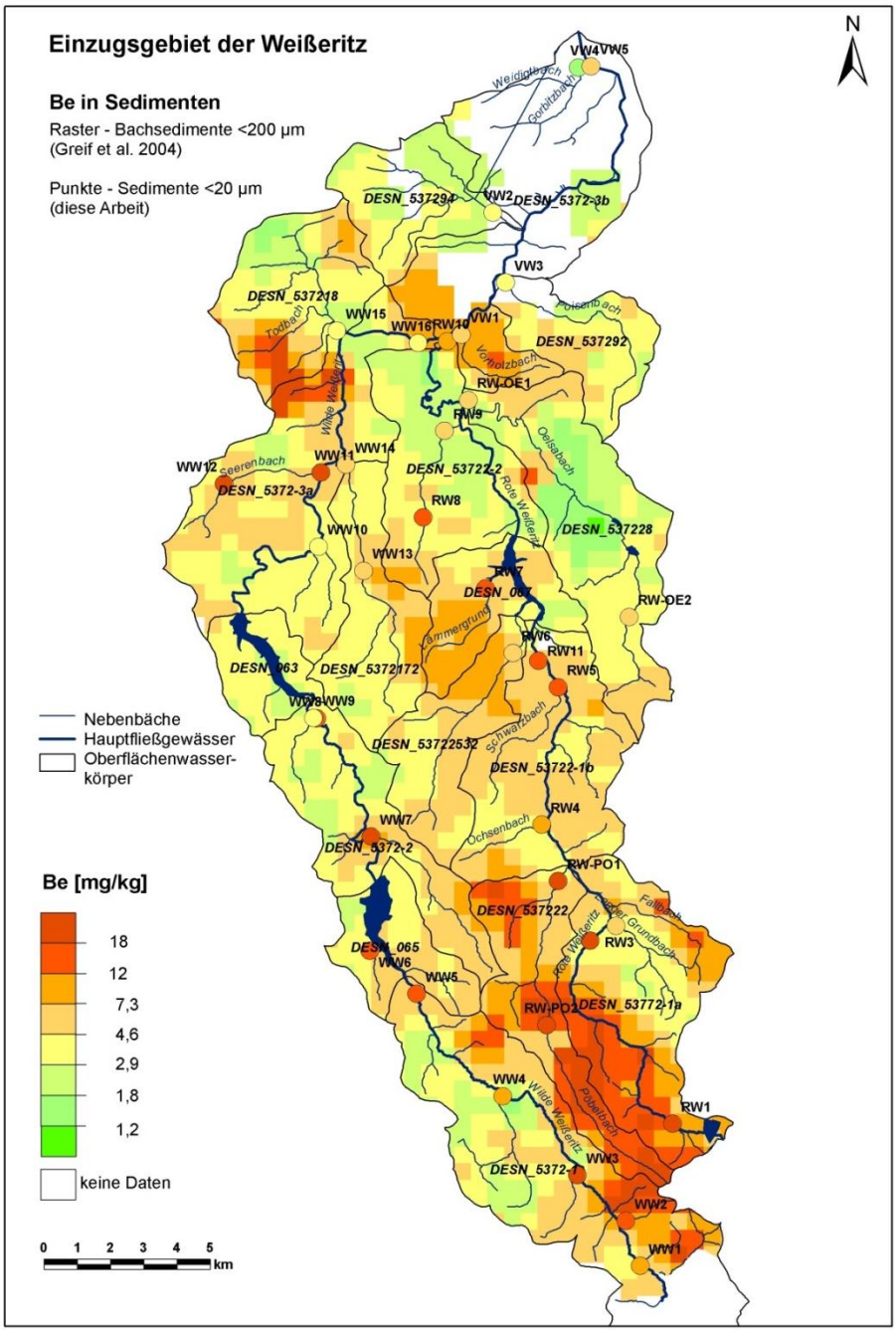


Abb. 6-29: Gegenüberstellung der Be-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Bismut

Der Clarkewert der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,12 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Für Sachsen liegen relativ wenige Untersuchungen von Gesteinen vor. Durch (FÖRSTER et al., 1999) wurden am Granit von Schellerhau 12 mg/kg Bi festgestellt. Für alle anderen bisher untersuchten Gesteinsgruppen sind Gehalte <0,2 mg/kg typisch (RANK et al. 1999). Besondere Aufmerksamkeit ist den Mineralisationsprozessen im Erzgebirge zu schenken, die mit einer starken Bi-Anreicherung in den Gesteinen/Böden genetisch verbunden ist. Neben den hydrothermalen Gangvererzungen der Quarz-Arsenid-Assoziation („Bi-Co-Ni-Formation“) und der Karbonat-Pechblende-Assoziation kommt es untergeordnet auch bei der Bildung der Zinnvererzungen (Altenberg – Schellerhau) und in polymetallischen Lagerstätten zur Bi-Akkumulation. Maßgebliche anthropogene Einträge erfolgten in der Vergangenheit vor allem bei der Verhüttung dieser Erze. Die Bi-Gehalte im mineralischen Oberboden zeigen die für die Erzelemente charakteristische regionale Verteilung: niedrige Gehalte über den Substraten der periglaziären Deckschichten und Löss - hohe Gehalte in den Verwitterungsböden über Festgestein des Erzgebirges. Kleinere lokale Maxima befinden sich im Osterzgebirge (Raum Altenberg: z.B. Granit von Schellerhau). Eine verstärkte Bindung von Bi an die organische Substanz ist wahrscheinlich. Besonders hohe Gehalte finden sich vor allem in der Kammregion des Erzgebirges und im Einflussbereich von Emittenten (Hütten).

Die Berechnung der Bi-Hintergrundwerte für die Unterböden für die OWK (0,18 bis 0,56 mg/kg) verdeutlicht die relativ hohe Anreicherung von Bi in allen Bodenhorizonten über Substraten von Granit nur mäßig.

Die in den Sedimenten <20 µm ermittelten Bi-Konzentrationen liegen höher als in den Böden. Ihre Schwankungsbreite beträgt 0,60-24 mg/kg, wobei die Gebiete mit sauren Magmatiten am Oberlauf der Roten Weißeritz deutlich herausragen (5 bis 13 mg/kg) (Abb. 6-30). Die Bi-Konzentrationen in der Wasserphase lagen unter der BG von 0,5/0,625 mg/kg. Für Bi existieren keine QN-Vorgaben.

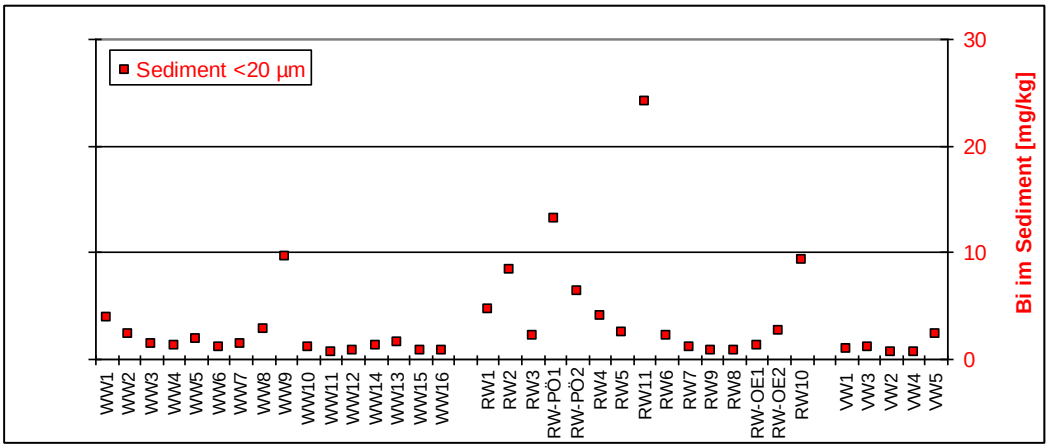


Abb. 6-30: Schwankungsbreite der Bi-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Cobalt

Der mittlere Co-Gehalt in den sächsischen Gesteinen beträgt wie der Clarke der oberen kontinentalen Kruste 12 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Co ist gemeinsam mit Cr, Cu, Ni, Fe und Mn hauptsächlich in basischen bis ultrabasischen Gesteinen angereichert. Eine deutliche Co-Verarmung (1 – 4 mg/kg) ist in sauren bis intermediären Magmatiten des Erzgebirges und in Sedimenten der Kreide anzutreffen (KARDEL ET AL., 1996). Aufgrund der hohen

Anteile von sauren Magmatiten im EZG differenziert sich der petrogeochemische Co-Anteil in den OWK von 1,8 bis 11 mg/kg. Die für die Unterböden und realen Böden vorliegenden Untersuchungen zeigen ebenfalls die beschriebene lithogene Differenzierung (Tab. 6-22). Die Co-Gehalte in den Bachsedimenten <200 µm des Weißeritzeinzugsgebietes differieren ebenfalls deutlich aufgrund ihres geologischen Untergrunds. Die geringsten Co-Gehalte (<6 mg/kg) besitzen die Bachsedimente im Einzugsbereich der Granite, Rhyolithe und Gneise. Bachsedimente über Phylliten erreichen mittlere Co-Gehalte bis 18 mg/kg. Deutlich positive Co-Anreicherungen treten in Bachsedimenten im EZG selten auf, da basische Gesteine gering verbreitet sind (Abb. 6-32).

Im Untersuchungsgebiet fallen zwei Wasseranalysen mit erhöhten Co-Gehalten auf (RW8: 2,9 µg/l, RW3: 2,8 µg/l), die nur in einem Fall mit dem Maximum der Co-Gehalte in den Sedimenten <20 µm (RW8 132 mg/kg) zusammenfallen. Da im Oberlauf des Borlasbaches (RW) keine Mineralisationen vermerkt sind, kann es sich möglicherweise um den Einfluss von Lamprophyrgängen handeln. Die Co-Gehalte in den Sedimenten <20 µm sind wesentlich höher als in den Sedimenten <200 µm. Das Niveau über den sauren Magmatiten liegt hier bei <25 mg/kg, über den Gneisen bei <50 mg/kg.
Das Niveau des QN-V wird mit 0,3 bis 30 mg/kg angegeben, was jedoch nur den Bereich der sauren Magmatite abdecken würde. Der QN-V für die Wässer von 0,9 µg/l (+HGW) wird fast immer eingehalten (Abb.6-31).

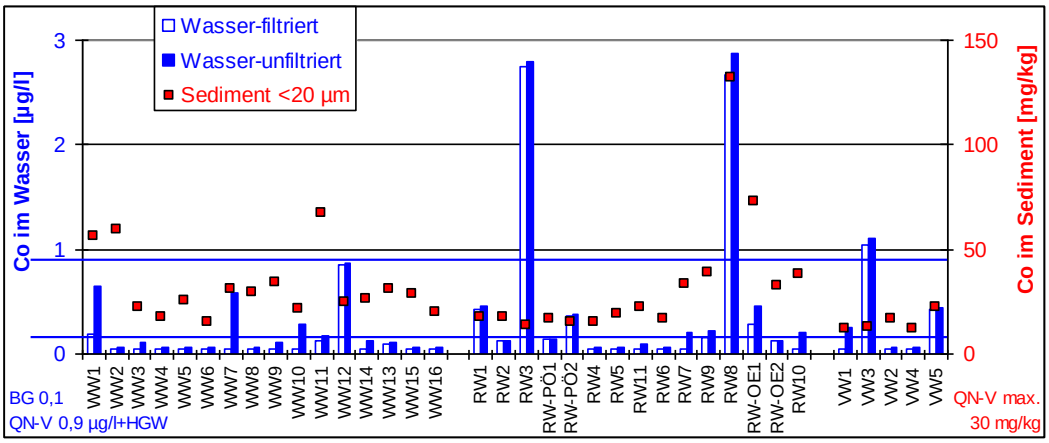
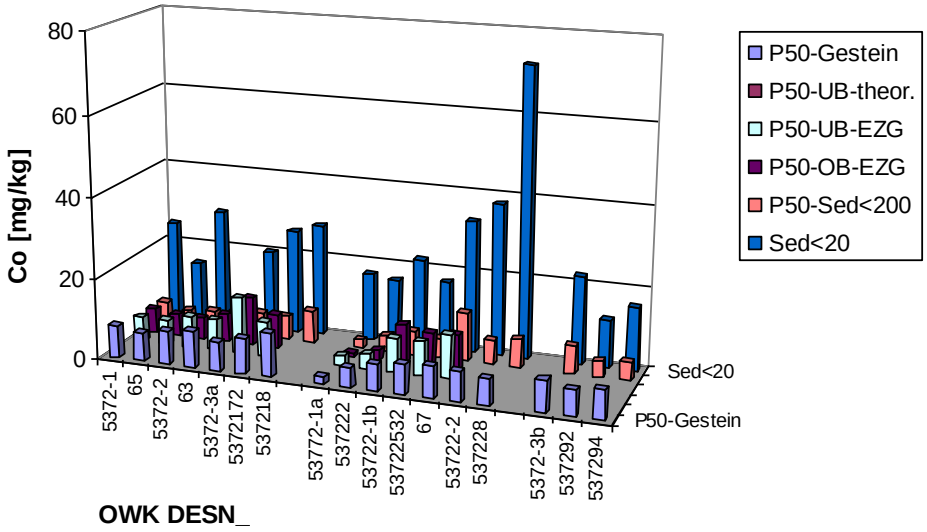


Abb. 6-31: Schwankungsbreite der Co-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-22: Übersicht über Co-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	8,2	-	(5,4)	6,1	6,2	6,0	25	*<0,1*
DESN_065	7,1	-	(6,4)	6,0	5,5	4,5	15	*<0,1*
DESN_5372-2	8,2	-	(5,5)	7,8	5,3	5,0	29	*<0,1*
DESN_063	9,0	-	-	7,7	7,0	6,0	-	-
DESN_5372-3a	7,0	-	-	14	12	6,0	20	*<0,1*
DESN_5372172	8,9	-	(6,2)	8,6	8,5	6,0	26	*0,12*
DESN_537218	11	-	-	-	-	8,0	28	*<0,1*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	1,8	-	1,6	2,5	1,0	2,2	17	*0,12*
DESN_537222	4,9	-	3,5	3,8	2,5	4,0	16	*0,14*
DESN_53722-1b	6,6	-	6,3	8,5	9,7	6,0	22	*0,1*
DESN_53722532	7,5	-	7,7	8,5	8,5	5,0	17	*<0,1*
DESN_067	7,9	-	(7,1)	11	8,7	12	33	*0,21*
DESN_53722-2	7,3	-	-	-	-	6,0	38	*0,20*
DESN_537228	6,4	-	(6,8)	-	-	7,0	72	*0,46*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	7,9	-	**-**	-	-	7,0	22	*0,44*
DESN_537292	6,4	-	-	-	-	4,0	12	*1,1*
DESN_537294	7,4	-	-	-	-	4,5	16	*<0,1*


80
60
40
20
0
Co [mg/kg]
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5371172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
Sed<20
P50-Gestein
OWK DESN_

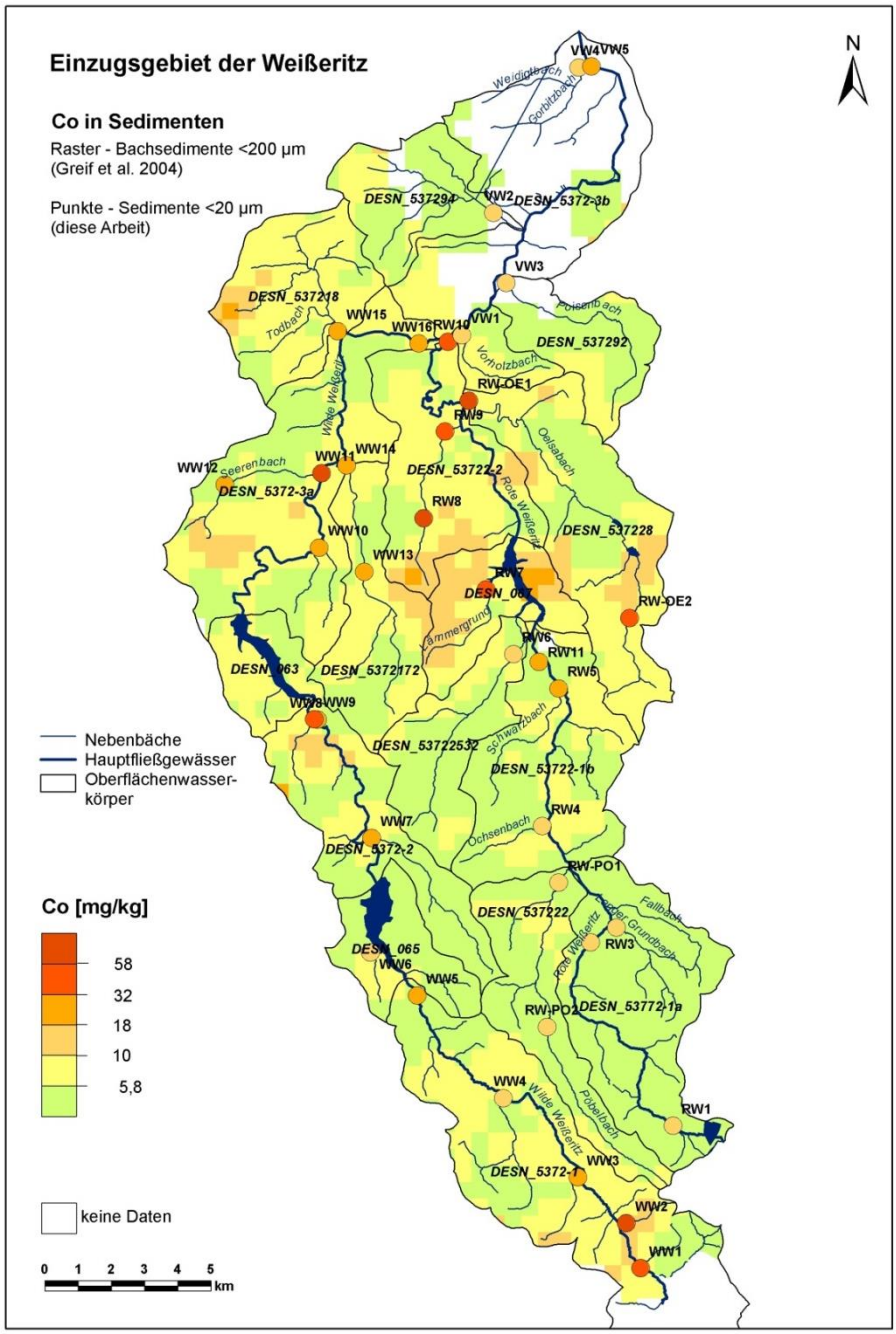


Abb. 6-32: Gegenüberstellung der Co-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Lithium

Der Clarke der oberen Erdkruste beträgt nach WEDEPOHL (1995) 22 mg/kg. Für Sachsen liegt kein mittlerer Li-Gehalt für Gesteine vor. PÄLCHEN et al. (1987) geben regionale Mittelwerte der hauptsächlichen Gesteinstypen im NE-Teil der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone an. Demnach besitzen Metarhyolithoide geringe Li-Gehalte (30 mg/kg), Metagranitoide und Paragneise mittlere Gehalte (46 bzw. 66 mg/kg), Phyllite erhöhte Li-Gehalte (84 mg/kg). Die höchsten Li-Gehalte weisen Granite auf, z.B. werden für den Schellerhauer Granit 230 mg/kg angegeben (KARDEL 2009). Lithium ist sowohl in den Zinnmineralisationen der Kassiterit-Quarz-Assoziation (z.B. Altenberg, Zinnwald) als auch in den Graniten des Jüngeren Intrusivkomplexes (z.B. Schellerhau) in Form Li-führender Glimmer enthalten. Bei der Verwitterung wird es mobil und kann daher lokal zu erhöhten Gehalten in Wässern führen (HÖSEL et al., 1997). In den Bachsedimenten <200 µm wird in Abb. 6.34 die lithologisch-chalkogene Verteilung verdeutlicht. Für die OWK ergibt sich eine Differenzierung von 45 bis 73 mg/kg (Tab. 6-23).

Für Li liegen keine QN-Vorschläge vor. Im Untersuchungsgebiet differenzieren sich die Li-Gehalte in den Sedimenten: während in Teil-EZGen der Wilden und Vereinigten Weißeritz Li-Gehalte von 45 bis 67 mg/kg in den Sedimenten <20 µm ermittelt wurden, erreichten sie in Teil-EZGen Werte bis 101 mg/kg (Abb. 6.33). Im Pöbelbach ist der Li-Gehalt im Sediment des Mittellaufs höher als an der Mündung uh. des Reviers Sadisdorf, was auf einen lithogenen Einfluss aus dem Schellerhauer Granit schließen lässt. In den Fließgewässern bewegen sich die Li-Gehalte zwischen 0,7 und 13 µg/l. Die höheren Li-Konzentrationen in den Wässern der Teil-EZGe der Vereinigten Weißeritz (bis 36 µg/l) können mit geogen Quellen nicht erklärt werden.

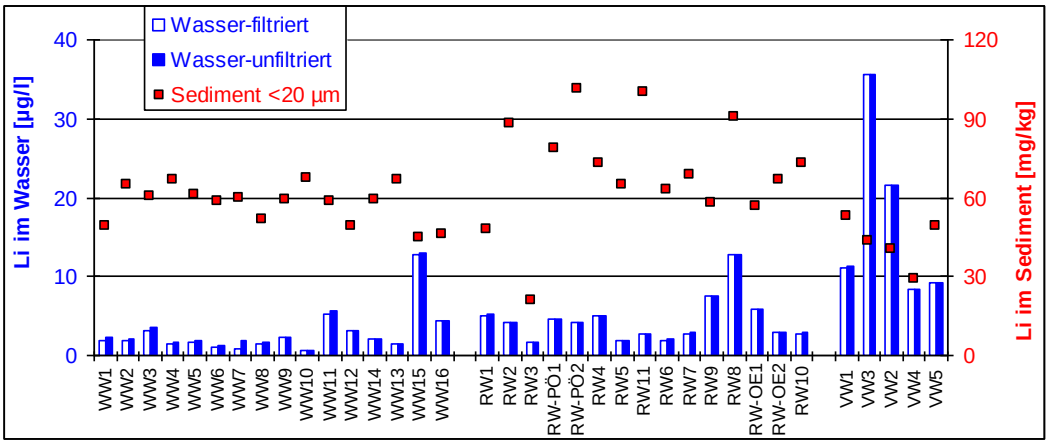


Abb. 6-33: Schwankungsbreite der Li-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-23: Übersicht über Li-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	-	-	(10)	-	-	62	61	*2,0*
DESN_065	-	-	(49)	-	-	51	59	*1,3*
DESN_5372-2	-	-	(42)	-	-	45	52	*1,6*
DESN_063	-	-	-	-	-	56	-	-
DESN_5372-3a	-	-	-	-	-	69	46	*4,4*
DESN_5372172	-	-	(51)	-	-	62	59	*2,1*
DESN_537218	-	-	-	-	-	49	45	*13*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	-	-	49	-	-	66	88	*4,1*
DESN_537222	-	-	41	-	-	58	79	*4,7*
DESN_53722-1b	-	-	40	-	-	61	100	*2,8*
DESN_53722532	-	-	58	-	-	73	63	*2,0*
DESN_067	-	-	(39)	-	-	63	68	*2,8*
DESN_53722-2	-	-	-	-	-	48	73	*2,9*
DESN_537228	-	-	(34)	-	-	47	56	*5,8*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	-	-	**-**	-	-	72	49	*9,1*
DESN_537292	-	-	-	-	-	63	43	*36*
DESN_537294	-	-	-	-	-	61	40	*22*

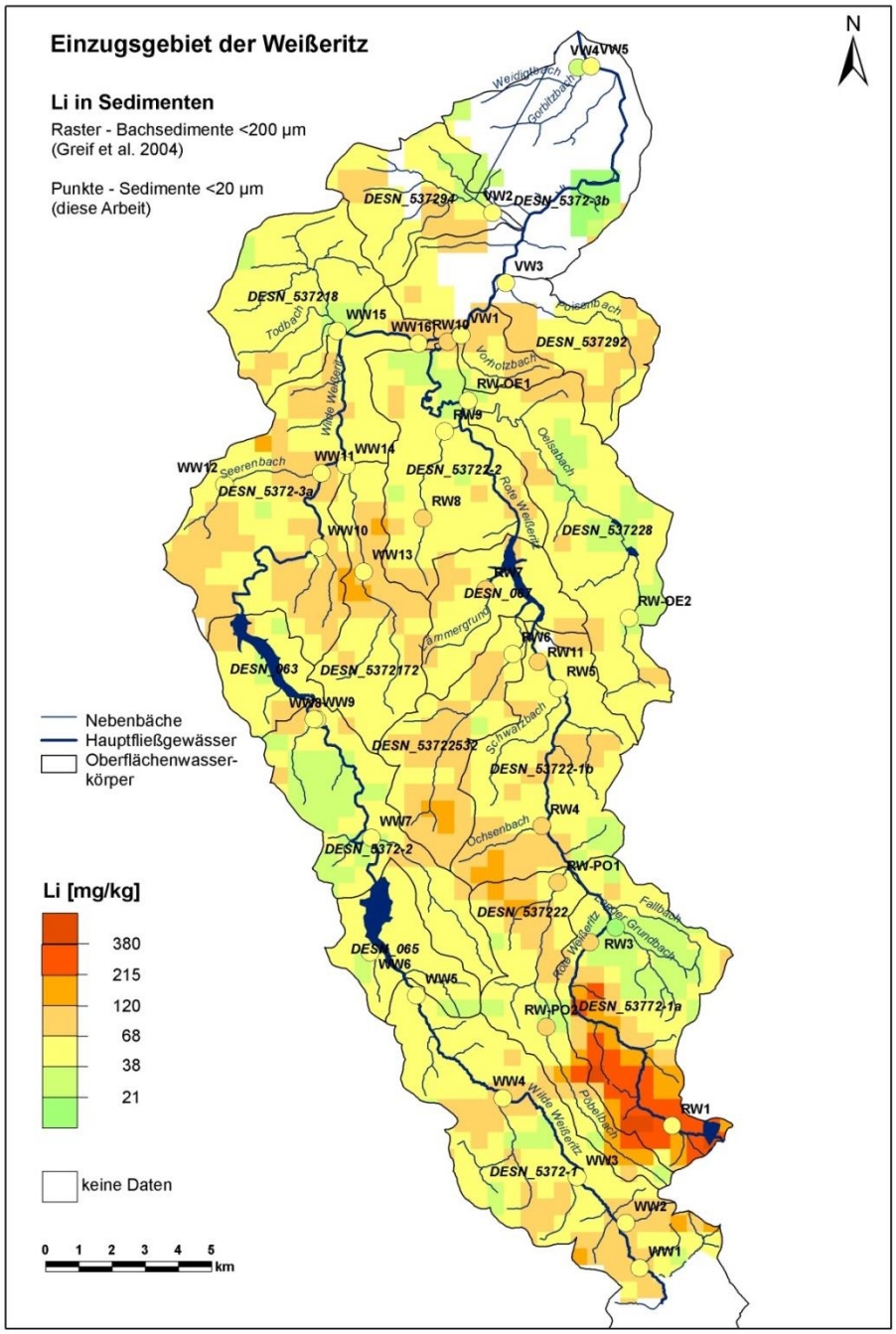


Abb. 6-34: Gegenüberstellung der Li-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Molybdän

Die Mo-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 1,4 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Für die sächsischen Gesteine liegen nur wenige Daten vor. Bezogen auf die OWK zeigt sich eine Schwankungsbreite in den mittleren Mo-Gehalten von 0,26 bis 2,7 mg/kg (Tab. 6-24).

Die regionale Verteilung der Mo-Gehalte in den sächsischen Böden wird auch hier durch die geogene Spezialisierung der Substrate bestimmt, wobei die Verwitterungsböden über Festgestein die höchsten Gehalte aufweisen. Chalkogene Mo-Anreicherungen finden sich vor allem im Bereich der Wolfram-Molybdän- und Zinn-Wolfram-Mineralisationen gemeinsam mit Bi, W, F und Be. Die Mo-Verteilung in den mineralischen Ober- und Unterböden differiert stark voneinander. Möglicherweise wird damit der erhöhte ubiquitäre, luftgetragene Eintrag widergespiegelt (analog Pb und Bi). Die Mo-Maxima im Unterboden werden fast ausschließlich von den bereits beschriebenen geogenen Prozessen verursacht. Neben den allgemeinen hohen ubiquitären Einträgen sind verstärkte Mo-Anreicherungen in den Oh-Horizonten im Raum Freital festzustellen (Steinkohleverarbeitung) (RANK ET AL. 1999).

Eine Mo-Anreicherung in den Bachsedimenten <200 µm ist im Bereich Sadisdorf und Freital zu erkennen (Abb. 6-36).

Bei den aktuellen Untersuchungen fallen besonders die erhöhten Mo-Gehalte (Wasser-gesamt: 7,9 µg/l, Sediment <20 µm: 7,1 mg/kg) an der Mündung des Pöbelbaches auf, die aus dem Bereich der Lagerstätte Sadisdorf stammen dürften und auch in der Roten Weißeritz oh. der TS Malter (RW11) noch zu erhöhten Werten führen. Der QN-V für Wasser von 7 µg/l wird nur in einem Fall (RW-PÖ1) überschritten, der QN-V für Schwebstoffe/Sedimente von 8 mg/kg wird nicht berührt (Abb. 6-35).

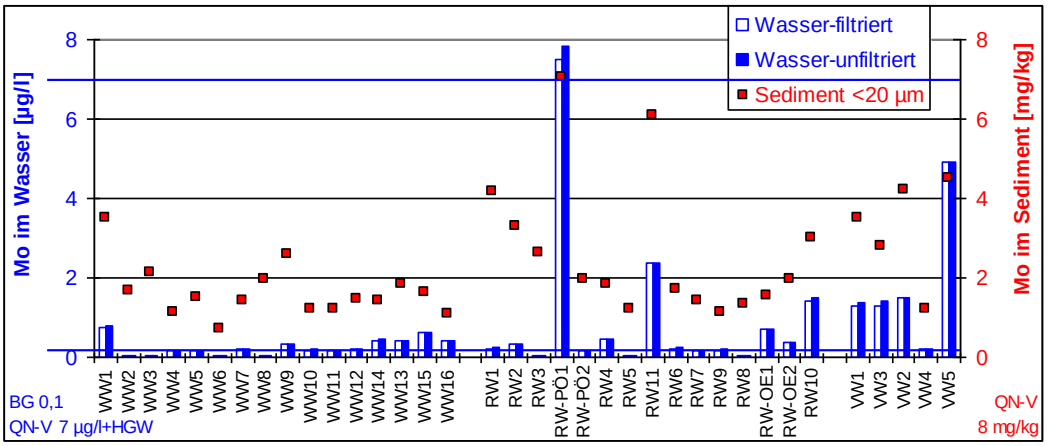
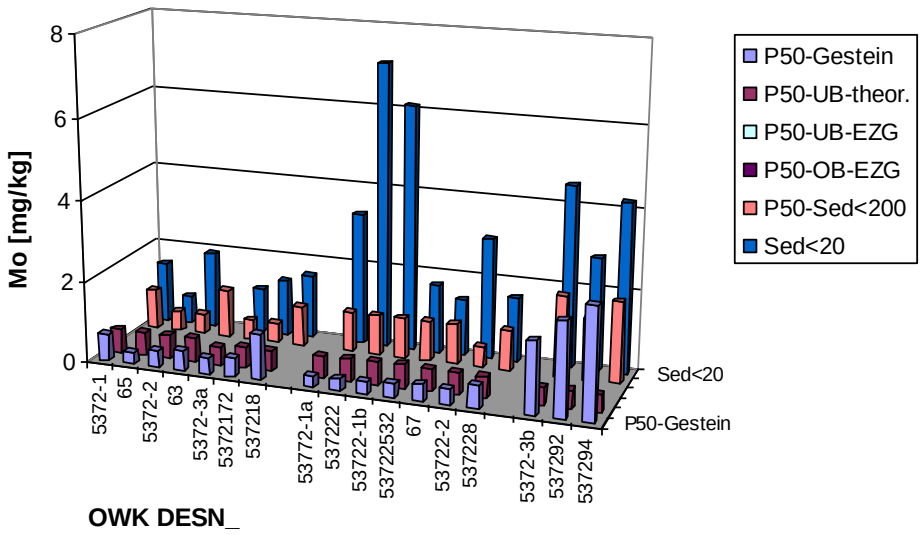


Abb. 6-35: Schwankungsbreite der Mo-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-24: Übersicht über Mo-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	(0,68)	0,58	(1,5)	-	-	1,0	1,5	*0,16*
DESN_065	(0,30)	0,59	(< 1)	-	-	< 1	0,69	*<0,125*
DESN_5372-2	(0,42)	0,59	(< 1)	-	-	< 1	1,9	*<0,125*
DESN_063	(0,50)	0,59	-	-	-	1,2	-	-
DESN_5372-3a	(0,40)	0,44	-	-	-	< 1	1,1	*0,44*
DESN_5372172	(0,49)	0,52	(< 1)	-	-	< 1	1,4	*0,45*
DESN_537218	(1,2)	0,52	-	-	-	1,0	1,6	*0,63*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	(0,26)	0,54	< 1	-	-	1,0	3,3	*0,33*
DESN_537222	(0,29)	0,56	1,1	-	-	1,0	7,1	*7,8*
DESN_53722-1b	(0,30)	0,58	< 1	-	-	1,0	6,1	*2,4*
DESN_53722532	(0,34)	0,59	< 1	-	-	1,0	1,7	*0,24*
DESN_067	(0,41)	0,56	(< 1)	-	-	1,0	1,4	*0,19*
DESN_53722-2	(0,39)	0,56	-	-	-	< 1	3,0	*1,5*
DESN_537228	(0,56)	0,53	(< 1)	-	-	1,0	1,6	*0,72*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	(1,8)	0,44	**-**	-	-	2,0	4,5	*4,9*
DESN_537292	(2,3)	0,47	-	-	-	1,5	2,8	*1,4*
DESN_537294	(2,7)	0,45	-	-	-	2,0	4,2	*1,5*


Mo [mg/kg]
8
6
4
2
0
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein

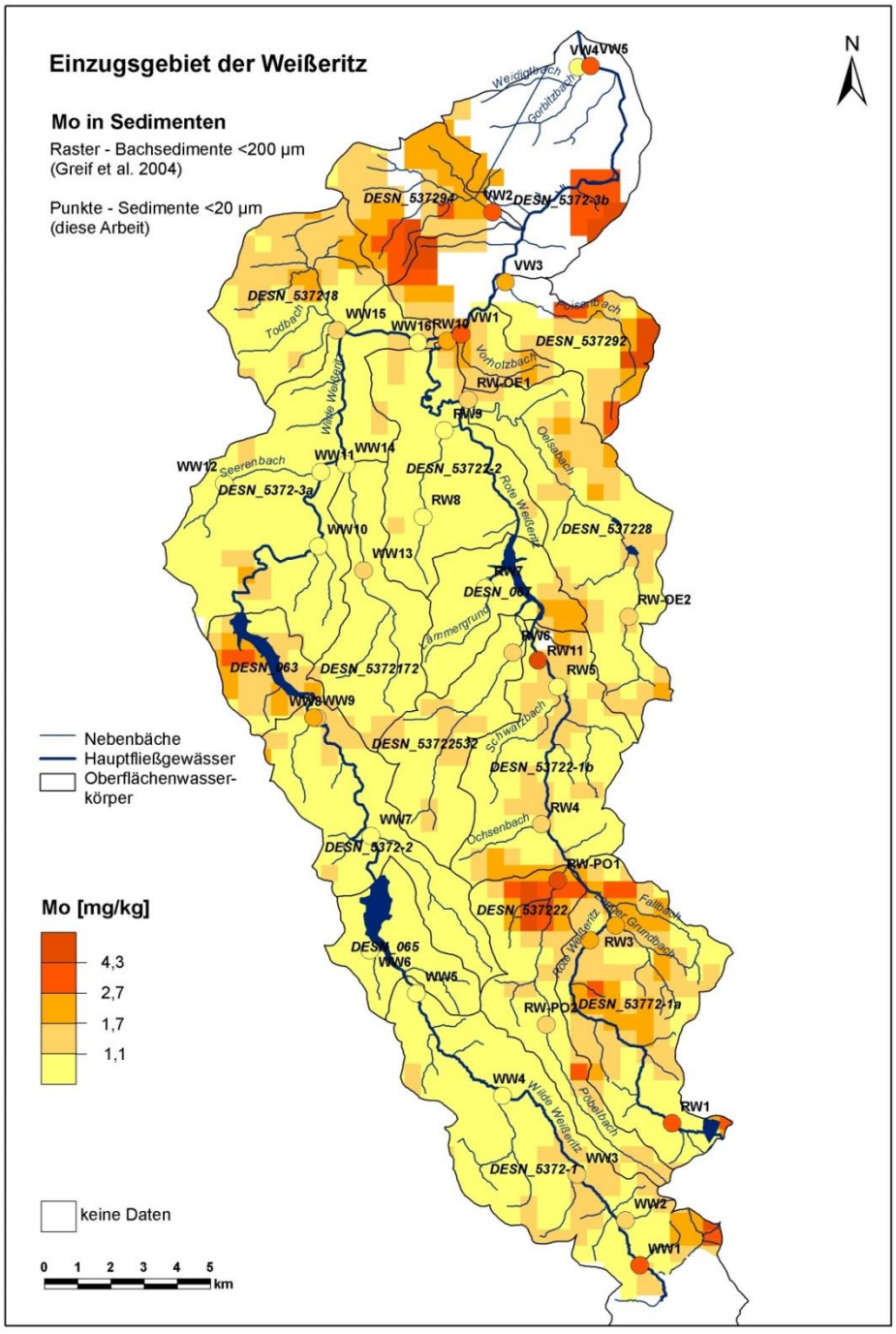


Abb. 6-36: Gegenüberstellung der Mo-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Antimon

Die Sb-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,31 mg/kg (WEDEPOHL, 1995).

Antimon ist im Sediment des Oberlaufs der Roten Weißeritz (RW1, RW2) im Sediment <20 µm bis zu 0,89 mg/kg angereichert (Abb. 6-37). Der QN-V von 110 mg/kg wird nicht tangiert. In den Oberflächenwässern wird Sb in Konznetrationen zwischen <0,1 und 0,45 µg/l angetroffen. Der QN-V in Höhe von 20 µg/l wird nicht erreicht.

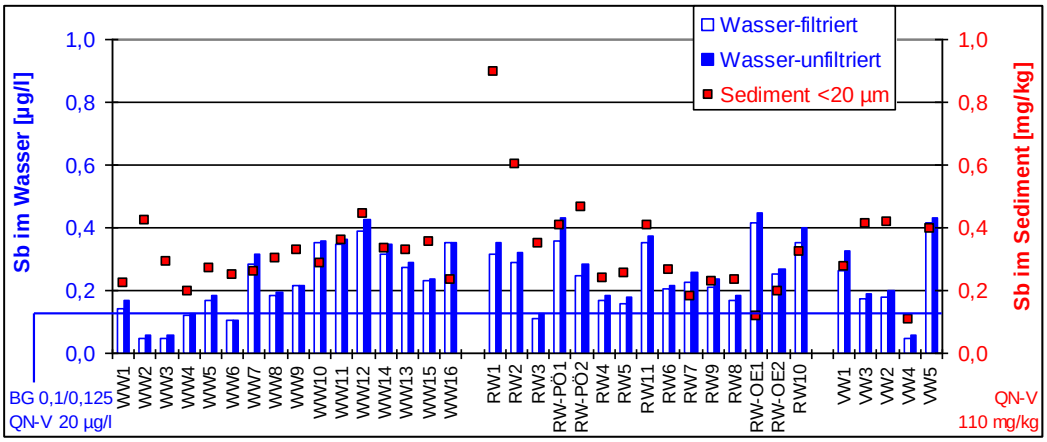


Abb. 6-37: Schwankungsbreite der Sb-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Selen

Selen zählt zu den seltenen Elementen in der oberen kontinentalen Kruste, Seine Konzentration beträgt 0,083 mg/kg (WEDEPOHL, 1995).

Selen ist ebenfalls im Oberlauf der Roten Weißeritz (RW1, RW2, RW3) in erhöhten Konzentrationen in den Sedimenten <20 µm anzutreffen (Abb. 6-38). In den Fließgewässern liegen in der Wilden (außer WW16) und Roten Weißeritz nahezu alle Se-Gehalte unter der BG von 0,5/0,625 µg/l. Ein QN-Vorschlag existiert nicht. Der Geringfügigkeitsschwellenwert liegt bei 7 µg/l und wird nicht erreicht.

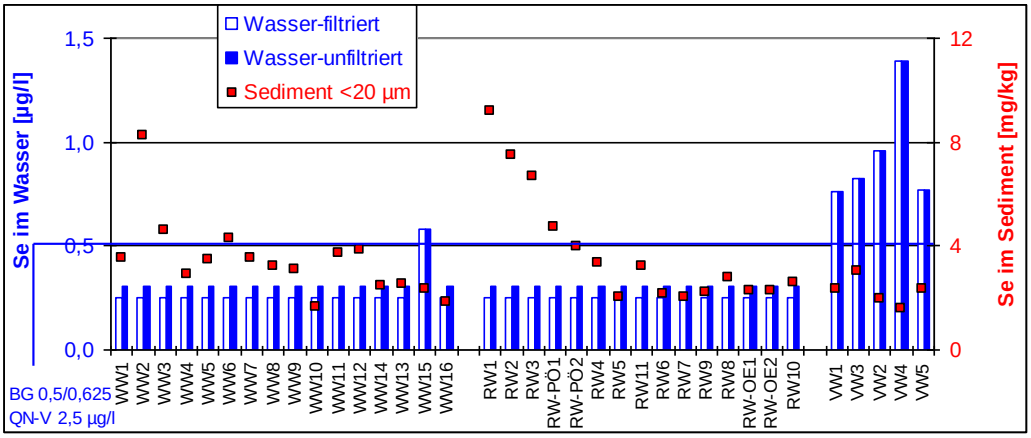


Abb. 6-38: Schwankungsbreite der Se-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Zinn

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste beträgt 2,5 mg/kg (WEDEPOHL 1995). Der Hauptteil sächsischer Gesteine weist Sn-Konzentrationen auf, die über dem Clarke liegen. Besondere Bedeutung erlangen varizische saure Vulkanite und Granite (47 mg/kg), die eine geochemische Sn-Spezialisierung besitzen. Diese geochemische Spezialisierung bildet sich sowohl in den Sn-Konzentrationen der Unterböden (Pedogeochemische Prospektion) als auch der Bachsedimente <200 µm (Geochemische Prospektion) ab (Tab. 6-25, Abb. 6-40).

Die Vergleichbarkeit der Sedimente <20 und <200 µm ist besonders hinsichtlich der verwendeten Aufschlussverfahren nicht gegeben. In den Sedimenten <20 µm schwankern die Sn-Gehalte zwischen 1,8 und 24 mg/kg, damit wird der QN-V nicht erreicht. Auch in der Wasserphase wird der QN-V von 3,5 µg/l nicht erreicht, da fast alle Analysen unter der BG von 0,1/0,125 liegen (Abb. 6-39).

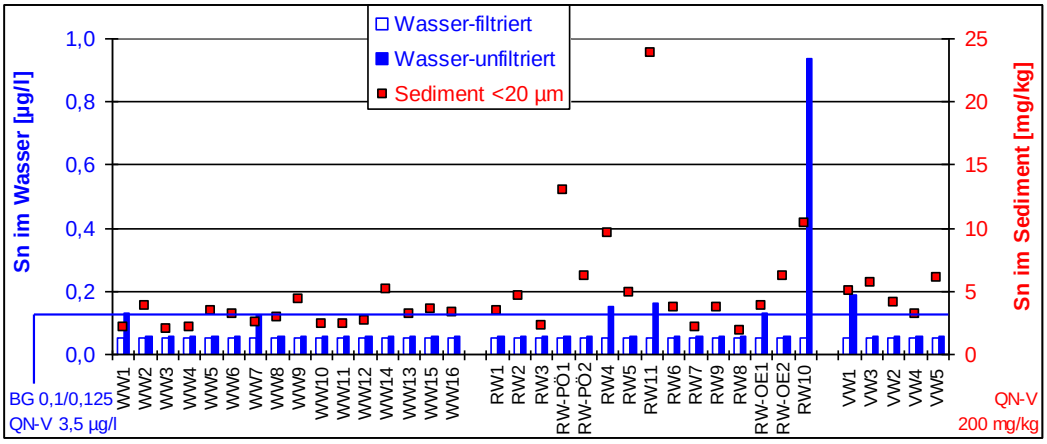


Abb. 6-39: Schwankungsbreite der Sn-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-25: Übersicht über Sn-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	5,2	-	(5,0)	-	-	6,0	3,4	<0,125

DESN_065	5,0	-	(5,0)	-	-	5,0	3,1	<0,125
DESN_5372-2	3,9	-	(5,0)	-	-	9,5	2,8	<0,125
DESN_063	3,0	-	-	-	-	9,0	-	-
DESN_5372-3a	4,1	-	-	-	-	13	3,3	<0,125
DESN_5372172	3,0	-	(10)	-	-	10	5,1	<0,125
DESN_537218	4,3	-	-	-	-	7,0	3,5	<0,125
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	22	-	14	-	-	40	4,5	<0,125
DESN_537222	5,9	-	16	-	-	29	13	<0,125
DESN_53722-1b	5,1	-	12	-	-	20	24	0,16
DESN_53722532	4,6	-	10	-	-	12	3,7	<0,125
DESN_067	3,4	-	(9,0)	-	-	14	2,0	<0,125
DESN_53722-2	3,6	-	-	-	-	9,0	10	0,94
DESN_537228	3,8	-	(8,0)	-	-	9,0	3,8	0,13
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	3,6	-	-	-	-	8,0	6,0	<0,125
DESN_537292	5,0	-	-	-	-	6,0	5,6	<0,125
DESN_537294	4,7	-	-	-	-	7,0	4,1	<0,125

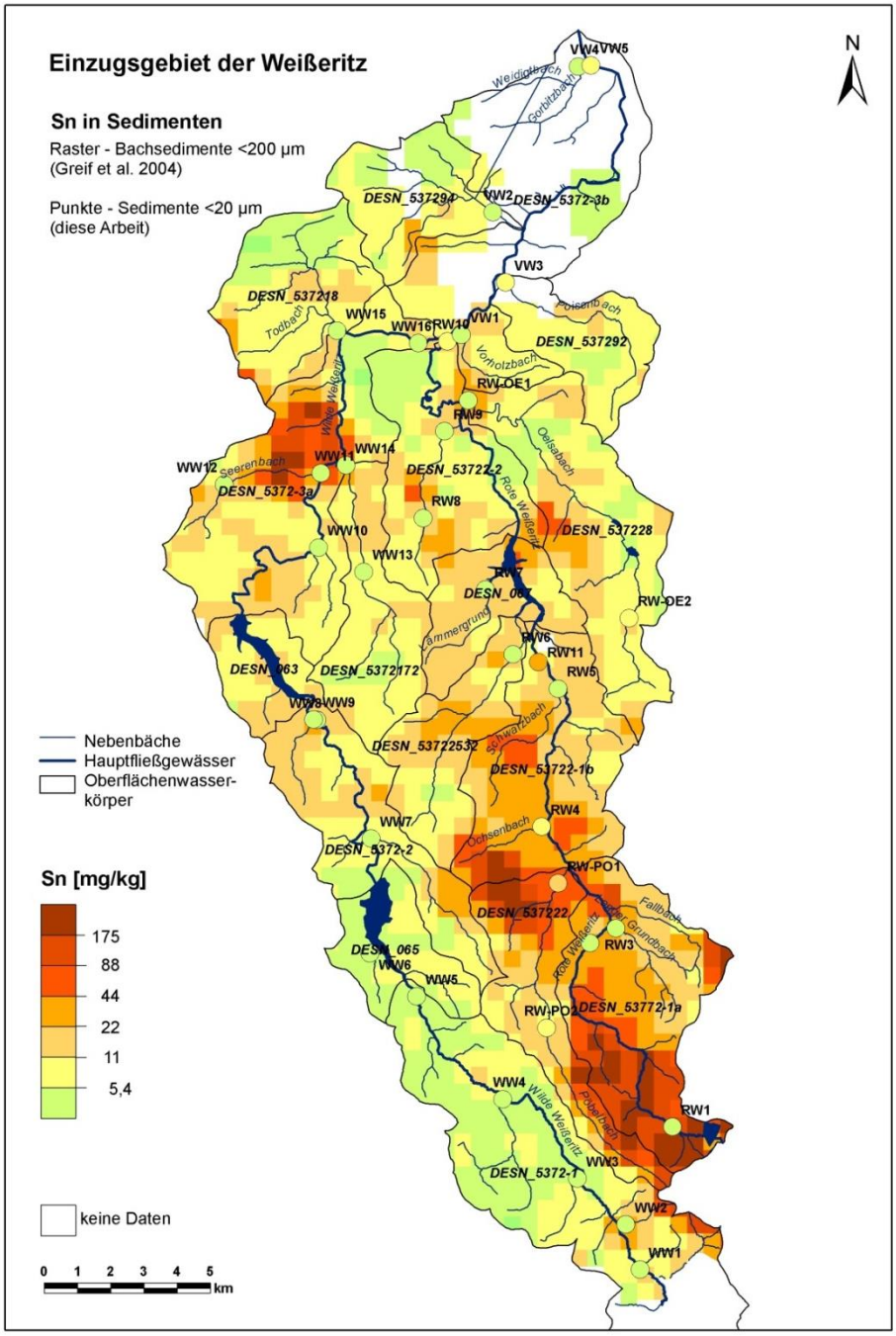


Abb. 6-40: Gegenüberstellung der Sn-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

Titan

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste beträgt 3117 mg/kg (WEDEPOHL 1995). Für Sachsen liegen keine gemittelten Angaben für Gesteine und Böden vor. Titan als basaltophiles Element findet sich hochkonzentriert in Metabasiten und verwandten basischen Gesteinen, gefolgt von metamorphen Gesteinen wie Paragneisen (4150 mg/kg). In jüngeren Graniten (525 mg/kg) und Kreidesandsteinen ist ein Minimum zu verzeichnen. Dieser lithophile Charakter spiegelt sich in den Bachsedimenten <200 µm aus der geochemischen Prospektion (GREIF ET AL. 2004) wider, die jedoch mit den aktuellen Ergebnissen nicht unmittelbar verglichen werden können (vgl. Anmerkungen zum Aufschlussverfahren). Mineralisationsrelevante bzw. anthropogene Ti-Anreicherungen sind im Erzgebirge nicht bekannt (PÄLCHEN ET AL. 1982).

In den durch das Vorherrschen saurer Gesteine charakterisierten Gebieten (Oberlauf Rote Weißeritz, Pöbelbach) wird der QN-V von 15 µg/l in der Wasserphase eingehalten. Erhöht sich jedoch der Anteil metamorpher Gesteine im EZG, wird dieser Wert überschritten. Gleiches trifft auch für den QN-V von 725 mg/kg für die Schwebstoffe/Sedimente zu (Abb. 6-41).

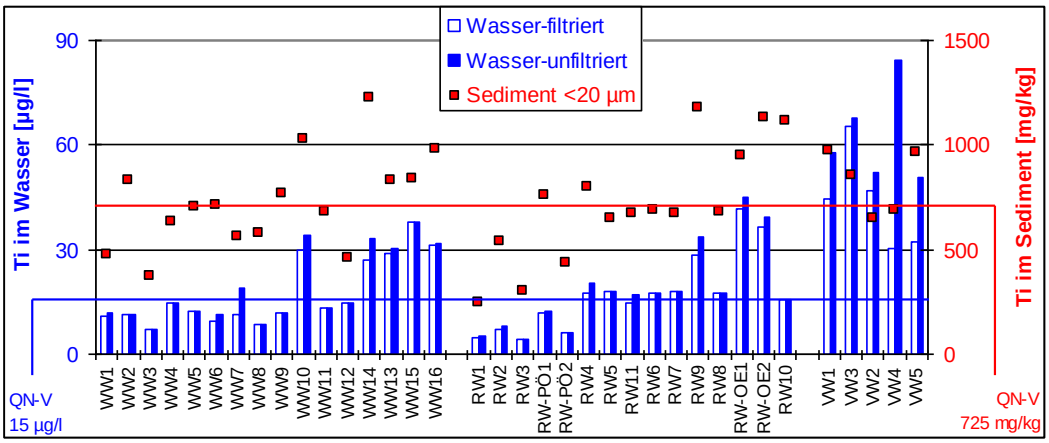


Abb. 6-41: Schwankungsbreite der Ti-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Thallium

Die Tl-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,75 mg/kg (WEDEPHL, 1995). Für die sächsischen Hauptgesteinstypen liegen bisher nur relativ wenige Analysen vor. Die höchsten Gehalte wurden in den Graniten des Jüngeren Intrusivkomplexes (ca. 5 mg/kg) festgestellt. Geogene Tl-Anreicherungen sind vor allem im Bereich dieser Granitintrusionen und in den Lagerstättengebieten mit Zinn-Wolfram-Vererzungen zu erwarten. Es ist als Gemengebestandteil sulfidischer Fe-, Cu-, Pb- und Zn-Erze weit verbreitet. In den Böden sind in der Regel Tl-Konzentrationen <1 mg/kg anzutreffen. Trotz des viel geringeren Oberflächenanschnitts der Granite und Zinnvererzungen im Osterzgebirge (Altenberg, Zinnwald, Sadisdorf u.a.), werden diese geochemischen Tl-Anreicherungen der Substrate selbst im Raster von 4 x 4 km widergespiegelt. Die Tl-Verteilung in den mineralischen Ober- und Unterböden ist nahezu identisch. Daraus lässt sich ableiten, dass die atmosphärischen Tl-Einträge nur eine geringe Rolle spielen dürften (RANK ET AL. 1999).

Für die OWK werden mittlere petrogeochemische Tl-Gehalte zwischen 0,4 und 2,3 mg/kg und für die Unterböden zwischen 0,6 und 1,4 mg/kg ermittelt (Tab. 6-26). Diese Angaben decken sich weitgehend mit den im EZG untersuchten Böden.

Die vorgeschlagenen QN-V von 1 µg/l bzw. 1 mg/kg dürften der hohen Toxizität von Tl und Tl-Verbindungen geschuldet sein. In den Fließgewässern wird nur an den Punkten RW3 und RW8 (0,30 µg/l) die Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l geringfügig überschritten, der QN-V jedoch nicht erreicht (Abb. 6-42). Bei den untersuchten Sedimenten <20 µm sind die höchsten Tl-Konzentrationen erwartungsgemäß in den oberen Teil-EZGen der Roten Weißeritz anzutreffen, in denen auch der QN-V überschritten wird.

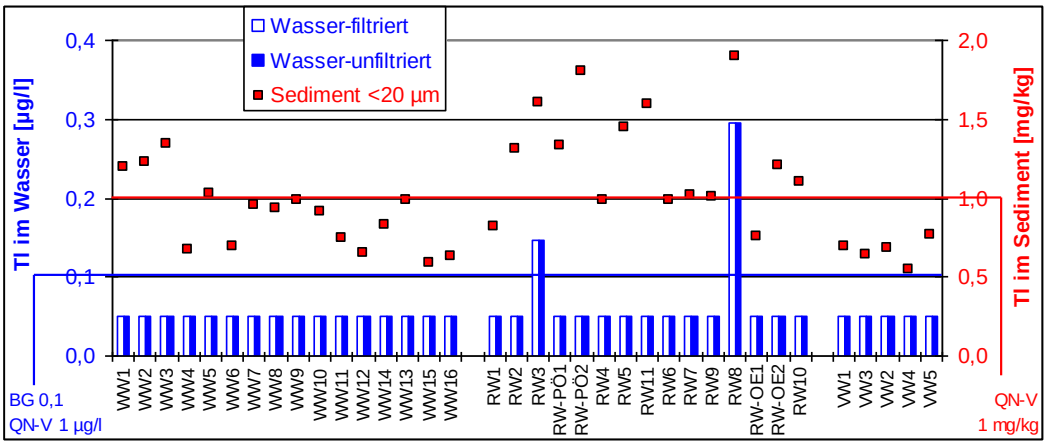
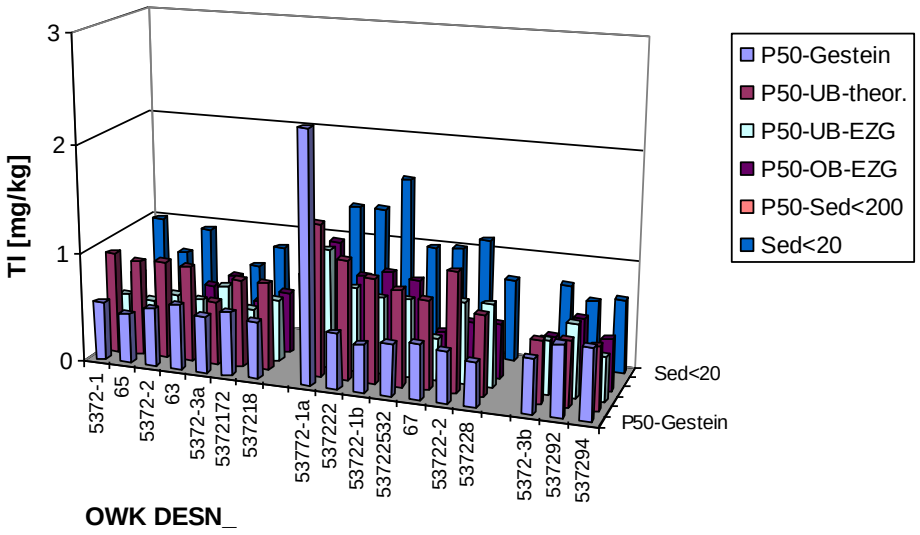


Abb. 6-42: Schwankungsbreite der Tl-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-26: Übersicht über Tl-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	(0,54)	0,93	-	0,47	0,61	-	1,0	<0,1
DESN_065	(0,46)	0,88	-	0,44	0,49	-	0,69	<0,1
DESN_5372-2	(0,54)	0,90	-	0,52	0,55	-	0,94	<0,1
DESN_063	(0,60)	0,88	-	0,50	0,56	-	-	-
DESN_5372-3a	(0,52)	0,58	-	0,65	0,68	-	0,63	<0,1

DESN_5372172	(0,59)	0,81	-	0,46	0,46	-	0,83	<0,1
DESN_537218	(0,53)	0,81	-	0,58	0,57	-	0,59	<0,1
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	(2,3)	1,4	-	1,1	1,10	-	1,3	<0,1
DESN_537222	(0,51)	1,1	-	0,77	0,81	-	1,3	<0,1
DESN_53722-1b	(0,44)	0,96	-	0,71	0,87	-	1,6	<0,1
DESN_53722532	(0,48)	0,88	-	0,72	0,82	-	0,98	<0,1
DESN_067	(0,51)	0,82	-	0,39	0,37	-	1,0	<0,1
DESN_53722-2	(0,47)	1,1	-	0,75	0,49	-	1,1	<0,1
DESN_537228	(0,40)	0,74	-	0,76	0,50	-	0,76	<0,1
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	(0,50)	0,58	-	0,50	0,45	-	0,76	<0,1
DESN_537292	(0,65)	0,60	-	0,67	0,64	-	0,64	<0,1
DESN_537294	(0,65)	0,58	-	0,41	0,48	-	0,68	<0,1



Uran

Die Uran-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 1,7 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Die Granite des Schellerhauer Granits weisen mit 11 mg/kg die höchsten mittleren U-Gehalte im Untersuchungsgebiet auf. Das zeigt sich auch in den gemittelten U-Gehalten in den OWK, die zwischen 1,6 und 7,4 mg/kg schwanken (Tab. 6-27).

Die regionale Verteilung der U-Gehalte in den sächsischen Ober- und Unterböden ist nahezu identisch und wird vor allem durch die geogene Spezialisierung der Substrate (Granitoide, Rhyolithoide) bestimmt (RANK ET AL. 1999). Die aus den sächsischen Unterböden ermittelten U-Gehalte zeigen beim Bezug auf die OWK des EZG der Weißeritz ein homogenes Bild (2,2 bis 2,9 mg/kg), welches der tatsächlichen Differenzierung nicht entsprechen dürfte. Die Betrachtung realer Unterböden aus dem Untersuchungsgebiet führt zu einer stärkeren Differenzierung (1,5 bis 4,3 mg/kg).

Bei den aktuellen Untersuchungen fallen regionale Unterschiede zwischen Wilder, Roter und Vereinigter Weißeritz auf (Abb. 4.43). Während in der Wilden Weißeritz die U-Konzentrationen in der Wasserphase unter bzw. nahe der Bestimmungsgrenze von 0,1/0,125 µg/l und in den Sedimenten <20 µm zwischen 3,5 und 14 mg/kg liegen, werden im oberen EZG der Roten Weißeritz U-Gehalte von bis zu 48 mg/kg in den Sedimenten analysiert. Hier sind die U-Konzentrationen in der Wasserphase ebenfalls gering. Die Teil-EZGe im Bereich der Vereinigten Weißeritz fallen durch erhebliche U-Konzentrationen in den Wässern (VW 2 bis 32 µg/l) auf. Für die Wilde und Rote Weißeritz ist die Einhaltung des QN-V von 1,5 µg/l (mit Ausnahme RW1) gesichert. Der QN-V von 0,5 mg/kg für Schwebstoffe/Sedimente ist nicht realisierbar.

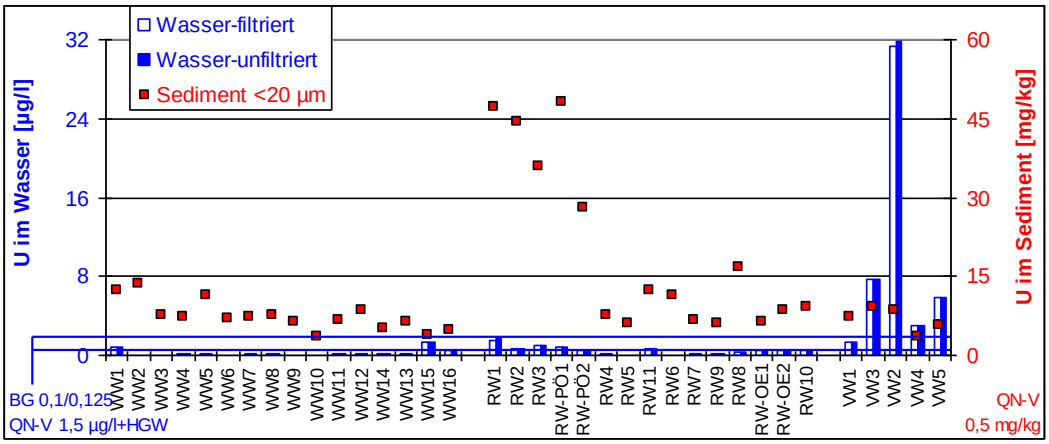
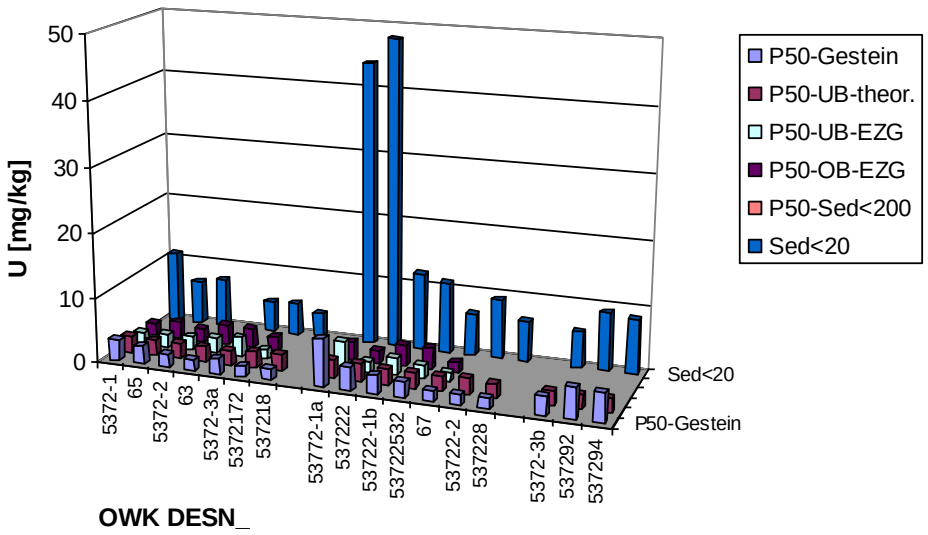


Abb. 6-43: Schwankungsbreite der U-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-27: Übersicht über U-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	3,4	2,6	(2,0)	1,8	2,0	-	11	*0,18*
DESN_065	2,8	2,4	(3,0)	2,0	2,7	-	6,8	*<0,125*
DESN_5372-2	2,1	2,4	(3,0)	2,1	2,0	-	7,5	*0,13*
DESN_063	1,7	2,4	-	2,4	3,1	-	-	-
DESN_5372-3a	2,3	2,2	-	3,0	3,0	-	4,8	*0,46*
DESN_5372172	1,7	2,6	(2,0)	1,5	2,2	-	5,0	*0,24*
DESN_537218	1,7	2,6	-	-	-	-	3,8	*1,3*
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	7,4	2,9	4,0	4,3	2,8	-	44	*0,64*
DESN_537222	3,7	2,7	3,0	1,6	2,0	-	48	*0,80*
DESN_53722-1b	2,9	2,5	3,0	2,8	3,3	-	12	*0,69*
DESN_53722532	2,5	2,4	3,0	2,1	3,4	-	11	*<0,125*
DESN_067	1,6	2,3	(4,0)	1,5	1,6	-	6,6	*0,17*
DESN_53722-2	1,6	2,7	-	-	-	-	9,2	*0,44*
DESN_537228	1,6	2,2	(3,0)	-	-	-	6,4	*0,51*
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	2,9	2,2	**-**	-	-	-	5,7	*5,8*
DESN_537292	4,8	2,3	-	-	-	-	9,1	*7,7*
DESN_537294	4,5	2,3	-	-	-	-	8,6	*32*



Vanadium

Die V-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 53 mg/kg (WEDEPOHL 1995), kann aber in den unterschiedlichen Gesteinstypen stark schwanken. Die mittleren V-Gehalte (Median) der sächsischen Hauptgesteinstypen variieren von 1,5 bis 260 mg/kg (RANK ET AL. 1999), bezogen auf die OWK im Einzugsgebiet zwischen 7,0 und 66 mg/kg (Tab. 6.28).

Im mineralischen Ober- und Unterboden sind die flächenhafte Verteilung und die Medianwerte nahezu identisch, was für geringe anthropogene V-Einträge über den Luftpfad spricht. Für die Unterböden wurden theoretisch 46 bis 80 mg/kg in den einzelnen OWK ermittelt. Die Daten aus der pedogeochemischen Prospektion zeigen jedoch eine engere Beziehung zum Gestein (Tab. 6-28).

Der QN-Vorschlag beträgt für V 35 mg/kg. Dieser wird nur im Bereich des Altenberger Granitporphyrs (RW2, RW3) eingehalten (Abb. 6-44). Die V-Konzentrationen in den beprobten Sedimenten zeigen somit einen engen Zusammenhang zum geologischen Untergrund.

Die Fließgewässer weisen V-Konzentrationen von <0,1 bis 2,6 µg/l auf. Im Bereich der Vereinigten Weißeritz sind in den Wässern erhöhte V-Konzentrationen festzustellen, die im Einzelfall auch den QN-V von 2,4 µg/l überschreiten. Hier ist ein partieller anthropogener Einfluss nicht auszuschließen. Der Geringfügigkeitsschwellenwert für das Grundwasser von 4 µg/l wird nicht erreicht.

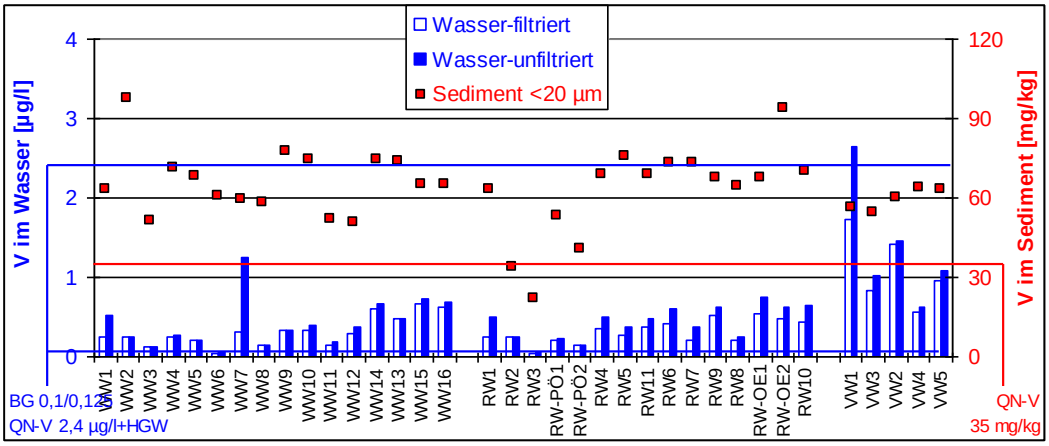
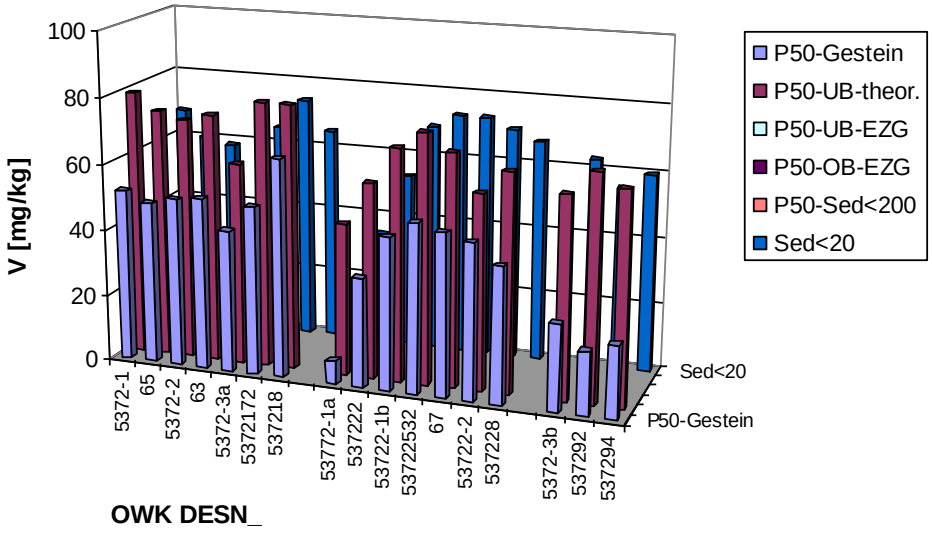


Abb. 6-44: Schwankungsbreite der V-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-28: Übersicht über V-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Ge-stein** theor.	**Unter-boden** theor.	**Unter-boden** Prosp.	**Unterbo-den** real	**Oberbo-den** real	**Sedi-ment** Prosp.	**Sedi-ment**	***Was-ser***
Korngröße	ge-samt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								
DESN_5372-1	52	80	(61)	-	-	-	68	0,20
DESN_065	49	75	(55)	-	-	-	60	<0,125
DESN_5372-2	51	73	(50)	-	-	-	58	0,14
DESN_063	52	75	-	-	-	-	-	-
DESN_5372-3a	43	61	-	-	-	-	65	0,69
DESN_5372172	51	80	(57)	-	-	-	74	0,67
DESN_537218	66	80	-	-	-	-	65	0,74
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	7,0	46	15	-	-	-	34	0,26
DESN_537222	33	59	40	-	-	-	53	0,23

DESN_53722-1b	46	70	54	-	-	-	69	0,48
DESN_53722532	51	75	61	-	-	-	73	0,61
DESN_067	49	70	(57)	-	-	-	73	0,37
DESN_53722-2	47	59	-	-	-	-	70	0,64
DESN_537228	41	66	(55)	-	-	-	67	0,76
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	26	61	-	-	-	-	63	1,1
DESN_537292	19	68	-	-	-	-	55	1,0
DESN_537294	22	64	-	-	-	-	60	1,4



Wolfram

Die W-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 1,4 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Für die Granite des Jüngeren Intrusivkomplexes kann gegenüber dem Clarke eine deutliche Erhöhung festgestellt werden (12 mg/kg), in den osterzgebirgischen Graniten von Sadisdorf, Altenberg und Schellerhau kommen W-Gehalte bis 60 mg/kg vor (PÄLCHEN ET AL., 1982). Zusätzliche geogene Einträge (über die geochemische Spezialisierung der Substrate hinaus) erfolgten über die Bildung von W- und Sn-W-Mineralisationen, die meist räumlich und genetisch an die Granite gebunden sind. Die erzgebirgischen Gesteinseinheiten der Paragneise, Glimmerschiefer und Phyllite besitzen in der Regel W-Gehalte <2 mg/kg, in periglaziären Sanden/Kiesen und kretazischen Sandsteinen finden sich <1 mg/kg. Die W-Verteilung in den mineralischen Ober- und Unterböden ist nahezu identisch, mit der Tendenz einer leichten Abnahme zum Unterboden (RANK ET AL. 1999).

Für die Gesteine bewegen sich die W-Gehalte in den OWK zwischen 3,5 und 12 mg/kg und für die Unterböden wurden theoretisch W-Gehalte zwischen 1,5 und 4,5 mg/kg ermittelt, woraus eine W-Spezialisierung nicht klar

ersichtlich wird (Tab. 6-29). Deutliche W-Differenzierungen werden im Zuge der geochemischen Prospektion der Bachsedimente <200 µm offenbar (Abb. 6-46). Die Kontur des Schellerhauer Granits zeigt sich z.B. durch W-Konzentrationen >34 mg/kg. Auch im Bereich des Sadisdorfer Granits und seiner Mineralisationen sind erhöhte W-Konzentrationen anzutreffen. In den OWK konnten W-Gehalte zwischen 2,5 und 29 mg/kg ausgehalten werden.

Zwischen der Wilden und der Roten Weißeritz zeigen sich deutliche Unterschiede in den W-Konzentrationen (Abb. 6-45). Besonders auffällig sind die geringen W-Konzentrationen in den Sedimenten im EZG der Wilden Weißeritz (<0,1 bis 0,23 mg/kg) im Kontrast zu den W-Konzentrationen in den oberen Teil-EZG der Roten Weißeritz (bis 6,1 mg/kg). Hier spiegeln sich die Granite und ihre Mineralisationen in den W-Gehalten der Sedimente <20 µm auf niedrigerem Niveau (vgl. Aufschlussproblematik) wider. Die W-Konzentrationen In den Fließgewässern liegen häufig unter der BG von 0,1 bzw. 0,125 µg/l. Einzelne erhöhte W-Gehalte außerhalb der Granitgebiete können nicht identifiziert werden.

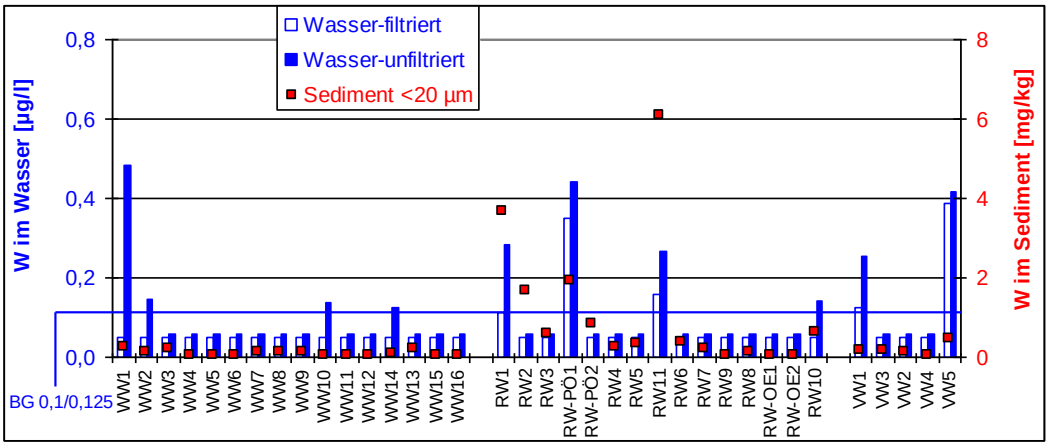
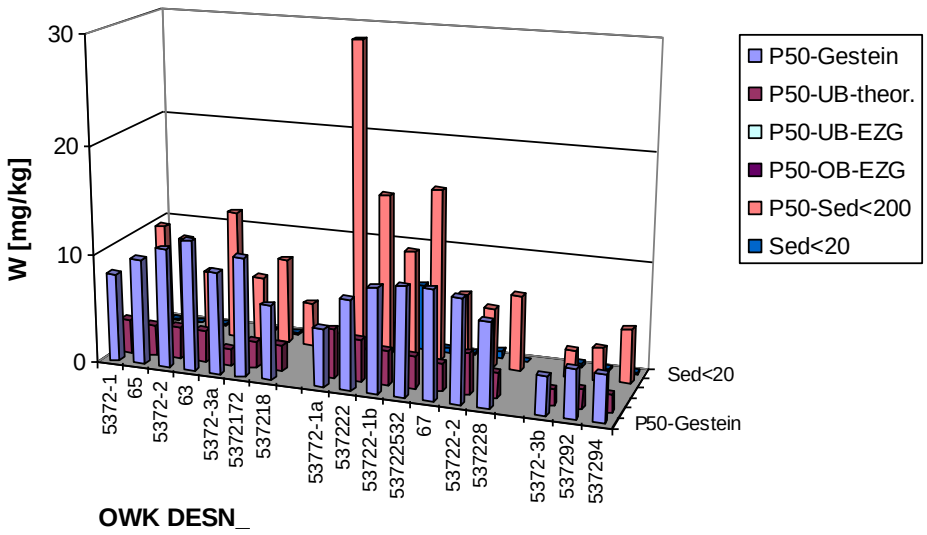


Abb. 6-45: Schwankungsbreite der W-Gehalte in Wässern und Sedimenten der Weißeritz

Tab. 6-29: Übersicht über W-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), **I** KARDEL ET AL. 1996, **II** RANK ET AL. 1999, **III** RANK & KARDEL 2009, **IV** KARDEL & RANK 2009, **V** GREIF ET AL. 2004, **VI** diese Arbeit, jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes, ( ) statistisch nicht gesichert, - keine Angaben

Kompartiment	**Gestein** theor.	**Unterboden** theor.	**Unterboden** Prosp.	**Unterboden** real	**Oberboden** real	**Sediment** Prosp.	**Sediment**	***Wasser***
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	*unfiltr.*
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	HNO_3/ H_2O_2	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	*Einzel*
Quelle	**I**	**II**	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**VI**	***VI***
Wilde Weißeritz								

DESN_5372-1	8,2	3,1	(5,0)	-	-	10	<0,1	<0,125
DESN_065	9,8	2,9	(7,0)	-	-	9,0	<0,1	<0,125
DESN_5372-2	11	3,0	(8,0)	-	-	6,0	0,12	<0,125
DESN_063	12	2,9	-	-	-	12	-	-
DESN_5372-3a	9,4	1,5	-	-	-	6,0	<0,1	<0,125
DESN_5372172	11	2,5	(7,0)	-	-	8,0	0,10	0,13
DESN_537218	6,9	2,5	-	-	-	4,0	<0,1	<0,125
Rote Weißeritz								
DESN_53772-1a	5,4	4,5	5,0	-	-	29	1,6	<0,125
DESN_537222	8,3	3,8	7,0	-	-	15	1,9	0,44
DESN_53722-1b	9,6	3,2	7,0	-	-	10	6,1	0,27
DESN_53722532	10	2,9	7,0	-	-	16	0,38	<0,125
DESN_067	10	2,6	(7,0)	-	-	6,5	0,21	<0,125
DESN_53722-2	9,5	3,8	-	-	-	5,5	0,64	0,14
DESN_537228	7,7	2,4	(7,0)	-	-	7,0	<0,1	<0,125
Vereinigte Weißeritz								
DESN_5372-3b	3,5	1,5	**-**	-	-	2,5	0,46	0,42
DESN_537292	4,5	1,9	-	-	-	3,0	0,18	<0,125
DESN_537294	4,3	1,7	-	-	-	5,0	0,14	<0,125


30
20
10
0
W [mg/kg]
P50-Gestein
P50-UB-theor.
P50-UB-EZG
P50-OB-EZG
P50-Sed<200
Sed<20
Sed<20
P50-Gestein
5372-1
65
5372-2
63
5372-3a
5372172
537218
53772-1a
537222
53722-1b
53722532
67
53722-2
537228
5372-3b
537292
537294
OWK DESN_

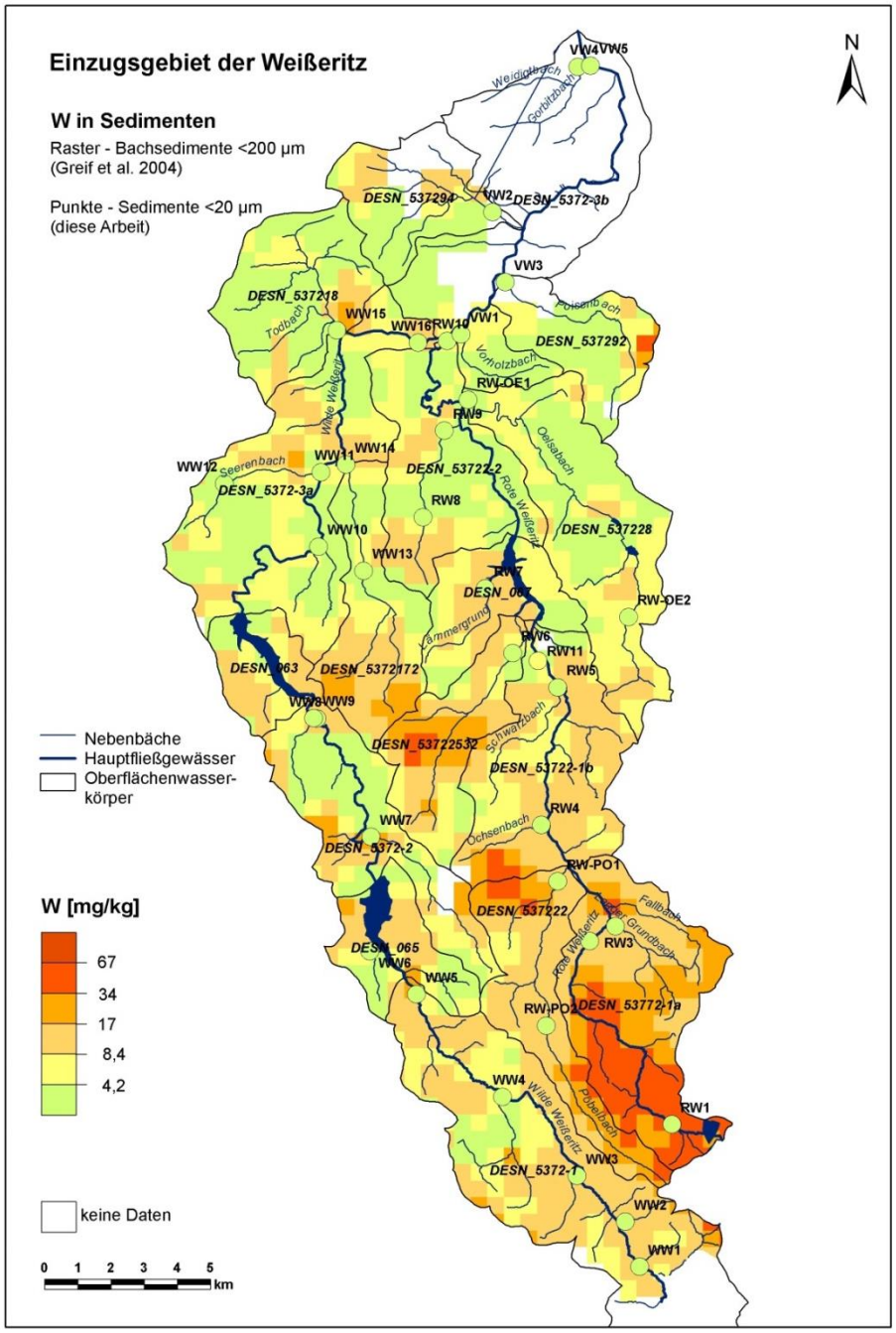


Abb. 6-46: Gegenüberstellung der W-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004**) und <20 µm (Punkte, HNO_3/H_2O_2, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Weißeritz**

3.8 Zusammenfassung und Diskussion

Der durchgeführte Werkvertrag untersuchte das geochemische Potential der Fließgewässer und ihrer Sedimente <20 µm in den Einzugsgebieten der Wilden und der Roten Weißeritz. Fakultativ wurde das Gebiet der Vereinigten Weißeritz in die Betrachtungen einbezogen.

Den Beprobungen im Einzugsgebiet gehen umfangreiche Studien des geochemischen Inventars der zu den Gewässern in Bezug stehenden Kompartimente Gestein, Boden und Bachsediment <200 µm voraus, die bezogen auf die Geometrien der Oberflächenwasserkörper (OWK) ausgewertet wurden und wichtige Hinweise auf den Stoffbestand liefern.

Bei der Probenahme wurden 36 Probenahmepunkte angefahren, wobei bei einer prospektionsorientierten Vorgehensweise auf die Abdeckung einer möglichst großen Fläche des Untersuchungsgebietes geachtet wurde. An jedem Punkt konnte die Wasserphase (filtriert und unfiltriert) und das frische schwebstoffbürtige Feinsediment entnommen werden. Die Probenvorbereitung erfolgte nach der Methodik der BfUL Neusörnewitz. Zur Absicherung der Analysenqualität wurden Vergleichsproben durch das Geochemische Labor des Instituts für Mineralogie und der BfUL Neusörnewitz analysiert. Das Programm der analytischen Qualitätssicherung verlief erfolgreich.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte elementbezogen, wobei sowohl der geogene Status als auch die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen betrachtet wurden. Bei den Elementen der ECO-Liste ist Arsen in den Sedimenten <20 µm das Hauptproblemelement. Es überschreitet nahezu flächendeckend (in 32 von 36 Proben) die Umweltqualitätsnorm von 40 mg/kg. Auch bei den Elementen Zink (QN 800 mg/kg) und Kupfer (QN 160 mg/kg) gibt es Überschreitungen der QN in 17 bzw. 4 Fällen. Die QN für Chrom (640 mg/kg) wird flächendeckend eingehalten. Bei den Elementen der CHEM-Liste und der EG-TochterRL ist das Element Cadmium als Hauptproblemelement in der Wasserphase anzusehen. Während für die Gesamtprobe (QN 1 µg/l) 3 Überschreitungen vorliegen, sind es bei der gelösten Phase (nach EG-TochterRL JD-UQN 0,08 µg/l bei <50 mg $CaCO_3$ /l) 32. Für Hg wird die QN für die Wassergesamtprobe (1 µg/l) eingehalten, die Ergebnisse der gelösten Wasserphase (<0,1 mg/l) liegen nahe der QN der EG-TochterRL (JD-UQN 0,05 mg/l). Beim Element Pb gibt es nur im Einzelfall eine Überschreitung der QN (JD-UQN 7,2 µg/l) in der gelösten Wasserphase. Das Element Nickel in der gelösten Wasserphase (JD-UQN 20 µg/l) ist im Einzugsgebiet der Weißeritz unproblematisch. Die Überschreitungen der QN und der QN-Vorschläge sind für die betrachteten Elemente in Tab. 7-1 zusammengefasst.

Tab. 7-1: Übersicht über die Zahl der Überschreitungen der EG-Umweltqualitätsnorm (QN fett), der Qualitätsnorm der EG-Tochter-RL *(QN-To fett und kursiv)* bzw. der QN-Vorschläge (QN-V) **bei der Beprobung des Weißeritz-Einzugsgebietes**

Element	Phase	**QN, *QN-To*** bzw. QN-V	Wilde Weißeritz	Rote Weißeritz	Vereinigte Weißeritz
Ag	Wasser	0,03 µg/l	?	?	?
	Sediment	1,8 mg/kg	1	2	0
As	Sediment	**40 mg/kg**	**15**	**15**	**2**
Ba	Wasser	60 µg/l (+HGW)	2	8	5
	Sediment	430 mg/kg	2	9	2
Be	Wasser	0,1 µg/l	7	8	1
	Sediment	0,04 – 4 mg/kg	13	15	1
Cd	Wasser	**1 µg/l gesamt**	**1**	**2**	**0**
		0,08 µg/l gelöst	**15**	**15**	**2**
Co	Wasser	0,9 µg/l (+HGW)	0	2	1
	Sediment	0,3 – 30 mg/kg	5	6	0
Cr	Sediment	**640 mg/kg**	**0**	**0**	**0**
Cu	Sediment	**160 mg/kg**	**1**	**3**	**0**
Hg	Wasser	**1 µg/l gesamt**	**0**	**0**	**0**
		0,05 µg/l gelöst	**?**	**?**	**?**
Mo	Wasser	7 µg/l (+HGW)	0	1	0
	Sediment	8 mg/kg	0	0	0
Ni	Wasser	***20 µg/l gelöst***	**0**	**0**	**0**
Pb	Wasser	***7,2 µg/l gelöst***	**0**	**1**	**0**
Sb	Wasser	20 µg/l	0	0	0
	Sediment	110 mg/kg	0	0	0
Se	Wasser	2,5 µg/l	0	0	0
Sn	Sediment	200 mg/kg	0	0	0
Ti	Wasser	15 µg/l	6	10	5
	Sediment	725 mg/kg	7	6	3
Tl	Wasser	1 µg/l	0	0	0
	Sediment	1 mg/kg	4	9	0
U	Wasser	1,5 µg/l (+HGW)	0	1	4
	Sediment	0,5 mg/kg	16	15	5

V	Wasser	2,4 µg/l (+HGW)	0	0	1
	Sediment	35 mg/kg	16	13	5
Zn	Sediment	**800 mg/kg**	**6**	**8**	**3**

? QN ist kleiner als die BG

Nach der Diskussion und Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Elemente in den ausgewiesenen bzw. überarbeiteten Oberflächenwasserkörpern zeigen sich elementspezifische Besonderheiten, die eindeutig lithogener, chalkogener aber auch chalkogen-anthropogen überprägter bzw. überwiegend anthropogener Natur sind.

Für die untersuchten Teil-Einzugsgebiete sind folgende Elemente umweltgeochemisch relevant bzw. ökotoxikologisch besonders bedeutsam:

- Wilde Weißeritz: As, Cd, Zn
- Rote Weißeritz: As, Be, Bi, Cd, Cu, Mo, U, W, Zn
- Vereinigte Weißeritz: U.

Anthropogene Einflüsse sind teilweise an den Punkten RW11 und RW-PÖ1 anzutreffen. Diese wurden parallel zu den beiden Proben an den Mündungen der Wilden und der Roten Weißeritz ausgeschlossen. Für beide Teil-EZGe der Weißeritz werden die mittleren Elementgehalte in Gesteinen, Unterböden sowie Bachsedimenten <200 µm aus den theoretischen Betrachtungen den der aktuellen Untersuchungen der Sedimente <20 µm und Wässer (filtriert, gesamt) in den Tabellen (Tab. 7-2 und 7-3) gegenübergestellt. Alle Werte wurden auf 2 signifikante Stellen gerundet.

Die entnommenen Proben, die auch in den Tab. 6-12 bis 6-29 in der Spalte „Sediment <20 µm“ abgegeben sind, repräsentieren den „Output“ ihres jeweiligen Oberflächenwasserkörpers. Zur Gliederung der OWK sind noch einige Anmerkungen zu machen. In einigen Fällen ist die Gliederung für das Ziel der Untersuchungen ungeeignet. Einerseits sind die OWK zu großräumig gefasst, da sie das Hauptfließgewässer nicht nach jedem Zufluss mit eigenem OWK abtrennen (z.B. Rote Weißeritz DESN_53772-1 nach der Mündung des Pöbelbaches) bzw. mehrere geologisch und mineralogisch stark differierende Abschnitte einschließen (z.B. DESN_53772-1, DESN_5372-3). Andererseits sind zu kleine OWK definiert worden (z.B. um die Talsperren, DESN_063), die im Gelände und statistisch schlecht zu charakterisieren sind. Für die Charakterisierung wurden die beiden OWK DESN_53772-1 und DESN_5372-3 (jeweils in a und b) geteilt.

Die Abb. 6-8 bis 6-46 lassen für die Einzugsgebiete der Wilden und der Roten Weißeritz eine erhebliche Differenzierung im Stoffbestand erkennen, die bevorzugt lithogenen Zusammenhängen aber auch kleinräumig chalkogenen Indikationen folgt. Nach lithogenen Indikationen ergeben sich im Einzugsgebiet der Roten Weißeritz die größten Unterschiede. Der abgetrennte OWK DESN_53772-1a der oberen Roten Weißeritz hebt sich aufgrund seiner Lage über dem geochemisch spezialisierten Schellerhauer Granit durch geringe Gehalte basischer Elemente (Co, Cr, Cu, Ni, V) aber hohe Gehalte granitoider Elemente (Be, Sn, U) und As ab (vgl. Tab. 5-1). Im Prozess der Bodenbildung schwächt sich der lithogene Einfluss ab und in Bezug auf die mittleren Spurenelementgehalte sächsischer Böden sind die Unterschiede - bezogen auf die OWK - nicht mehr so deutlich. Teilweise wird jedoch

bei der Betrachtung der realen Böden im Untersuchungsgebiet eine stärkere Differenzierung angetroffen, als die sächsischen Hintergrundwerte vermitteln.

Tab. 7-2: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen (KARDEL ET AL. 1996, PÄLCHEN 2009)**, Unterböden** (RANK ET AL. 1999) **sowie Bachsedimenten <200 µm (BS)** (GREIF ET AL.. 2004) **sowie P50 und P90 in aktuell beprobten Sedimenten (S) <20 µm und Wässern (f - filtriert, uf - gesamt) (n=15) des Untersuchungsgebietes Wilde Weißeritz Wilde Weißeritz** *(ohne WW16)

[mg/]kg]		As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
Gestein	**P50**	14	620	4,4	0,19	8,3	42	20	0,026	-	0,83	18	22	0,54	4,2	2,4	51	9,4	79
Unterboden	**P50**	20	-	2,4	0,44		51	18	0,074	-	0,53	21	52	0,80	-	2,4	74	2,5	89
BS <200µm	**P50**	64	460	4,0	1,1	6,0	34	22	0,090	58	<1	19	110	-	8,0	-	-	8,0	200
	P90	*170*	*660*	*9,0*	*6,4*	*13*	*62*	*59*	*0,16*	*97*	*1,5*	*37*	*190*	*-*	*32*	*-*	*-*	*16*	*440*
S <20µm*	**P50**	140	320	12	12	28	56	46	0,11	59	1,5	58	220	0,94	2,8	7,1	65	0,10	670
	P90	*500*	*520*	*21*	*56*	*63*	*77*	*190*	*0,21*	*67*	*2,9*	*100*	*370*	*1,3*	*4,6*	*13*	*85*	*0,23*	*1500*
[µg/l]		**As**	**Ba**	**Be**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Wasser f*	**P50**	2,4	43	<0,1	0,26	<0,1	<0,5	1,7	<0,1	1,8	0,17	1,2	0,17	<0,1	<0,1	0,16	0,26	<0,1	8,1
	P90	*7,4*	*66*	*0,23*	*1,1*	*0,45*	*1,2*	*5,6*	*<0,1*	*8,2*	*0,68*	*3,5*	*0,46*	*<0,1*	*<0,125*	*1,0*	*0,64*	*<0,1*	*36*
Wasser uf*	**P50**	2,5	44	<0,1	0,27	0,11	<0,5	1,7	<0,1	2,0	0,19	1,3	0,60	<0,1	<0,1	0,17	0,34	<0,125	8,5
	P90	*8,0*	*66*	*0,33*	*1,1*	*0,73*	*1,3*	*5,6*	*<0,1*	*8,5*	*0,69*	*3,5*	*5,1*	*<0,1*	*<0,125*	*1,0*	*0,94*	*0,28*	*36*

Tab. 7-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Gesteinen (KARDEL ET AL. 1996, PÄLCHEN 2009)**, Unterböden** (RANK ET AL. 1999) **sowie Bachsedimenten <200 µm (BS)** (GREIF ET AL.. 2004) **sowie P50 und P90 in aktuell beprobten Sedimenten (S) <20 µm und Wässern (f - filtriert, uf - gesamt) (n=15) des Untersuchungsgebietes Rote Weißeritz Rote Weißeritz** *(ohne RW10, RW11, RW-PO1)

[mg/]kg]		As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
Gestein	**P50**	13	530	2,4	0,17	5,7	34	19	0,026	-	0,37	13	22	0,82	7,8	3,2	37	8,4	68
Unterboden	**P50**	24	-	2,5	0,49	-	43	16	0,070	-	0,56	17	59	1,0	-	2,6	62	3,3	93
BS <200µm	**P50**	60	490	4,5	0,81	5,0	30	23	0,089	56	1,0	17	96	-	17	-	-	11	150
	P90	*230*	*760*	*13*	*2,6*	*12*	*56*	*68*	*0,16*	*170*	*2,0*	*39*	*299*	*-*	*150*	*-*	*-*	*36*	*400*
S <20µm*	**P50**	120	420	11	8,4	18	59	72	0,17	65	1,8	58	240	1,1	3,7	9,9	67	0,3	710
	P90	*580*	*900*	*53*	*25*	*110*	*88*	*170*	*0,32*	*98*	*3,9*	*90*	*570*	*1,9*	*8,6*	*46*	*88*	*3,1*	*1800*
[µg/l]		**As**	**Ba**	**Be**	**Cd**	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Hg**	**Li**	**Mo**	**Ni**	**Pb**	**Tl**	**Sn**	**U**	**V**	**W**	**Zn**
Wasser f*	**P50**	3,1	61	<0,1	0,56	0,14	0,63	2,9	<0,1	4,2	0,20	2,5	0,24	<0,1	<0,1	0,36	0,26	<0,1	31
	P90	*8,9*	*76*	*1,4*	*2,4*	*2,7*	*1,7*	*7,5*	*<0,1*	*11*	*0,63*	*6,7*	*7,4*	*0,25*	*<0,125*	*1,4*	*0,54*	*<0,1*	*100*
Wasser uf*	**P50**	3,1	63	0,1	0,56	0,21	0,79	3,1	<0,1	4,2	0,22	2,7	1,1	<0,1	<0,1	0,40	0,43	<0,125	31
	P90	*8,9*	*80*	*1,4*	*2,6*	*2,8*	*1,8*	*7,5*	*<0,1*	*11*	*0,64*	*6,9*	*12*	*0,25*	*0,15*	*1,6*	*0,72*	*0,22*	*100*

Aus der Sicht möglicher chalkogener Einflüsse auf die Fließgewässer sind besonders die benachbarten Lagerstättenreviere Sadisdorf und Schmiedeberg-Niederpöbel hervorzuheben, die durch den Pöbelbach erhebliche Spurenelementkonzentrationen bzw. -frachten in die Rote Weißeritz eintragen. Im Einzugsgebiet der Roten Weißeritz liegt weiterhin das Lagerstättenrevier Dippoldiswalde, welches einen geringeren Einfluss auf die Fließgewässer hat und durch anthropogene Einflüsse aus dem Stadtgebiet überlagert werden kann. Im Einzugsgebiet der Wilden Weißeritz sind vorwiegend polymetallische Indikatoren für chalkogene Einflüsse aus dem Revier Pretzschendorf festzustellen. Das Lagerstättenrevier Edle Krone – Klingenberg scheint nur geringe Auswirkungen auf die Fließgewässer zu besitzen.

In Tab. 7-4 und 7-5 sind Vorschläge für eine weitere regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der Weißeritz zur Ableitung von geogenen Hintergrundwerten auf kleinräumiger Ebene enthalten, die jedoch bei der jetzigen Datenmenge statistisch nicht abgesichert werden können. Das Einzugsgebiet der Wilden Weißeritz ist einfacher zu handhaben als das EZG der Roten Weißeritz, wo bereits im Oberlauf lithogen exotische und chalkogen starke Indikationen die Spurenelementgehalte beeinflussen. In diesem Teileinzugsgebiet ist in jedem Fall über eine Abgrenzung des Oberlaufs (einschließlich des Pöbelbachs) nachzudenken.

Tab. 7-4: Vorschläge für eine weitere regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der Wilden Weißeritz zur Ableitung von konkretisierten geogenen Hintergrundwerten

OWK	Besonderheiten	Anmerkungen
DESN_5372-1 DESN_065 DESN_5372-2 **Oberlauf der Wilden Weißeritz** von der Landesgrenze bis zur TS Klingenberg	überwiegend Paragneise, Metarhyolithoide, -granitoide, Einschaltungen von Rhyolithoiden, Phyllite Mineralisationen der Baryt-Fluorit-Ass. (Moldava), Quarz-Sulfid-Ass. (Rehefeld, Schellerhau, Schönfeld, Röthenbach, Pretzschendorf)	Punkte WW1 bis WW9, n=9, Punkte WW8 und WW9 sind deutlich chalkogen beeinflusst Vorschlag 1: Schloitzbach der Vereinigten Weißeritz zuschlagen
DESN_063 DESN_5372-3a DESN_5372172 DESN_537218 **Unterlauf der Wilden Weißeritz** von der TS Klingenberg bis zur Vereinigung mit der Roten Weißeritz	überwiegend Paragneise, untergeordnet saure Vulkanite, Phyllite, Kreidesedimente, Lagerstättenrevier Edle Krone – Klingenberg (Ag, Pb) mit Mineralisationen der Baryt-Fluorit- und der Quarz-Sulfid-Assoziation	Punkte WW10 bis WW16, n=7, Vorschlag 1: Datenlage verbessern (1-2 Punkte für DESN_063 ergänzen)

Tab. 7-5: Vorschläge für eine weitere regionale Differenzierung des Einzugsgebietes der Roten Weißeritz zur Ableitung von konkretisierten geogenen Hintergrundwerten

OWK	Besonderheiten	Anmerkungen
DESN_53772-1a DESN_537222 **Oberlauf der Roten Weißeritz** vom Speicher Altenberg bis Mündung Pöbelbach einschließlich Pöbelbach	durch saure Magmatite und Vulkanite charakterisiert, Mineralisationen im Schellerhauer Granit (Sn), Lagerstättenreviere Sadisdorf und Schmiedeberg-Niederpöbel (Sn, Ag, Pb), randlicher Einfluss Revier Schenkenshöhe (Sn)	RW1, RW2, RW3, RW-PÖ1, RW-PÖ2, n=4 (ohne RW_PÖ1), Mdg. Pöbelbach deutlich chalkkogen beeinflusst, an Mündung vermutlich anthropogen überprägt, Vorschlag 1: Datenlage verbessern (Punkt am Fallbach, Saubach, Oberlauf Pöbelbach), Vorschlag 2: OWK DESN_53772-1a uh. Ochsenbach abgrenzen, RW4 ergänzen
DESN_53722-1b DESN_53722532 DESN_067 **Mittellauf der Roten Weißeritz** vom Speicher Altenberg bis zur Staumauer der TS Malter	überwiegend Paragneise, untergeordnet saure Vulkanite, Mineralisationen Raum Reichstädt, Lagerstättenrevier Dippoldiswalde (Ag, Cu)	RW4, RW5, RW11, RW6, RW7 n=4 (ohne RW11) Vorschlag 1: Datenlage verbessern (Oberlauf Reichstädter Bach, östliche Bäche) Vorschlag 2: Oberlauf des Oelsabaches zuschlagen (RW-OE2)
DESN_53722-2 DESN_537228 **Unterlauf der Roten Weißeritz** von der Staumauer der TS Malter bis zur Vereinigung mit der Wilden Weißeritz	Paragneise, Sedimente der Kreide, nahezu frei von Mineralisationen, geringer Einfluss aus Revier Dipplodiswalde	RW8, RW9, RW10, RW-OE1, RW-OE2, n=5 Vorschlag 1: Datenlage verbessern (Zuflüsse Oelsabach), Vorschlag 2: EZG des Oelsabaches teilen und Oberlauf dem Mittellauf der Roten Weißeritz zuweisen (RW-OE2)

Letztendlich ist es die Frage des Maßstabes, der zur Bewertung herangezogen wird, wie eng oder weit die zu betrachtenden Gebiete gefasst werden sollten.

Wünschenswert wäre für die weitere Beurteilung des geogenen Backgrounds die Konzeption und Umsetzung von Sondermessnetzen für Wässer und Sedimente analog zum Boden. Analog bedeutet mit der gleichen Probendichte (das Raster 1 x 1 km entspricht 1 Probe / km^2), allerdings fließgewässerbezogen und mit prospektionsorientiertem Ansatz.

3.9 Literaturverzeichnis

BAUMANN, L. (1965): Die Erzlagerstätten der Freiberger Randgebiete. – Freiberger Forschungsheft C188, Dt. Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig

BAUMANN, L.; KUSCHKA, E.; SEIFERT, T. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. – Enke Verlag, Stuttgart, 300 S.

BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

BEUGE, P. (1976): Zur Geochemie des Quecksilbers in Magmatiten und Einzelmineralen. – Freiberger Forsch.-H. C 313, Dt. Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig

FÖRSTER, H.-J.; TISCHENDORF, G.; GOTTESMANN, B. & SELTMANN, R. (1999): Der permokarbonische Magmatismus. - unveröff. Manuskript: Geologie von Sachsen, zitiert in Rank et al. (1999)

GOLDSTEIN, S. (2005): Mikrowellenverfahren in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GOLDSTEIN, S. (2007): Bestimmungsgrenzen in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GREIF, A.; PÄLCHEN, W.; RANK, G.; WEIDENSDÖRFER, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaa-tes Sachsen, Teil 2: Spurenelementgehalte in Bachsedimenten. - Materialien zum Boden-schutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 65 S.

GREIF, A.; KLEMM, W. (2005): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. – Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W: (2006): Erarbeitung fachlicher Grundlagen und Problemstudien zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen, Teilprojekt: Studie zur Belastung von Gewässern durch den Altbergbau. - Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2007): Das Einzugsgebiet der Mulde im Spiegel der EU-WRRL - Ableitung geogener Hintergrundwerte für Schwermetalle und Arsen. – Z. geol. Wiss., Berlin, 35, 6, S. 349-359

Greif, A.; Klemm, W. (2007): Erarbeitung fachlicher Grundlagen und Problemstudien zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen, Teilprojekt: Studie zur Belastung von Gewässern durch den Altbergbau. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2008): Zusammenstellung von Grubenwasseranalysen im Erzgebirge 2007/2008. – unveröff. Material, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2009): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

HÖSEL, G.; TISCHENDORF, G.; WASTERNACK, J. (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/ Krušné hory 1 : 100.000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg

KARDEL, K.; RANK, G.; PÄLCHEN W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. - Materialien zum Bodenschutz,. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Radebeul

KARDEL, K. (2009): Zusammenstellung mittlerer Spurenelementgehalte in sauren Gesteinen von Typuslokalitäten im Weißeritz-Einzugsgebiet, unveröffentlichte Daten material, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

KARDEL, K. & RANK, G. (2009): Daten zur Pedogeochemie Raum Altenberg – Dippoldiswalde, unveröffentlichtes Datenmaterial, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

KUNKEL, R.; VOIGT, H.-J.; WENDLAND, F.; HANNAPPEL, S. (2004): Die natürliche, ubiqitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. - Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 47

LABO (1998): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden: 113 S., Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, 2. Auflage

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – http://www.lawa.de

LFUG (2005): Qualitätsnorm-Vorschläge, persönliche Mitteilung von Frau Rohde

LFUG (2005b): Hydrologisches Handbuch - Teil 3: Gewässerkundliche Hauptwerte. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

LFUG (2006): Bodenschutzbrief 12/2006 - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

LFUG (2006b): Hydrologisches Handbuch, Teil 1: Pegelverzeichnis. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, siehe auch http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_4498.html

LFULG (2009a): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht August 2009, siehe http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Monatsbericht_2009_08.pdf

LFULG (2009b): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht September 2009, siehe http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Monatsbericht_2009_09.pdf

LTV (2009): Angaben zu den Talsperren Klingenberg, Lehnmühle und Malter im Internet, http://www.smul.sachsen.de/de/wu/organisation/staatsbetriebe/ltv/inhalt_re_943.html, http://www.smul.sachsen.de/de/wu/organisation/staatsbetriebe/ltv/inhalt_re_942.html, http://www.smul.sachsen.de/de/wu/organisation/staatsbetriebe/ltv/inhalt_re_941.html, Landestalsperrenverwaltung Sachsen

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; BERGER, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; LANGE, H. & TISCHENDORF, G. (1987): Regionale Clarkewerte - Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung am Beispiel des Erzgebirges (DDR). - Chem. Erde, Bd. 47, S. 1-17

PÄLCHEN, W.; GREIF, A.; SCHOLZ, H.; KETTNER, C. (1998): Abschlußbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben „Geogene Hintergrundbelastung im Elbeeinzugsgebiet, Teilprojekt 5: Grundgebirgsgeprägte Einzugsgebiete“. – unveröff. Bericht, Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Freiberg

PÄLCHEN, W. (2009) (Hrsg.): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 307 S.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

RANK, G.; KARDEL, K. (2009): Daten zu Bodenuntersuchungen im Einzugsgebiet der Weißeritz, unveröffentlichtes Datenmaterial, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

REICHEL, W.; SCHAUER, M. (2007): Das Döhlener Becken bei Dresden – Geologie und Bergbau. Bergbau in Sachsen, Bd. 12 (Bergbaumonographie), Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Dresden und Oberbergamt Freiberg, 384 S.
(http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/veroeffentlichungen/verzeichnis/Boden/Bergbau%20in%20Sachsen/BBB12.Ansicht.neu.pdf)

RUPPERT, H. (1991): Zur Problematik der Abschätzung anthropogener Stoffgehalte in Böden am Beispiel von Schwermetallen. GLA-Fachberichte 6, S. 37-53, Bayer. Geolog. Landesamt, München

SÄCHSWRRLVO (2004): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer. - vom 7. Dezember 2004, SächsGVBl S. 610, geändert am 26. Juni 2008, SächsGVBl. S. 456

TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), geändert durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

TÜV Sachsen GmbH (1997): Untersuchungen zu Radionuklidbelastungen in Schacht- und Stollenwässern. – Ergebnisbericht im Auftrag der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

TÜV Sachsen GmbH (1995): Vorstudie über die Verwendung von Schacht- und Stollenwässern zur Trink- und Brauwasserversorgung. - Ergebnisbericht im Auftrag der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

UBA (2003): siehe http://webetox.uba.de

UTERMANN, J.; AUßENDORF, M.; BÖTTCHER, G.; HAUENSTEIN, M.; HINDEL, R.; MÖLLER, A.; WEINZIERL, W. (2005): Methodenvergleich Gesamtgehalte Haupt- und Spurenelemente. Endbericht, Ad-hoc-AG Boden

WAGENBRETH, O.; WÄCHTLER, E.; BECKE, A.; DOUFFET, H.; JOBST, W. (1990): Bergbau im Erzgebirge: Technische Denkmale und Geschichte. – Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

WASTERNACK, J.; TISCHENDORF, G.; HÖSEL, G.; KUSCHKA, E.; BREITER, K.; CHRT, J.; KOMÍNEK, J.; ŠTEMPROK, M. (1995): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krušné hory, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsiches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie Freiberg, Czech Geological Survey Praha

WEDEPOHL, K.H. (1995): The composition of the continental crust. - Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, 1217-1232

WEIß, A. (2007): Integrierte Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern in Mittelgebirgsregionen. – Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 227 S.

WGN-SAX-INFO (2009): Aufbereitung der zentralen Daten zur Bewirtschaftungsplanung nach WRRL in Sachsen (WGN-SAX-Info, Version 1.0, 09/2009). – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

3.10Abkürzungsverzeichnis

BG	Bestimmungsgrenze
BÜK400	Bodenkundliche Übersichtskarte im Maßstab 1:400.000
EZG	Einzugsgebiet
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GÜK400	Geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:400.000
HGW	Hintergrundwert
HQ	Hochwasserabfluss
Mdg.	Mündung
MHQ	mittlerer Hochwasserabfluss
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
MQ	mittlerer Abfluss
NQ	Niedrigwasserabfluss
OB	Oberboden
OWK	Oberflächenwasserkörper
P50	50. Percentil
P90	90. Percentil
QN-V	Vorschlag für Umweltqualitätsnorm
RSD	Relative Standardabweichung
RW	Rote Weißeritz
TS	Talsperre
UB	Unterboden
UQN, QN	Umweltqualitätsnorm
VB	Vorbecken
VS	Vorsperre
VW	(Vereinigte) Weißeritz
WW	Wilde Weißeritz
WWRL	Wasserrahmenrichtlinie

3.11Anlagen

Anlage1: Übersicht über Bergbaustollen (Greif & Klemm 2007) **1/5**

Nr1	Stolln	Ort	Revier	Quelle	KAT	Q [l/s]	Quelle Q
A626	Gottes Hilfe Stolln	Dorfhain	Edle Krone	BfS	15		
A627	Gottes Neue Hilfe Stolln	Dorfhain	Edle Krone	BfS	15		
A628	Beistand Gottes Stolln	Klingenberg	Edle Krone	BfS	15		
A629	Weinholds Glück Stolln	Klingenberg	Edle Krone	BfS	15		
A630	Rösche Fahle Laus Stolln u. Georgen Stolln	Höckendorf	Edle Krone	BfS	15		
A631	St. Michaelis oberer Stolln	Höckendorf	Edle Krone	BfS, M	15		
A633	Erzengel Stolln	Pretzschendorf	Edle Krone	BfS	15		
A637	St. Michaelis unt. Stolln	Höckendorf	Edle Krone	WA, BfS	15		
A638	Aurora Erbstolln	Dorfhain	Edle Krone	WA, KU	15	<1	Greif
A639	Neuhoffnungstolln	Edle Krone	Edle Krone	WA	15		
A640	Alte Gottes Gabe Stolln	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A641	Heilige drei Könige	Dippoldisw.	Dippoldisw.	WA, BfS	16		
A642	Johannes Erbstolln	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A643	Neujahrer Stolln am Schülerberg	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A644	Unbenannter Stolln	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A645	Unbenannter Stolln	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A646	Knochenschacht	Dippoldisw.	Dippoldisw.	BfS	15		
A647	Glück und Segen Erbstollen Rösche	Hennersdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	15		
A648	Löwenmut Stolln	Naundorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	14	0,5	BfS
A649	Prophet Samuel Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA, BfS	15		
A650	Ochsenbergstolln	Sadisdorf, Obercarsdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA, BfS	15		
A651	Tiefer Pöbeler Hauptstolln	Naundorf, Obercarsdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA, BfS	16		
A652	Unbenannter Stolln	Obercarsdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	15		
A655	Tiefer Kupfergrübner Stolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA, BfS	11	2	BfS
A656	Perlschacht Grube	Sadisdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	14	41	BfS
A657	Beschert Glück Erbstolln	Sadisdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	14	0,2-1,5	BfS
A659	Saubachquelle (Stolln)	Schmiedeberg	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	14		
A660	Wismut Stolln 5	Schmiedeberg	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	14	0,1	BfS
A661	Tiefer Fisch Stolln	Kipsdorf	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	15		
A662	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Schönfeld	Sadisdorf/ Schmiedeberg	MK, BfS	14	1,1-1,5	BfS
A663	Oberer Stolln	Schönfeld	Sadisdorf/ Schmiedeberg	MK, BfS	15		
A664	Grüne Hoffnung u. Hilfe Gottes Stolln	Seyde	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	15		
A665	Grüne Zweig Fundgrube	Seyde	Sadisdorf/ Schmiedeberg	BfS	15		
A666	Magdalena tiefer Erbstolln	Seyde / Oberpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA, BfS	15		
A667	Eichhorn Erbstolln	Schmiedeberg	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		

Anlage1: Übersicht über Bergbaustollen (Greif & Klemm 2007) **2/5**

Nr1	Bemerkungen	Vorfluter	HW	RW	Quelle K
A626					
A627	Flurstück Nr. 135	Wilde Weißeritz	5643950	5398510	TK25
A628	Flurstück Nr. 51	?			
A629	Flurstück Nr. 134	?			
A630	in TK25 Faule Laus	Wilde Weißeritz	5646500	5400390	TK25
A631	unbedeutende Stollnanlage auf Silbererze, 18. Jh.	Gr. Stieflitzbach	5643990	5400000	TK25
A633	Waldrand nordwestlich von Röthenbach				
A637	Mdl. erhalten, Stolln 450 m lang	Wilde Weißeritz	5644460	5399830	TK25
A638	folgt Schwerspatgang, 130 m, Besucherbergwerk	Wilde Weißeritz	5644300	5398250	TK25
A639	oh. Bhf., Mdl. mit Schlußstein, 470 m				
A640	ca. 300m oh. ehem. Beyer- oder Tennert-Mühle				
A641	Flurstück 1151, kaum noch Bergbauspuren				
A642	Flurstück 395 (Gemarkung Seyde)				
A643	Flurstück 1172				
A644					
A645					
A646	OT Olberndorf				
A647	Gartengrundst. Fam. Franke				
A648	Flurstück Nr. 267 an Straße Rehefeld-Schmiedeberg, fließt von Schrot in Basin	Pöbelbach			
A649	rechts, ehem. Pochwäsche	Pöbelbach			
A650		Ochsenbach			
A651	ab 1835...1846, unvollendet	Rote Weißeritz			
A652					
A655	ab 1729; 1851; 1936...1954, Bergbauanlage auf Privatgrundstück, Wasserlösestollen Grube Sadisdorf, Q gering, Einleitstelle unsicher	Saubach	5633210	5405280	BfS
A656	Sammelschacht am Röschenablauf an der Straße	Pöbelbach	5633150	5405700	BfS
A657	Privatgrundstück, Flurstück Nr. 281?, Frauensteiner Str., TW-Nutzung privat	Dorfbach	5635130	5404490	BfS
A659	Keine Nutzung mehr (Hohe Radongehalte)		5633580	4616780	BfS geändert
A660	19. Jh., steht mit anderen Grubenbauen in Verbindung		5633680	5406330	BfS
A661					
A662	1761...1937, Hauptstr., TW-Nutzung durch Zweckverband		5628350	5404400	BfS
A663	1761...1937				
A664	am Haldenfuß				
A665					
A666					
A667	westl. Zufluss der Roten Weißeritz	Rote Weißeritz			

Anlage1: Übersicht über Bergbaustollen (Greif & Klemm 2007) **3/5**

Nr1	Stolln	Ort	Revier	Quelle	KAT	Q [l/s]	Quelle Q
A668	Unverhofft Glück Erbstolln	Lerchenhübel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A669	Weiße Frau Erbstolln	Lerchenhübel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A670	Niederer Löwe	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A671	Tiefe Milde Hand Gottes Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A673	Auferstehung Christi Fundgrube	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A674	Zinnfang Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	14	1-2	Greif
A675	Hoffnung zu Gott Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A676	Silberhoffnung Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	14		
A677	Erzengel Erbstolln	Niederpöbel	Sadisdorf/ Schmiedeberg	WA	15		
A678	PW Stolle	Schmiedeberg, OT Schönfeld	Sadisdorf/ Schmiedeberg	GW	15		
A696	Fortuna Erbstolln	Altenberg	Altenberg-Zinnwald	WA, BfS, TK25	14		BfS
A697	Tanner Stolln	Altenberg	Altenberg-Zinnwald	BfS	14	0,3	BfS
A725	Alter Stolln	Beerwalde	Beerwalde	BfS	15		
A726	Reicher Segen Gottes Stolln	Beerwalde	Beerwalde	BfS	15		
A728	Unbenannter Stolln	Borlas		BfS	15		
A729	Stolln Kohls Erben	Borlas/ Seifersdorf		BfS, TK25	15		
A731	Hohe Tanne Stolln	Reichstädt	Reichstädt	BfS	15		
A732	Uberhaun 36	Reichstädt	Reichstädt	BfS	15		
A733	Unbenannter Stolln	Reichstädt	Reichstädt	BfS	15		
A747	Morgenstern Erbstolln	Reichstädt	Reichstädt	WA	15		
A890	Tiefer Weißeritz Stolln	Freital	Freital	OB, BfS, M, OW	13		
A891	Clauß Stolln	Freital	Freital	BfS, M	15		
A892	Pietsch Stolln	Freital	Freital	WM, BfS	15		
A893	Potschappler Stolln	Freital	Freital	BfS	15		
A894	Segen Gottes Rösche	Freital	Freital	BfS	15		
A895	Rösche des Neuhoffnung Schachtes	Freital	Freital	BfS	15		
A910	Segen Gottes Stolln	Edle Krone	Edle Krone	TK25, M	16		
A911	Vergnügte Gesellschaft	Tharandt	Edle Krone	TK25, M	16		
A912	Theler Stolln	Rabenauer Grund		TK25, M	16		

Anlage1: Übersicht über Bergbaustollen (Greif & Klemm 2007) **4/5**

Nr1	Bemerkungen	Vorfluter	HW	RW	Quelle K
A668	westl. Zufluss zum Saubach	Saubach			
A669	westl. Zufluss zum Saubach	Saubach			
A670	Pöbelbach, links	Pöbelbach			
A671	Pöbelbach, rechts	Pöbelbach			
A673	Saubach, links	Saubach			
A674	Saubach, rechts, Mdl. Kaum erkennbar, Abfluß uh. (Wasser)-Häuschen, Q deutlich	Saubach	5633150	5405300	TK25
A675	Pöbelbach rechts	Pöbelbach			
A676	Pöbelbach links, Privatgrundstück	Pöbelbach			
A677	Pöbelbach rechts	Pöbelbach			
A678			5628813	4615957	GW
A696	1800...1881, Paradies Fundgrube am Kahleberg, wenig Erz, Flst.1342, Koord. von Huthaus, Hauswasserv.	Neugraben	5625140	5410650	TK25
A697	Waldlage, Brauchwasser für Zinnerz, aktuell?	Galgenteich	5624900	5409980	BfS
A725					
A726	SE-Hang des Stauraumes Talsp. Klingenberg				
A728					
A729	zwischen Borlas und Seifersdorf, vermutlich gleich mit A636-O011, vermutlich Wasserfassung	Borlasbach	5645040	5402880	TK25
A731	Flurstück Nr. 1220B				
A732					
A733					
A747					
A890	zeitweilig wichtigster + tiefster Stolln für Zauckeroder Steinkohlenbergbau, 1800-41 getrieben, Mdl. original, Nutzung durch Eisenhammer Dresden Dölzschen?	Weißeritz	5653210	5406100	BfS
A891	Zeuge des oberflächennahen Steinkohlebergbaus in Freital-Zauckerode, Mundloch 1726 datiert, neu, Flst. 575a Potschappel, 1727-1752, 1900 m	Wiederitz	5654400	5405100	BfS geändert
A892	Auffahrung 1836, Sanierung 2003, Ableitung seit 2004, GF Heidenschanze, FBL3 außer Betrieb aber in Bereitschaft, in Mischwasserkanalisation der Stadt Dresden, derzeit Flutungspegel abgesenkt, neuer Streckenvortrieb zur Anbindung an Elbstolln	Bach zur Weißeritz	5654620	5407830	BfS
A893	1810	Weißeritz	5654093	5406909	BfS
A894		Röschenbach	5650940	5407380	BfS
A895	Burgker Str.				
A910	Pienner Straße, Mundloch eines Versuchsstollns auf Silbererze, 1858 bis 1884	Wilde Weißeritz	5647770	5400340	TK25
A911	Pienner Straße, Versuchstolln, verschlossenes Mdl., 1787-1838, 154 m, ohne Erzausbringen	Wilde Weißeritz	5649320	5400520	TK25
A912	Mundloch nahe des Einsiedlersteins, Versuchstollns auf Silbererze	Wilde Weißeritz	5648620	5402990	TK25

Anlage1: Übersicht über Bergbaustollen (Greif & Klemm 2007) **5/5**

Erläuterung der Abkürzungen in den Feldern Quelle, Quelle Q, Quelle K

Quelle	Erläuterung
BfS	TÜV Sachsen GmbH (1995, 1997)
GW	Landesmessnetz Grundwasser, LfULG Sachsen
KU	Kugler (2002)
M	http://monte.hrz.tu-freiberg.de/monte/
MK	Merkel et al. 1997
Greif	Ortsbegehung
OB	Liste wasserabführender Stolln des Oberbergamtes Freiberg (2006)
OW	Landesmessnetz Oberflächenwasser, LfULG Sachsen
TK25	Topographisches Kartenwerk 1:25.000
WA	Wagenbreth et al. 1990
WB	digitales Wasserbuch Sachsen

Erläuterung des Feldes KAT - Kategorie

KAT	Erläuterung
10	Hauptwasserlösestolln (Orientierung an OB), gesichert
11	Hauptwasserlösestolln (Orientierung an OB), prüfen
12	wichtige Wasserlösestolln (Orientierung an OB), gesichert
13	wichtige Wasserlösestolln (Orientierung an OB), prüfen
14	weitere wasserführende Stolln (Orientierung an BfS), aktuellen Status/Nutzung prüfen
15	weitere Stolln, Wasserführung prüfen
16	nicht wasserführende oder nicht auffindbare bzw. überschüttete Stolln

HW - Hochwert
RW - Rechtswert

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **1/10**

	Allgemeine Angaben		Koordinaten	
PNUM	**Fluss**	**Ort**	**RW**	**HW**
	Wilde Weißeritz			
WW1	Wilde Weißeritz	Pegel Rehefeld 2	5408450	5622170
WW2	Milchfluß	Mündung	5408080	5623540
WW3	Becherbach	Mündung	5406680	5624980
WW4	Weißbach	Mündung	5404540	5627460
WW5	Wilde Weißeritz	Pegel Ammelsdorf	5402070	5630650
WW6	Höllenlochflößchen	Mündung	5400720	5632000
WW7	Hennersdorfer Bach	Mündung	5400900	5635450
WW8	Wilde Weißeritz	oh. Pegel Klingenberg	5399410	5639080
WW9	Lattenbach	Mündung	5399320	5639100

WW10	Großer Stieflitzbach	Mündung	5399680	5644260
WW11	Seerenbach	Mündung	5399840	5646500
WW12	Seerenbach	oh. Seerenteich	5396920	5646270
WW14	Höckenbach	Mündung	5400600	5646700
WW13	Höckenbach	oh. Höckendorf	5401000	5643480
WW15	Schloitzbach	Mündung, Tharandt	5400500	5650750
WW16	Wilde Weißeritz	Pegel Hainsberg 3	5402920	5650280
	Rote Weißeritz			
RW1	Rote Weißeritz	Schinderbrücke	5409600	5626420
RW2	Rote Weißeritz	uh. Kipsdorf	5407350	5632050
RW3	Langer Grundbach	Mündung	5408140	5632460
RW-PÖ1	Pöbelbach	Mündung, Schmiedeberg	5406460	5633880
RW-PÖ2	Pöbelbach	Pegel Bärenfels	5405940	5629550
RW4	Ochsenbach	Mündung, Oberkarsdorf	5406040	5635600
RW5	Schwanbach	Mündung, Dipoldiswalde	5406700	5639730
RW11	Rote Weißeritz	Pegel Dipoldiswalde 1	5406140	5640550
RW6	Reichstädter Bach	Abzweig Berreuth	5405380	5640820
RW7	Lämmergrundbach	Mündung in TS Malter	5404640	5642800
RW9	Borlasbach	oh. Mündung, Lübau	5403600	5647600
RW8	Borlasbach	Oberlauf	5402850	5645020
RW-OE1	Oelsabach	Mündung	5404350	5648500
RW-OE2	Oelsabach	Oberlauf, Reinholdshain	5408920	5641760
RW10	Rote Weißeritz	Pegel Hainsberg 5	5403800	5650300
	Vereinigte Weißeritz			
VW1	Vorholzbach	Mündung, Freital	5404220	5650480
VW3	Poisenbach	Mündung, Freital	5405620	5652000
VW2	Wiederitz	Mündung, Freital	5405320	5654130
VW4	Gorbitzbach	Mündung, Dresden	5408060	5658400
VW5	Vereinigte Weißeritz	Mündung, Pegel Cotta, Dresden	5408450	5658420

Anlage2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **2/10**

Vor-Ort-Parameter

PNUM	Datum	OWK	Temp.	pH	O_2-Geh.	O_2-Sätt.	Eleit	Eh	P
			[°C]		[mg/l]	[%]	[µS/cm]	[mV]	[mg/l]
	Wilde Weißeritz								
WW1	08.09.09	DESN_5372-1	8,1	6,5	11,0	110	109	397	8,36
WW2	08.09.09	DESN_5372-1	8,7	6,6	11,0	110	152	414	0,28
WW3	08.09.09	DESN_5372-1	8,5	6,4	11,0	110	101	457	1,63
WW4	08.09.09	DESN_5372-1	11,3	6,7	k.A.	k.A.	196	459	1,21
WW5	08.09.09	DESN_5372-1	11,1	6,8	k.A.	k.A.	147	447	0,95
WW6	08.09.09	DESN_065	11,6	6,7	k.A.	k.A.	138	444	2,14
WW7	08.09.09	DESN_5372-2	14,6	7,3	k.A.	k.A.	198	427	15,8
WW8	08.09.09	DESN_5372-2	10,1	7,0	k.A.	k.A.	143	435	1,49
WW9	08.09.09	DESN_5372-2	14,4	7,0	k.A.	k.A.	249	428	3,12
WW10	09.09.09	DESN_5372-3a	11,9	7,4	k.A.	k.A.	313	437	0,67
WW11	09.09.09	DESN_5372-3a	12,0	7,3	k.A.	k.A.	230	422	0,43
WW12	09.09.09	DESN_5372-3a	12,4	7,0	k.A.	k.A.	228	325	5,10
WW14	09.09.09	DESN_5372172	15,8	7,7	k.A.	k.A.	362	431	1,12
WW13	09.09.09	DESN_5372172	14,7	7,1	k.A.	k.A.	319	384	0,87
WW15	09.09.09	DESN_537218	17,0	8,0	k.A.	k.A.	570	425	1,65
WW16	09.09.09	DESN_5372-3a	15,5	7,9	k.A.	k.A.	334	432	2,67
	Rote Weißeritz								
RW1	03.09.09	DESN_53772-1a	13,1	5,8	9,7	100	79	380	3,94
RW2	03.09.09	DESN_53772-1a	15,0	5,8	10,0	100	178	457	0,85
RW3	03.09.09	DESN_53772-1a	11,9	4,1	14,4	140?	81	577	0,29
RW-PÖ1	03.09.09	DESN_537222	15,0	6,5	9,6	96	212	467	0,62
RW-PÖ2	10.09.09	DESN_537222	12,6	5,8	k.A.	k.A.	107	427	0,81
RW4	03.09.09	DESN_53722-1b	14,5	7,0	10,0	100	322	430	1,90
RW5	03.09.09	DESN_53722-1b	16,0	6,7	9,2	96	289	401	1,12
RW11	10.09.09	DESN_53722-1b	16,7	6,9	k.A.	k.A.	242	428	2,19
RW6	03.09.09	DESN_53722532	16,3	7,0	9,4	97	303	447	2,94
RW7	04.09.09	DESN_067	14,4	7,3	10,0	100	298	466	4,31

RW9	04.09.09	DESN_53722-2	13,9	6,8	k.A.	k.A.	351	423	1,98
RW8	04.09.09	DESN_53722-2	13,3	6,5	10,3	103	280	456	1,72
RW-OE1	04.09.09	DESN_537228	15,7	6,9	11,0	100	560	415	2,54
RW-OE2	04.09.09	DESN_537228	14,9	7,4	k.A.	k.A.	380	374	1,04
RW10	09.09.09	DESN_53722-2	16,0	7,7	k.A.	k.A.	253	413	3,29
	Vereinigte Weißeritz								
VW1	10.09.09	DESN_5372-3b	16,1	7,0	k.A.	k.A.	500	418	20,7
VW3	10.09.09	DESN_537294	17,6	8,4	k.A.	k.A.	740	387	2,66
VW2	10.09.09	DESN_537292	16,3	6,9	k.A.	k.A.	760	406	4,72
VW4	11.09.09	DESN_5372-3b	15,4	8,3	k.A.	k.A.	1110	395	2,81
VW5	11.09.09	DESN_5372-3b	17,1	8,6	k.A.	k.A.	500	367	2,74

Anlage2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **3/10**

Elementgehalte in Wässern

PNUM	**Ag_f**	**Ag_uf**	**Al_f**	**Al_uf**	**As_f**	**As_uf**	**Ba_f**	**Ba_uf**	**Be_f**	**Be_uf**
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
	Wilde Weißeritz									
WW1	<0,1	<0,1	245	482	9,90	11,6	39,7	44,4	0,179	0,251
WW2	<0,1	<0,1	8,45	18,6	2,40	2,40	12,2	12,2	<0,1	<0,125
WW3	<0,1	<0,1	22,7	97,8	5,30	5,53	35,4	35,4	<0,1	<0,125
WW4	<0,1	<0,1	16,8	70,3	5,08	5,08	25,5	25,5	<0,1	<0,125
WW5	<0,1	<0,1	32,7	51,7	5,66	5,66	38,8	38,8	0,117	0,147
WW6	<0,1	<0,1	17,9	96,9	1,24	1,24	39,3	39,3	<0,1	0,152
WW7	<0,1	<0,1	41,5	744	2,83	4,10	44,7	50,5	<0,1	0,41
WW8	<0,1	<0,1	42,1	91,9	2,02	2,02	39,0	39,0	0,14	0,166
WW9	<0,1	<0,1	19,4	107	2,00	2,00	72,0	72,0	<0,1	<0,125
WW10	<0,1	<0,1	7,77	32,9	3,91	3,91	54,2	54,2	<0,1	<0,125
WW11	<0,1	<0,1	39,6	66,8	1,29	1,29	43,1	43,1	0,21	0,21
WW12	<0,1	<0,1	91,7	132	2,43	2,50	44,4	44,4	0,265	0,272
WW14	<0,1	<0,1	27,7	41,9	3,38	3,38	57,3	57,3	<0,1	<0,125
WW13	<0,1	<0,1	9,04	20,3	2,36	2,36	62,8	62,8	<0,1	<0,125
WW15	<0,1	<0,1	15,7	69,3	2,23	2,23	50,1	50,1	<0,1	<0,125

WW16	<0,1	<0,1	16,0	65,5	4,71	4,71	51,9	51,9	<0,1	<0,125
	Rote Weißeritz									
RW1	<0,1	<0,1	309	470	3,37	6,10	55,2	57,4	0,572	0,572
RW2	<0,1	<0,1	160	228	5,03	5,03	71,4	74,1	0,387	0,427
RW3	<0,1	<0,1	562	562	1,38	1,38	76,1	76,1	1,27	1,27
RW-PÖ1	<0,1	<0,1	75,8	124	25,5	25,5	54,3	54,3	0,597	0,633
RW-PÖ2	<0,1	<0,1	385	401	3,01	3,01	48,8	48,8	1,45	1,45
RW4	<0,1	<0,1	12,3	101	9,75	9,75	68,2	72,4	<0,1	<0,125
RW5	<0,1	<0,1	16,3	68,1	1,86	1,86	76,6	81,3	0,144	0,144
RW11	<0,1	<0,1	48,2	154	11,2	11,2	71,3	72,3	0,159	0,159
RW6	<0,1	<0,1	16,7	108	2,04	2,04	67,6	70,2	<0,1	<0,125
RW7	<0,1	<0,1	9,54	91,1	4,94	4,94	51,9	54,7	<0,1	<0,125
RW9	<0,1	<0,1	22,3	79,6	2,08	2,08	47,0	47,0	<0,1	<0,125
RW8	<0,1	<0,1	49,4	207	1,17	1,17	54,3	55,6	0,166	0,228
RW-OE1	<0,1	<0,1	23,1	139	3,14	3,14	51,3	52,9	<0,1	<0,125
RW-OE2	<0,1	<0,1	8,66	46,8	7,01	7,01	66,3	69,1	<0,1	<0,125
RW10	<0,1	<0,1	21,4	173	8,78	8,80	58,2	64,0	<0,1	<0,125
	Vereinigte Weißeritz									
VW1	<0,1	<0,1	16,2	640	2,84	2,84	99,9	108	<0,1	0,151
VW3	<0,1	<0,1	7,09	128	2,17	2,17	84,2	84,5	<0,1	<0,125
VW2	<0,1	<0,1	15,9	86,3	2,69	2,69	119	124	<0,1	<0,125
VW4	<0,1	<0,1	7,24	71,4	0,990	0,990	89,8	89,8	<0,1	<0,125
VW5	<0,1	<0,1	19,5	94,8	6,79	6,79	75,9	75,9	<0,1	<0,125

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **4/10**

Elementgehalte in Wässern

PNUM	Bi_f	Bi_uf	Cd_f	Cd_uf	Co_f	Co_uf	Cr_f	Cr_uf	Cu_f	Cu_uf
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
	Wilde Weißeritz									
WW1	<0,5	<0,625	0,132	0,506	0,192	0,640	0,830	0,940	2,23	2,52
WW2	<0,5	<0,625	0,111	0,111	<0,1	<0,1	0,682	0,682	0,671	0,677
WW3	<0,5	<0,625	0,901	0,901	<0,1	0,105	<0,5	<0,625	1,15	1,15

WW4	<0,5	<0,625	0,118	0,118	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	1,12	1,12
WW5	<0,5	<0,625	0,205	0,205	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	1,19	1,48
WW6	<0,5	<0,625	0,544	0,544	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	1,10	1,34
WW7	<0,5	<0,625	0,270	0,596	<0,1	0,589	<0,5	<0,625	1,92	2,48
WW8	<0,5	<0,625	0,629	0,629	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	1,28	1,33
WW9	<0,5	<0,625	1,47	1,47	<0,1	0,11	0,571	<0,625	7,75	7,75
WW10	<0,5	<0,625	0,166	0,166	<0,1	0,281	<0,5	<0,625	2,19	2,21
WW11	<0,5	<0,625	0,260	0,260	0,121	0,173	<0,5	<0,625	1,63	1,71
WW12	<0,5	<0,625	0,348	0,348	0,847	0,869	<0,5	0,822	1,70	1,70
WW14	<0,5	<0,625	0,219	0,219	<0,1	0,120	0,81	0,916	4,23	4,25
WW13	<0,5	<0,625	0,269	0,269	0,102	0,110	<0,5	<0,625	3,44	3,45
WW15	<0,5	<0,625	0,050	0,050	<0,1	<0,1	1,78	1,78	1,96	1,96
WW16	<0,5	<0,625	0,131	0,131	<0,1	<0,1	0,957	0,987	2,67	2,67
	Rote Weißeritz									
RW1	<0,5	<0,625	0,544	0,544	0,425	0,460	0,592	0,600	8,57	8,57
RW2	<0,5	<0,625	0,574	0,574	0,122	0,125	0,851	1,16	4,37	5,05
RW3	<0,5	<0,625	0,958	0,958	2,75	2,79	<0,5	<0,625	4,82	4,82
RW-PÖ1	<0,5	<0,625	0,89	0,89	0,136	0,136	0,617	0,625	5,65	5,77
RW-PÖ2	<0,5	<0,625	0,776	0,776	0,370	0,386	<0,5	<0,625	2,23	2,31
RW4	<0,5	<0,625	2,76	2,93	<0,1	<0,1	0,689	0,766	5,05	5,05
RW5	<0,5	<0,625	0,407	0,407	<0,1	<0,1	<0,5	<0,625	2,65	2,88
RW11	<0,5	<0,625	0,382	0,382	<0,1	0,1	0,774	0,820	4,09	4,39
RW6	<0,5	<0,625	0,754	0,754	<0,1	<0,1	<0,5	1,05	2,77	2,98
RW7	<0,5	<0,625	0,129	0,129	<0,1	0,208	<0,5	0,639	2,8	3,13
RW9	<0,5	<0,625	0,276	0,276	0,162	0,214	1,02	1,08	2,69	2,83
RW8	<0,5	<0,625	1,65	1,65	2,67	2,87	0,662	0,819	2,80	2,90
RW-OE1	<0,5	<0,625	0,133	0,133	0,278	0,464	2,05	2,14	4,81	4,81
RW-OE2	<0,5	<0,625	0,16	0,16	0,124	0,134	0,881	1,12	2,98	2,98
RW10	<0,5	<0,625	0,085	0,138	<0,1	0,198	0,748	0,885	3,23	5,20
	Vereinigte Weißeritz									
VW1	<0,5	<0,625	0,058	0,129	<0,1	0,257	1,83	2,48	2,44	3,96
VW3	<0,5	<0,625	0,338	0,338	1,05	1,11	1,68	1,93	1,53	1,60

VW2	<0,5	<0,625	0,063	0,063	<0,1	<0,1	2,04	2,04	2,14	2,48
VW4	<0,5	<0,625	0,035	0,035	<0,1	<0,1	2,95	3,84	0,810	1,98
VW5	<0,5	<0,625	0,139	0,139	0,426	0,438	1,79	1,98	3,66	3,66

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **5/10**

Elementgehalte in Wässern

PNUM	**Hg_f**	**Hg_uf**	**Li_f**	**Li_uf**	**Mn_f**	**Mn_uf**	**Mo_f**	**Mo_uf**	**Ni_f**	**Ni_uf**
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
	Wilde Weißeritz									
WW1	<0,1	<0,1	1,79	2,20	24,1	56,9	0,749	0,780	1,53	2,06
WW2	<0,1	<0,1	1,79	2,03	0,570	0,840	<0,1	<0,125	0,466	0,538
WW3	<0,1	<0,1	3,06	3,52	10,8	14,1	<0,1	<0,125	2,75	2,75
WW4	<0,1	<0,1	1,45	1,70	2,23	4,91	0,148	0,160	0,344	0,404
WW5	<0,1	<0,1	1,73	1,96	4,48	5,98	0,159	0,159	0,901	0,920
WW6	<0,1	<0,1	1,13	1,32	0,870	4,65	<0,1	<0,125	0,419	0,531
WW7	<0,1	<0,1	0,91	1,86	3,60	113	0,192	0,213	0,936	1,65
WW8	<0,1	<0,1	1,43	1,63	5,98	19,1	<0,1	<0,125	1,20	1,32
WW9	<0,1	<0,1	2,38	2,38	2,07	8,65	0,326	0,326	4,59	4,59
WW10	<0,1	<0,1	0,646	0,700	1,02	2,44	0,173	0,189	1,05	1,32
WW11	<0,1	<0,1	5,28	5,60	6,35	10,6	0,148	0,151	2,33	2,44
WW12	<0,1	<0,1	3,13	3,13	168	174	0,19	0,204	1,74	1,74
WW14	<0,1	<0,1	2,09	2,12	1,08	2,68	0,423	0,449	1,25	1,31
WW13	<0,1	<0,1	1,43	1,43	3,69	4,04	0,411	0,411	1,36	1,36
WW15	<0,1	<0,1	12,7	12,9	2,98	7,15	0,630	0,630	0,754	0,754
WW16	<0,1	<0,1	4,45	4,45	1,31	5,06	0,437	0,437	0,753	0,798
	Rote Weißeritz									
RW1	<0,1	<0,1	5,09	5,20	42,4	43,8	0,222	0,256	1,19	1,19
RW2	<0,1	<0,1	4,11	4,11	8,22	8,22	0,326	0,330	1,57	1,57
RW3	<0,1	<0,1	1,61	1,61	109	113	<0,1	<0,125	2,65	2,82
RW-PÖ1	<0,1	<0,1	4,71	4,71	10,6	10,8	7,52	7,85	3,08	3,08
RW-PÖ2	<0,1	<0,1	4,26	4,26	25,0	25,6	0,157	0,183	1,97	2,30
RW4	<0,1	<0,1	4,94	5,03	7,33	11,0	0,456	0,456	2,26	2,44

RW5	<0,1	<0,1	1,82	1,82	23,1	26,2	<0,1	<0,125	3,12	3,21
RW11	<0,1	<0,1	2,73	2,82	5,68	9,65	2,36	2,36	1,01	1,07
RW6	<0,1	<0,1	1,94	2,03	2,96	7,68	0,223	0,236	2,06	2,28
RW7	<0,1	<0,1	2,73	2,85	4,59	25,2	0,163	0,187	3,24	3,86
RW9	<0,1	<0,1	7,45	7,56	10,1	13,6	0,177	0,209	3,25	3,62
RW8	<0,1	<0,1	12,8	12,8	45,4	49,1	<0,1	<0,125	8,12	8,25
RW-OE1	<0,1	<0,1	5,80	5,80	19,8	29,9	0,700	0,724	2,33	2,62
RW-OE2	<0,1	<0,1	2,96	2,96	5,17	8,08	0,366	0,367	2,59	2,69
RW10	<0,1	<0,1	2,77	2,90	3,80	41,1	1,43	1,50	0,860	1,18
	Vereinigte Weißeritz									
VW1	<0,1	<0,1	11,1	11,4	1,64	26,3	1,28	1,37	1,17	2,14
VW3	<0,1	<0,1	35,7	35,7	276	291	1,29	1,40	1,16	1,16
VW2	<0,1	<0,1	21,6	21,6	2,80	4,02	1,50	1,51	<0,1	<0,125
VW4	<0,1	<0,1	8,44	8,45	1,15	2,60	0,203	0,208	<0,1	<0,125
VW5	<0,1	<0,1	9,11	9,11	7,69	13,9	4,93	4,93	0,693	0,900

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **6/10**

Elementgehalte in Wässern

PNUM	**Pb_f**	**Pb_uf**	**Sb_f**	**Sb_uf**	**Se_f**	**Se_uf**	**Sn_f**	**Sn_uf**	**Ti_f**	**Ti_uf**
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
	Wilde Weißeritz									
WW1	0,266	6,43	0,142	0,167	<0,5	<0,625	<0,1	0,133	10,8	11,9
WW2	0,238	0,634	<0,1	<0,125	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	11,6	11,6
WW3	0,171	0,642	<0,1	<0,125	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	7,17	7,17
WW4	0,170	0,404	0,122	0,125	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	14,6	14,7
WW5	0,180	0,351	0,169	0,183	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	12,4	12,4
WW6	<0,1	0,595	0,104	0,104	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	9,5	11,4
WW7	0,279	4,19	0,283	0,315	<0,5	<0,625	<0,1	0,125	11,3	18,9
WW8	<0,1	0,451	0,185	0,194	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	8,58	8,58
WW9	0,400	2,07	0,215	0,215	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	11,9	11,9
WW10	<0,1	0,212	0,351	0,356	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	30,0	33,9
WW11	0,453	0,740	0,348	0,363	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	13,2	13,2

WW12	0,476	0,741	0,387	0,424	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	14,6	14,6
WW14	<0,1	0,300	0,315	0,349	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	27,1	33,2
WW13	<0,1	0,190	0,275	0,289	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	28,8	30,1
WW15	<0,1	0,299	0,231	0,238	0,582	<0,625	<0,1	<0,125	38,1	38,1
WW16	<0,1	0,293	0,354	0,354	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	31,5	31,6
	Rote Weißeritz									
RW1	2,29	9,09	0,318	0,354	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	4,73	5,23
RW2	0,280	1,75	0,290	0,320	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	7,19	7,82
RW3	9,52	13	0,112	0,125	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	4,19	4,28
RW-PÖ1	0,251	0,501	0,360	0,433	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	11,7	12,2
RW-PÖ2	1,23	1,23	0,250	0,285	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	6,04	6,04
RW4	0,434	2,99	0,168	0,186	<0,5	<0,625	<0,1	0,153	17,5	20,4
RW5	0,120	1,05	0,156	0,181	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	17,8	18,0
RW11	0,164	1,68	0,352	0,374	<0,5	<0,625	<0,1	0,162	14,9	17,2
RW6	0,142	0,864	0,205	0,217	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	17,4	17,4
RW7	<0,1	0,501	0,224	0,258	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	18,0	18,1
RW9	0,118	0,567	0,208	0,237	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	28,3	33,7
RW8	0,611	1,75	0,167	0,186	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	17,4	17,4
RW-OE1	0,206	0,616	0,418	0,450	<0,5	<0,625	<0,1	0,133	41,9	45,2
RW-OE2	0,125	0,313	0,251	0,266	<0,5	<0,625	<0,1	<0,125	36,5	39,3
RW10	0,240	1,19	0,354	0,399	<0,5	<0,625	<0,1	0,936	15,6	15,6
	Vereinigte Weißeritz									
VW1	<0,1	2,66	0,265	0,327	0,759	0,759	<0,1	0,187	44,6	57,7
VW3	<0,1	0,682	0,172	0,189	0,824	0,824	<0,1	<0,125	65,6	67,9
VW2	<0,1	0,349	0,178	0,198	0,955	0,955	<0,1	<0,125	47,0	52,1
VW4	<0,1	0,342	<0,1	<0,125	1,39	1,39	<0,1	<0,125	30,3	84,2
VW5	0,178	0,438	0,416	0,434	0,769	0,769	<0,1	<0,125	32,1	50,7

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **7/10**

Elementgehalte in Wässern

PNUM	Tl_f	Tl_uf	U_f	U_uf	V_f	V_uf	W_f	W_uf	Zn_f	Zn_uf
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
	Wilde Weißeritz									
WW1	<0,1	<0,1	0,858	0,858	0,256	0,516	<0,1	0,482	4,96	13,0
WW2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,250	0,250	<0,1	0,147	5,72	5,72
WW3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,120	0,120	<0,1	<0,125	45,4	45,4
WW4	<0,1	<0,1	0,163	0,163	0,250	0,268	<0,1	<0,125	6,19	6,19
WW5	<0,1	<0,1	0,180	0,180	0,205	0,205	<0,1	<0,125	8,21	8,21
WW6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	8,47	8,47
WW7	<0,1	<0,1	0,115	0,210	0,307	1,24	<0,1	<0,125	5,50	17,8
WW8	<0,1	<0,1	0,114	0,125	0,136	0,14	<0,1	<0,125	18,4	18,4
WW9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,336	0,336	<0,1	<0,125	29,7	29,7
WW10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,324	0,394	<0,1	0,138	3,92	5,13
WW11	<0,1	<0,1	0,171	0,171	0,146	0,180	<0,1	<0,125	12,1	12,1
WW12	<0,1	<0,1	0,176	0,180	0,286	0,379	<0,1	<0,125	14,7	14,7
WW14	<0,1	<0,1	0,245	0,245	0,612	0,666	<0,1	0,125	6,97	7,33
WW13	<0,1	<0,1	0,249	0,249	0,480	0,480	<0,1	<0,125	8,08	8,08
WW15	<0,1	<0,1	1,34	1,34	0,675	0,736	<0,1	<0,125	2,84	3,54
WW16	<0,1	<0,1	0,465	0,465	0,623	0,686	<0,1	<0,125	3,82	3,82
	Rote Weißeritz									
RW1	<0,1	<0,1	1,54	1,79	0,253	0,504	0,114	0,282	59,6	59,6
RW2	<0,1	<0,1	0,612	0,637	0,248	0,260	<0,1	<0,125	24,1	24,1
RW3	0,146	0,146	1,03	1,03	<0,1	<0,125	<0,1	<0,125	43,2	43,2
RW-PÖ1	<0,1	<0,1	0,766	0,804	0,203	0,231	0,352	0,443	78,4	78,4
RW-PÖ2	<0,1	<0,1	0,442	0,453	0,142	0,156	<0,1	<0,125	37,3	37,3
RW4	<0,1	<0,1	0,224	0,228	0,361	0,493	<0,1	<0,125	117	117
RW5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,261	0,369	<0,1	<0,125	11,6	11,6
RW11	<0,1	<0,1	0,691	0,691	0,380	0,484	0,157	0,268	15,7	15,7
RW6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,125	0,421	0,612	<0,1	<0,125	21,2	21,2
RW7	<0,1	<0,1	0,169	0,169	0,213	0,373	<0,1	<0,125	5,58	8,10

RW9	<0,1	<0,1	0,156	0,156	0,530	0,624	<0,1	<0,125	8,94	8,94
RW8	0,295	0,295	0,283	0,348	0,218	0,259	<0,1	<0,125	59,6	59,6
RW-OE1	<0,1	<0,1	0,507	0,507	0,549	0,759	<0,1	<0,125	40,6	41,2
RW-OE2	<0,1	<0,1	0,545	0,545	0,483	0,635	<0,1	<0,125	9,49	9,49
RW10	<0,1	<0,1	0,429	0,435	0,432	0,639	<0,1	0,143	2,64	6,84
	Vereinigte Weißeritz									
VW1	<0,1	<0,1	1,34	1,41	1,72	2,64	0,126	0,256	4,90	17,6
VW3	<0,1	<0,1	7,68	7,68	0,831	1,02	<0,1	<0,125	85,3	86,1
VW2	<0,1	<0,1	31,4	31,9	1,41	1,45	<0,1	<0,125	6,87	7,70
VW4	<0,1	<0,1	3,00	3,00	0,555	0,615	<0,1	<0,125	2,19	3,35
VW5	<0,1	<0,1	5,81	5,81	0,967	1,09	0,388	0,417	6,46	6,46

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **8/10**

Elementgehalte in Sedimenten

PNUM	**Ag_S**	**Al_S**	**As_S**	**Ba_S**	**Be_S**	**Bi_S**	**Cd_S**	**Co_S**	**Cr_S**
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
	Wilde Weißeritz								
WW1	0,724	48500	384	352	9,53	3,94	6,21	56,1	58,9
WW2	1,24	49300	338	172	17,0	2,31	5,48	59,6	90,8
WW3	2,03	48900	676	293	18,8	1,33	18,6	21,8	40,6
WW4	0,568	43800	173	234	8,03	1,20	6,75	17,7	56,0
WW5	0,768	51900	242	448	13,5	1,89	12,0	25,4	54,5
WW6	0,402	44500	117	301	17,9	1,04	15,0	14,8	44,3
WW7	0,704	43100	118	378	19,0	1,44	18,7	30,4	43,2
WW8	1,13	38800	163	368	12,1	2,84	52,5	29,2	45,2
WW9	1,52	44000	125	624	3,64	9,52	61,6	34,0	62,3
WW10	0,479	43700	149	322	3,16	1,04	5,97	21,0	57,6
WW11	0,625	42900	62,2	314	24,0	0,664	16,8	67,0	42,8
WW12	0,515	39300	141	240	19,4	0,769	7,88	24,6	36,0
WW14	0,571	44300	67,0	411	5,06	1,25	10,8	26,3	67,4
WW13	0,687	42500	57,3	413	6,19	1,54	13,4	30,8	68,9
WW15	0,437	36600	25,9	321	4,20	0,808	3,73	28,5	63,3

WW16	0,552	38400	44,1	318	3,74	0,835	5,54	20,1	58,5
	Rote Weißeritz								
RW1	0,740	41800	656	295	24,5	4,69	3,68	17,7	20,6
RW2	1,38	51900	278	675	36,2	8,31	10,3	17,4	35,0
RW3	1,73	43200	113	397	5,09	2,20	0,590	13,1	20,6
RW-PÖ1	1,98	65200	1080	546	108	13,2	13,8	16,2	50,6
RW-PÖ2	0,581	68500	404	321	59,9	6,27	4,74	14,9	34,2
RW4	1,74	43500	227	533	8,70	4,08	29,5	15,0	57,0
RW5	1,13	49600	79,2	994	12,8	2,54	7,05	19,2	62,1
RW11	4,37	45300	460	1050	14,3	24,2	12,4	22,5	64,6
RW6	0,872	43500	78,3	677	6,81	2,10	13,5	16,9	61,9
RW7	0,549	40700	129	441	12,4	1,03	10,2	33,4	60,5
RW9	0,365	42200	46,2	321	4,66	0,763	7,28	38,3	64,7
RW8	0,457	48300	88,6	180	13,1	0,739	9,55	132	54,6
RW-OE1	0,445	45300	41,8	399	5,99	1,21	5,07	72,4	72,0
RW-OE2	0,809	53000	183	499	5,76	2,57	12,7	32,4	95,1
RW10	0,662	44000	172	588	10,2	9,34	14,2	37,6	66,8
	Vereinigte Weißeritz								
VW1	0,460	41200	36,5	461	6,40	0,971	2,48	12,2	71,0
VW3	0,373	36200	33,0	534	2,95	1,03	5,00	12,3	59,8
VW2	0,303	34300	60,2	411	3,28	0,604	4,21	16,5	48,8
VW4	0,345	35100	18,5	265	1,74	0,627	1,00	12,2	70,7
VW5	0,758	37700	61,0	431	5,00	2,25	7,49	22,1	88,2

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **9/10**

Elementgehalte in Sedimenten

PNUM	**Cu_S**	**Fe_S**	**Hg_S**	**Li_S**	**Mn_S**	**Mo_S**	**Ni_S**	**Pb_S**	**Sb_S**
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
	Wilde Weißeritz								
WW1	63,7	53400	0,080	49,2	2770	3,48	71,4	216	0,221
WW2	83,3	45000	0,102	64,4	2890	1,68	97,3	200	0,421
WW3	44,2	36000	0,210	60,1	1990	2,11	66,2	241	0,292

WW4	37,4	40200	0,110	66,8	1390	1,13	41,9	139	0,193
WW5	40,8	37200	0,106	61,0	1150	1,49	42,9	178	0,266
WW6	42,0	33800	0,100	58,7	1600	0,693	30,2	191	0,249
WW7	45,9	35600	0,114	59,5	4760	1,41	44,5	251	0,257
WW8	83,2	33800	0,103	51,7	3780	1,94	59,5	247	0,300
WW9	335	49700	0,114	59,0	3190	2,58	110	325	0,327
WW10	40,9	40000	0,0757	67,2	1460	1,21	52,1	146	0,286
WW11	37,7	31100	0,0755	58,5	4450	1,21	65,3	429	0,356
WW12	28,0	64400	0,215	48,7	1640	1,47	35,0	219	0,443
WW14	86,5	38300	0,184	59,0	1510	1,42	56,3	190	0,334
WW13	84,6	40100	0,142	66,4	2050	1,82	57,8	219	0,324
WW15	73,1	34100	0,181	44,6	1560	1,63	63,4	102	0,355
WW16	52,6	32300	0,131	46,0	1250	1,08	45,4	126	0,229
	Rote Weißeritz								
RW1	77,6	120000	0,132	47,9	1770	4,16	13,0	338	0,893
RW2	133	30200	0,362	88,0	1250	3,29	31,1	294	0,601
RW3	94,2	18400	0,156	20,6	521	2,61	9,07	422	0,346
RW-PÖ1	346	30600	0,318	78,8	1540	7,06	55,1	314	0,403
RW-PÖ2	67,1	26800	0,202	101	957	1,95	22,9	243	0,464
RW4	181	41800	0,101	73,0	1450	1,84	51,5	570	0,237
RW5	77,6	40300	0,236	64,5	1480	1,22	59,6	209	0,255
RW11	270	49700	0,260	100	1810	6,09	52,0	1060	0,406
RW6	62,0	41600	0,190	63,0	1480	1,70	55,8	217	0,262
RW7	53,1	41600	0,114	68,2	4460	1,40	91,5	121	0,181
RW9	58,4	36000	0,137	57,9	1470	1,12	63,7	190	0,227
RW8	57,4	33200	0,105	90,6	2520	1,35	64,8	564	0,230
RW-OE1	58,7	35000	0,196	56,4	3630	1,55	70,5	140	0,117
RW-OE2	76,5	50500	0,183	66,4	2610	1,96	87,5	230	0,196
RW10	97,5	42100	0,183	73,1	4340	2,99	62,9	251	0,320
	Vereinigte Weißeritz								
VW1	80,1	32600	0,173	52,5	978	3,49	56,2	177	0,273
VW3	100	30500	0,170	43,4	1100	2,79	41,9	161	0,410

VW2	63,9	57700	0,143	40,5	1630	4,21	33,8	163	0,417
VW4	70,7	29000	0,335	28,9	630	1,22	33,5	89,9	0,104
VW5	84,9	36700	0,429	49,0	1670	4,51	61,8	170	0,395

Anlage 2: Ergebnisse der Detailbeprobung der Weißeritz **10/10**

Elementgehalte in Sedimenten

PNUM	**Se_S**	**Sn_S**	**Ti_S**	**Tl_S**	**U_S**	**V_S**	**W_S**	**Zn_S**
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
	Wilde Weißeritz							
WW1	3,54	2,15	470	1,19	12,2	62,9	0,232	584
WW2	8,20	3,79	832	1,23	13,6	97,2	0,115	665
WW3	4,59	1,96	371	1,34	7,65	51,5	0,224	1280
WW4	2,89	2,05	633	0,675	7,13	71,0	<0,1	525
WW5	3,44	3,42	706	1,03	11,2	68,2	<0,1	734
WW6	4,30	3,14	713	0,693	6,83	60,5	<0,1	674
WW7	3,54	2,54	561	0,955	7,10	59,1	0,112	944
WW8	3,18	2,84	579	0,936	7,48	58,4	0,121	1200
WW9	3,05	4,33	762	0,987	6,43	77,3	0,140	1800
WW10	1,61	2,36	1030	0,916	3,52	74,5	<0,1	428
WW11	3,68	2,32	682	0,746	6,67	52,1	<0,1	1310
WW12	3,85	2,58	461	0,649	8,47	50,4	<0,1	543
WW14	2,46	5,12	1220	0,829	4,96	74,1	0,102	814
WW13	2,50	3,18	825	0,985	6,35	73,8	0,226	651
WW15	2,31	3,47	837	0,586	3,78	65,2	<0,1	593
WW16	1,85	3,27	981	0,627	4,84	65,2	<0,1	470
	Rote Weißeritz							
RW1	9,15	3,45	248	0,813	47,2	63,1	3,66	351
RW2	7,47	4,52	540	1,31	44,2	33,5	1,65	892
RW3	6,66	2,24	300	1,60	35,8	21,8	0,600	121
RW-PÖ1	4,69	13,0	760	1,33	48,1	52,9	1,93	2220
RW-PÖ2	3,98	6,12	431	1,80	27,9	40,4	0,833	434
RW4	3,33	9,56	794	0,986	7,68	68,8	0,266	2100

RW5	2,04	4,80	644	1,45	6,08	75,8	0,339	525
RW11	3,21	23,8	671	1,59	12,3	68,6	6,07	1390
RW6	2,12	3,73	690	0,983	11,3	73,2	0,380	725
RW7	1,98	2,05	670	1,02	6,59	73,1	0,211	691
RW9	2,18	3,69	1180	1,01	5,99	67,2	<0,1	604
RW8	2,79	1,83	678	1,90	16,7	64,5	0,117	941
RW-OE1	2,24	3,75	949	0,758	6,35	67,3	<0,1	1100
RW-OE2	2,27	6,19	1130	1,20	8,58	93,9	<0,1	874
RW10	2,55	10,4	1110	1,10	9,24	69,8	0,641	1090
	Vereinigte Weißeritz							
VW1	2,33	4,92	974	0,688	7,17	56,4	0,186	680
VW3	3,03	5,59	851	0,637	9,11	54,6	0,182	1070
VW2	1,92	4,12	651	0,680	8,63	60,3	0,144	987
VW4	1,58	3,13	690	0,543	3,57	63,8	<0,1	423
VW5	2,32	6,01	963	0,765	5,70	63,3	0,462	892

Impressum

Herausgeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Internet: http://www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren: TU Bergakademie Freiberg
Institut für Mineralogie
Dipl.-Min. Annia Greif
Prof. Dr. rer. nat. Werner Klemm
Brennhausgasse 14
09599 Freiberg
Telefon: 03731 39-3540 oder 2600
Telefax: 03731 39-4060
E-Mail: greif@mineral.tu-freiberg.de

Redaktion: siehe Autoren

Endredaktion: Öffentlichkeitsarbeit
Präsidialabteilung

ISSN: **1867-2868**

Redaktionsschluss: 30. November 2009

4 Geogene Hintergrundwerte für die Müglitz



Abschlussbericht zum Werkvertrag

„Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Müglitz“

Dipl.-Min. Annia Greif & Prof. Dr. rer. nat. Werner Klemm

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie,

Brennhausgasse 14, 09599 Freiberg

Bearbeitungszeitraum: 01.09.2010 bis 30.11.2010

4.1 Ziel und Hintergrund

Das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der gute ökologische und chemische Zustand der Gewässer in der EU, der bis 2015 erreicht werden soll. Für einige Schwermetalle und Arsen zeichnen sich bei den bereits festgelegten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des ökologischen bzw. des chemischen Zustandes Überschreitungen in den Fließgewässern und ihren Sedimenten/Schwebstoffen des sächsischen Grundgebirges ab. Die Ursachen liegen in dem bereits ursächlich geogen bedingten Schwermetallstatus der sächsischen Fließgewässer. Um weitere immissionsseitige Umweltqualitätsnormen für Schwermetallkonzentrationen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment abzuleiten bzw. Überschreitungen bestehender Qualitätsnormen rechtfertigen zu können, ist die gewässerspezifische Beurteilung der natürlicherweise vorhandenen geogenen Schwermetallgehalte notwendig.

Die Bearbeitung dieses Werkvertrages schließt sich an drei Forschungsprojekte/Werkverträge an, die im Auftrag des LfULG durch das Institut für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg bearbeitet wurden:

- Greif, A.; Klemm, W. (2006): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelas-tungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer (Bearbeitungszeitraum 05.11.2004 bis 31.10.2005, AZ 13-8802.3522/72).
- Greif, A.; Klemm, W. (2009a): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes (Bearbeitungszeitraum: 01.09.2007 bis 31.03.2009, AZ 13-8802.3522/70).
- Greif, A.; Klemm, W. (2009b): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz (Bearbeitungszeitraum: 01.09.2009 bis 30.11.2009, AZ 13-0345.40/4/33).

Ziel dieses Werkvertrages ist eine weitere Differenzierung und Ausweisung geogener Hintergrundwerte für die o.g. Kompartimente für die Teileinzugsgebiete der Müglitz bis auf die Ebene der Oberflächenwasserkörper. Grundlage bildet die EG-Tochter-Richtlinie 2008/105/EG, die in ihrem Anhang I Teil B Nr. 3 (WRRL 2008) die Ausweisung geogener Hintergrundwerte zulässt:
„Die Mitgliedstaaten können bei der Beurteilung der Überwachungsergebnisse anhand der Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen: a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni), wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern; und …“, wobei die natürliche Hintergrundkonzentration für Metalle einen Zustand beschreibt, der frei von anthropogenen Belastungen ist.

Die Ergebnisse sollen einen Beitrag zur Entwicklung einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen mit dem Ziel der Ableitung nachvollziehbarer und vergleichbarer Bewertungsgrundlagen liefern, um eine entsprechende EU-weite Akzeptanz zu erlangen.

4.2 Projektmanagement

Die hauptsächlichen Belastungen mit Arsen und Schwermetallen in den Schwebstoffen/Sedimenten liegen im grundgebirgsgeprägten sächsischen Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes im Oberlauf der Weißen Elster einschließlich der Göltzsch (bis zur Landesgrenze Fläche ca. 1.110 km^2), im Ober- und Mittellauf der Zwickauer Mulde einschließlich des Lungwitzbaches zuzüglich der Würschnitz und der Zwönitz (Fläche ca. 1.500 km^2), im Ober- und Mittellauf der Freiberger Mulde einschließlich der Striegis und dem Ober- und Mittellauf der Zschopau einschließlich der Flöha (Fläche ca. 2.500 km^2) sowie in den westlichen Teileinzugsgebieten der oberen Elbe, insbesondere in der Gottleuba, der Müglitz, der Roten und Wilden Weißeritz (Fläche ca. 700 km^2). Das ist ca. 1/3 der Landesfläche Sachsens.
Die ersten Untersuchungen aus den Jahren 2004 und 2005 widmeten sich der Methodik und konzentrierten sich vornehmlich auf grundgebirgsgeprägte Gebiete mit geringem Einfluss durch Mineralisationen, Lagerstätten und Bergbau. Der Schwerpunkt der Jahre 2007 bis 2009 (GREIF & KLEMM 2009a, 2009b) lag auf detaillierten Untersuchungen in den Einzugsgebieten

- der oberen Freiberger Mulde einschließlich der Bobritzsch (ca. 540 km^2),
- der oberen Zwickauer Mulde bis Mündung des Schwarzwassers (ca. 316 km^2),
- des (Johanngeorgenstädter) Schwarzwassers (ca. 361 km^2),
- sowie der Weißeritz (ca. 371 km^2).

In diesem Projekt werden die Untersuchungen nach Osten in das Einzugsgebiet der Müglitz ausgedehnt (Abb. 2-1).

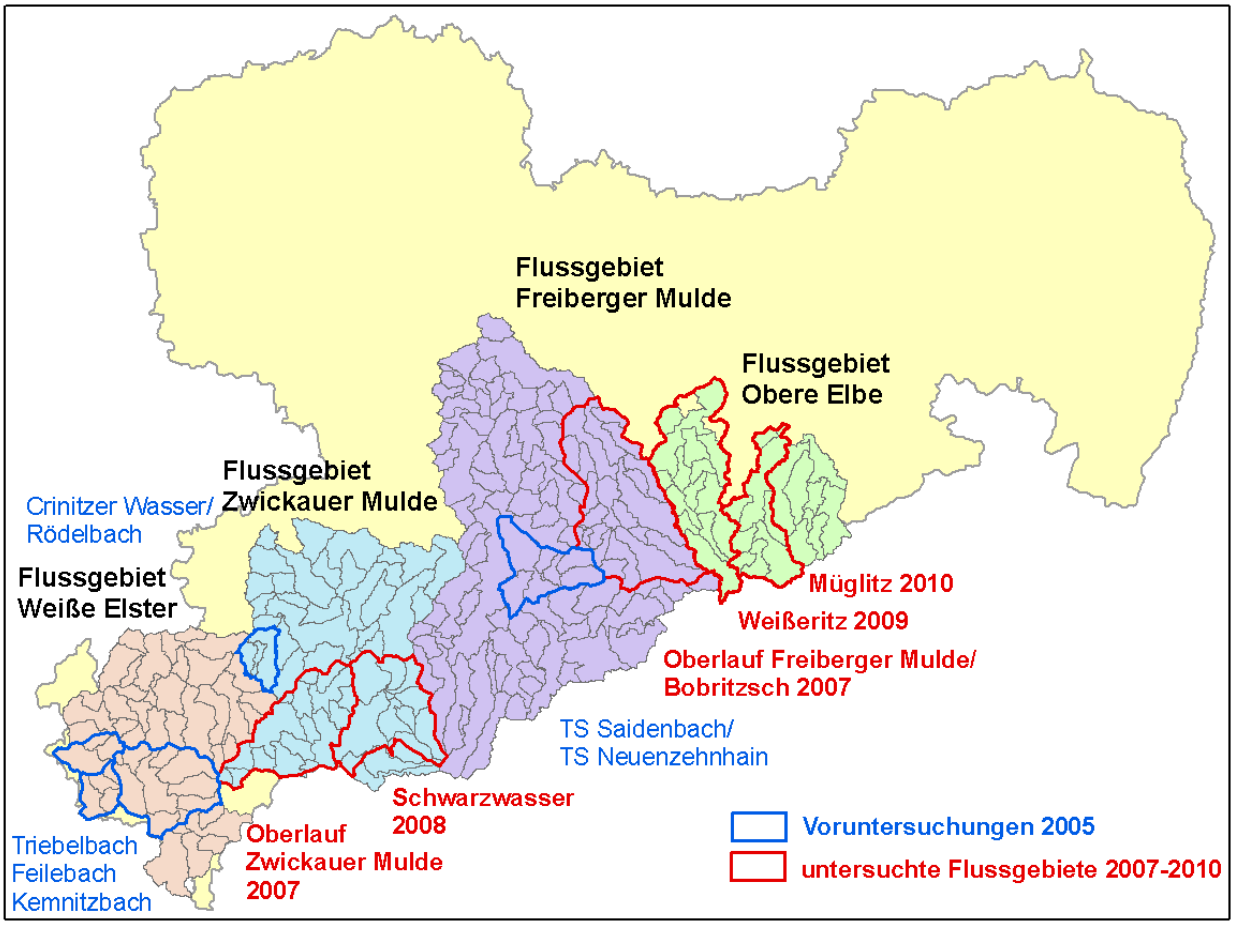


Abb. 2-1: Übersicht über die Flussgebiete im grundgebirgsgeprägten Bereich des Erzgebirges/Vogtlandes mit erhöhten geogenen Grundgehalten (farbig) und Lage der Untersuchungsgebiete

Dieser Werkvertrag vereint in sich theoretische und praktische Aufgabenstellungen. Die Methodik zur Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte umfasst folgende Schritte:

- Ermittlung der Einzugsgebiete (bezogen auf Oberflächenwasserkörper (OWK)), für die aufgrund der geologischen/ lagerstättenkundlichen Gegebenheiten mit umweltrelevanten geogenen Belastungen zu rechnen ist,
- Aufnahme der geologischen und ggf. lagerstättenkundlichen Situation in den ausgewählten Gebieten zur Abschätzung der zu erwartenden Elementpalette,
- Prüfung des primären (bewertungsrelevanten) Datenbestandes von Wässern und Sedimenten und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Prüfung des sekundären (Meta-) Datenbestandes von Bachsedimenten (aus der geochemischen Prospektion), Gesteinen und Böden und Ableitung mittlerer Elementgehalte (P50) zur Einschätzung des geochemischen Inventars
- Ausgleich von Datendefiziten durch Neubeprobungen unter Berücksichtigung der geogenen Gegebenheiten und der festgelegten Methodik der vorhandenen Datenerhebungen bei einer Mindest-Probenahmedichte von 1 Probe/10 km^2

- Ableitung von regionalen (P50, P90) bzw. lokalen (P50) Hintergrundkonzentrationen für Teileinzugsgebiete in der wässrigen Phase und im schwebstoffbürtigen Sediment.

Die Probenahme umfasste an jedem Probenahmepunkt die Entnahme von Wasserproben (gesamt und gelöst) und schwebstoffbürtigen Sedimenten. Mit der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL), Geschäftsbereich 5: Labore Umwelt in Neusörnewitz wurden Festlegungen zur Probenvorbereitung (Aufschlussverfahren), Analytik (Bestimmungsgrenzen) getroffen und durch Verfahren der analytischen Qualitätssicherung (Referenz- und Vergleichsproben) sichergestellt. Im geochemisch-analytischen Labor des Instituts für Mineralogie der TU Bergakademie Freiberg schloss sich die Probenvorbereitung und die Analyse der Wässer auf eine ausgedehnte Elementpalette an (vgl. Kapitel 6). Aufgrund der Änderung des Aufschlussverfahrens für die Sedimente wurden die Sedimentaufschlüsse in der BfUL in Neusörnewitz analysiert.

4.3 Anforderungen der WRRL und nationaler Regelwerke

Die gesetzlichen Grundlagen der Europäischen Union sind in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) festgelegt, die seit 2000 existiert und ständig fortgeschrieben wird (WRRL 2006, WRRL 2008). Für Sachsen gilt die SächsWRRLVO (2004).

4.3.1 Schwebstoffe/Sedimente

Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente wurden für die Elemente As, Cr, Cu und Zn verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) (sogen. ECO-Liste) festgelegt (SÄCHSWRRLVO 2004) (Tab. 3-1). Weitere Normen werden für die Elemente Ag, Ba, Be, Co, Mo, Sb, Sn, Tl, Ti, U, V (LFUG 2005a) bzw. auch Ni, Pb, (Cd, Hg) (UBA 2003) diskutiert (Tab. 3-2).

Im Entwurf der „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom 01.08.2010 (http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf) stehen UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und der ökologischen Potentials. Die UQN für die Elemente As, Cr, Cu und Zn sind mit denen der SächsWRRLVO (2004) identisch. Es kommen voraussichtlich keine weiteren Elemente hinzu. Der Entwurf regelt erstmals das Korngrößenspektrum für Schwebstoffe/Sedimente (Fraktion <63 µm) und schreibt eine Sedimentprobenahme bei Niedrigwasser vor. Damit tritt gegenüber den bisherigen Sedimentuntersuchungen der Fraktion <20 µm durch die Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen ein Bruch ein.

Tab. 3-1: Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Einstufung des ökologischen Zustandes (Schwebstoffe/Sedimente) (SächsWRRLVO 2004)

Element	UQN [mg/kg]
As	40
Cr	640
Cu	160
Zn	800

Tab. 3-2: Vorschläge für Umweltqualitätsnormen (UQN-V) (LfUG 2005a) und Zielwerte (ZW) (UBA 2003) für chemische Qualitätskomponenten (Schwebstoffe/Sedimente)

Element	UQN-V [mg/kg]	ZW [mg/kg]	Element	UQN-V [mg/kg]	ZW [mg/kg]
Sb	110	6	U	0,5	-
Ba	430	-	V	35	200
Be	0,04-4	10	Sn (anorg.)	200	20
Co	0,3-30	80	Ni	-	120
Mo	8	5	Pb	-	100
Ag	1,8	2			
Tl	1	4	Cd	-	1 (Rhein)
Ti	725	10.000	Hg	-	0,5 (Rhein)

4.3.2 Wasser

Die Bewertung der wässrigen Phase von Fließgewässern gestaltet sich schwierig. Primär lagen nur Normen für Hg und Cd im Wasser (gesamt) vor (SächsWRRLVO 2004) (Tab. 3-3). Normenvorschläge gibt es für die Elemente Ag, B, Ba, Be, Co, Mo, Se, Sb und Te, wobei für Ag explizit die Angabe der gelösten Gehalte gefordert wird (LfUG 2005a) (Tab. 3-5). Positiv ist der bei einigen Elementen getroffene Ansatz UQN + HGW (Umweltqualitätsnorm plus Hintergrundwert) zu bewerten. Negativ fällt das Fehlen von Vorgaben für As, Cu, Cr etc. auf. Die EG-TochterRL (WRRL 2008) gibt differenzierte UQN für Cd in Abhängigkeit von der Wasserhärte ($CaCO_3$) sowie UQN für Pb, Hg und Ni an. Für Cd und Hg wird neben der Einhaltung des Jahresdurchschnitts (JD-UQN) auch die der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK-UQN) gefordert (Tab. 3-4). Der Entwurf der „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom 01.08.2010 (OgewV 2010) sieht die Einbeziehung der Elemente Ag, Se, Tl, U und V (gelöste Anteile) vor (Tab. 3-5).

Tab. 3-3: Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wässer) gemäß SächsWRRLVO (2004), Gesamtgehalte, Angaben in µg/l

Element	UQN [µg/l]
Hg	1
Cd	1

Tab. 3-4: Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wässer) gemäß EG-TochterRL 2008/105/EG (WRRL 2008), Wasserproben filtriert <0,45 µm, Angaben in µg/l

Element	JD-UQN **Jahresdurchschnitt in Binnenoberflächengewässern**	ZHK-UQN **Zulässige Höchstkonzentration in Binnenoberflächengewässern**
Cd	≤0,08 (<40 mg $CaCO_3$/l) 0,08 (<50 mg $CaCO_3$/l) 0,09 (<100 mg $CaCO_3$/l) 0,15 (<200 mg $CaCO_3$/l) 0,25 (≥200 mg $CaCO_3$/l)	≤0,45 (<40 mg $CaCO_3$/l) 0,45 (<50 mg $CaCO_3$/l) 0,6 (<100 mg $CaCO_3$/l) 0,9 (<200 mg $CaCO_3$/l) 1,5 (≥200 mg $CaCO_3$/l)
Pb	7,2	
Hg	0,05	0,07
Ni	20	

Tab. 3-5: Umweltqualitätsnormvorschläge (UQN-V) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wässer) (LfUG 2005a) bzw. Umweltqualitätsnormvorschläge (UQN Entwurf) für die Einstufung des ökologischen Zustands (Wässer) (http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf)

Element	UQN-V [µg/l]	UQN Entwurf [µg/l]
Sb	20	
Ba	60+HGW	
Be	0,1	
B	100	
Co	0,9+HGW	
Mo	7+HGW	
Se	2,5	3 gelöst
Ag (gelöst)	0,03	0,02 gelöst
Te	20	
Tl	1	0,2 gelöst
Ti	15	
U	1,5+HGW	1 gelöst
V	2,4+HGW	2 gelöst

Sn (anorg.)	3,5

HGW - Hintergrundwert

In den Ländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen wird auch der Bezug von Elementgehalten in Oberflächenwässern zu den Geringfügigkeitsschwellenwerten diskutiert, die für das Kompartiment Grundwasser ausgearbeitet wurden (Tab. 3-6). Gemäß LAWA (2004) wird die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden. Die GFS können als Anhaltspunkt dienen, jedoch ist bei Oberflächenwasser nicht davon auszugehen, das es – im Gegensatz zum Grundwasser - überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleibt. Das Grundwasser bildet jedoch den Basisabfluss von Oberflächenwasser und soll - wie das Oberflächenwasser als Bestandteil des Naturhaushalts - als Lebensraum intakt gehalten werden. Deshalb sind die Qualitätskriterien der Oberflächenwässer in der Regel auch für das Grundwasser anwendbar. Dies wird auch durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) bekräftigt. In Anhang V Nr. 2.3.2 dieser Richtlinie wird ausgeführt, dass „die chemische Zusammensetzung des Grundwasserkörpers ... so beschaffen … dass die Schadstoffkonzentrationen ... nicht derart hoch sind, dass die in Artikel 4 spezifizierten Umweltziele für in Verbindung stehende Oberflächengewässer nicht erreicht werden."

Bei der Risikobewertung von anorganischen Spurenelementen, insbesondere von Metallen, muss im Unterschied zu organischen Stoffen berücksichtigt werden, dass sie geogen bedingt im Grundwasser vorkommen und die Organismen diesen in der Regel geringen Konzentrationen natürlicherweise ausgesetzt sind. Die in der aquatischen Umwelt natürlich vorhandenen Spurenelementkonzentrationen unterliegen einer zeitlichen Dynamik und können bis zu mehreren Größenordnungen schwanken. In diesem gesamten Schwankungsbereich halten Organismen ihr intrazelluläres Niveau weitgehend konstant. Um dieses berücksichtigen zu können, und um zu vermeiden, dass anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser beim Vergleich mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten als belastet zu bewerten wäre, wurde bei den anorganischen Spurenstoffen nach dem „added risk approach" zu den ökotoxikologisch abgeleiteten Werten ein Basiswert addiert, der die Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland charakterisiert. Zur Bestimmung dieses Basiswertes wurden in einem Forschungsprojekt der LAWA die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungsprogramme der Bundesländer ausgewertet (KUNKEL ET AL. 2004). In Tabelle 3-6 sind die Basiswerte für anorganische Spurenelemente als flächengewichtetes Mittel der 90. Perzentile der 15 hydrogeologischen Bezugsräume dargestellt. Diese Werte werden zur ökotoxikologischen Wirkungsschwelle addiert und ergeben dann die Geringfügigkeitsschwellenwerte. Der Nachweis der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellenwerte erfolgt grundsätzlich durch Vergleich der ermittelten oder prognostizierten Stoffkonzentrationen mit den Geringfügigkeitsschwellenwerten, er muss jedoch für jeden Anwendungsfall spezifisch erfolgen.

Vergleichbar zu Anhang 2 Nr. 3.2 der Bundesbodenschutzverordnung (BBODSCHV 1999), in dem verbindliche Regeln für Prüfwerte getroffen werden, wird für bestimmte Anwendungsfälle wasserrechtlich präzisierend zu bestimmen sein, welche Randbedingungen dabei gelten. So weisen z.B. Sickerwässer von natürlichen/naturnahen Böden (insbesondere Oberböden) bei Schwermetallen teilweise höhere Konzentrationen als das Grundwasser auf. Bei der Erarbeitung von technischen Regelungen zur Verwertung muss dieser Sachverhalt deshalb berücksichtigt und die Korrektur der toxikologisch abgeleiteten Werte anhand der Basiswerte aus den Daten zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit abgeändert werden. Überschreiten die regionalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwellenwerte, können von den zuständigen Behörden unter Berücksichtigung der Ableitungskriterien für den Einzelfall Werte festgelegt werden (LAWA 2004).

Die Trinkwasserverordnung der BRD (TrinkwV 2001) stellt Grenzwerte für Stoffe und Substanzen im Trinkwasser nach toxikologischen Gesichtspunkten auf. Da ein großer Teil des Trinkwassers in Sachsen aus Talsperren gewonnen wird, werden die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung hier zusätzlich aufgeführt (Tab. 3-6). Auch die Prüfwerte der BBodSchV (1999) können einen Anhaltspunkt zur Einschätzung von Elementgehalten liefern (Tab. 3-6).

Seit dem 09.11.2010 ist die „Verordnung zum Schutz des Grundwassers" (Grundwasserverordnung – GrwV) in Kraft (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 56, ausgegeben zu Bonn am 15.November 2010, S. 1513-1529). Grundlage für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustandes sind die Schwellenwerte. Der Schwellenwert ist die Konzentration eines Schadstoffes im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt wird. Ist der angegebene Schwellenwert für einen Schadstoff niedriger als der entsprechende Hintergrundwert im Grundwasserkörper, ist ein abweichender Schwellenwert unter Berücksichtigung des Hintergrundwertes für diesen Grundwasserkörper festzulegen. Der Hintergrundwert ist die Stoffkonzentration in einem Grundwasserkörper, die nicht oder nur unwesentlich durch menschliche Tätigkeit beeinflusst wird. Der Hintergrundwert ist das neunzigste Percentil (P90) der Verteilung der Stoffkonzentration im Grundwasser der für den Grundwasserkörper maßgeblichen hydrogeologischen Einheit. Schwellenwerte werden für die Elemente As, Pb, Cd und Hg angegeben (Tab. 3-6).

Tab. 3-6: Übersicht über die Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) für Grundwasser (LAWA 2004), die Schwellenwerte (GrwV 2010), die Grenzwerte der TrinkwV (2001) und die Prüfwerte nach BBodSchV (1999), Angaben in µg/l

Element	Basiswerte (P90)	GFS	Kriterium GFS	Schwellenwert	Kriterium Schwellenwert	TrinkwV	Prüfwerte BBodSchV
As	2,6	10	TW	10	Trinkwasser	10	10
Ba	186	340	ARA				
B	88	740	ARA			1000	
Cd	0,3	0,5	ARA	0,5	PNEC+HGW	5	5
Cr	2,4 (gesamt)	7 (CrIII)	LAWA (2004)			50	50
Co	5,7	8	ARA				50
Cu	10,1	14	ARA			2000	50
Hg	0,15	0,2	ARA	0,2	ZV+HGW	1	1
Mo	(1,2)[#]	35	TW(h)				50
Ni	12,6	14	ARA			20	50
Pb	3,9	7	ARA	10	Trinkwasser	10	25
Sb	0,4	5	TW			5	10

Se	1,6	7	ARA	10	10
Sn	-	-			40
Tl	(<0,5) #	0,8	TW(h)		
U	-	5**		*	
V	(1,6)	4	TW(h)		
Zn	49,8	58	ARA		500

Werte aus Baden-Württemberg und Bayern (nicht repräsentativ für Deutschland),
ARA – added risk approach, TW – Trinkwasserverordnung, TW(h) – Trinkwasserverordnung, unbedenklich für die menschliche Gesundheit
* Bisher existiert nur in der "Mineral- und Tafelwasser-Verordnung" ein Grenzwert für Mineralwässer, die "zur Herstellung von Säuglingsnahrung geeignet" beworben werden dürfen. Dieser Grenzwert liegt bei zwei Mikrogramm Uran pro Liter. Da Uran im Trinkwasser auch für Erwachsene in Konzentrationen enthalten sein kann, "die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen", empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) als so genannten Leitwert die Höchstkonzentration von 10 Mikrogramm Uran pro Liter für Erwachsene.
** http://www.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Gesamtdokument.pdf

4.4 Gebietsbeschreibung

4.4.1 Lage und Gliederung

Das Einzugsgebiet der Müglitz als wichtiger erzgebirgsgeprägter ostelbischer Zufluss umfasst eine Fläche von ca. 214 km^2 (Abb. 4-1). Es wird im Osten vom Einzugsgebiet der Weißeritz bzw. des Lockwitzbaches und im Westen vom Einzugsgebiet der Seidewitz begrenzt. Die Müglitz entspringt im tschechischen Teil des Osterzgebirges und mündet im Stadtgebiet von Heidenau in die Elbe. Das Einzugsgebiet der Müglitz reicht von den Kammlagen des Osterzgebirges über das Gebiet des Mulde-Lößhügellandes hinweg bis hinab ins Elbtal.

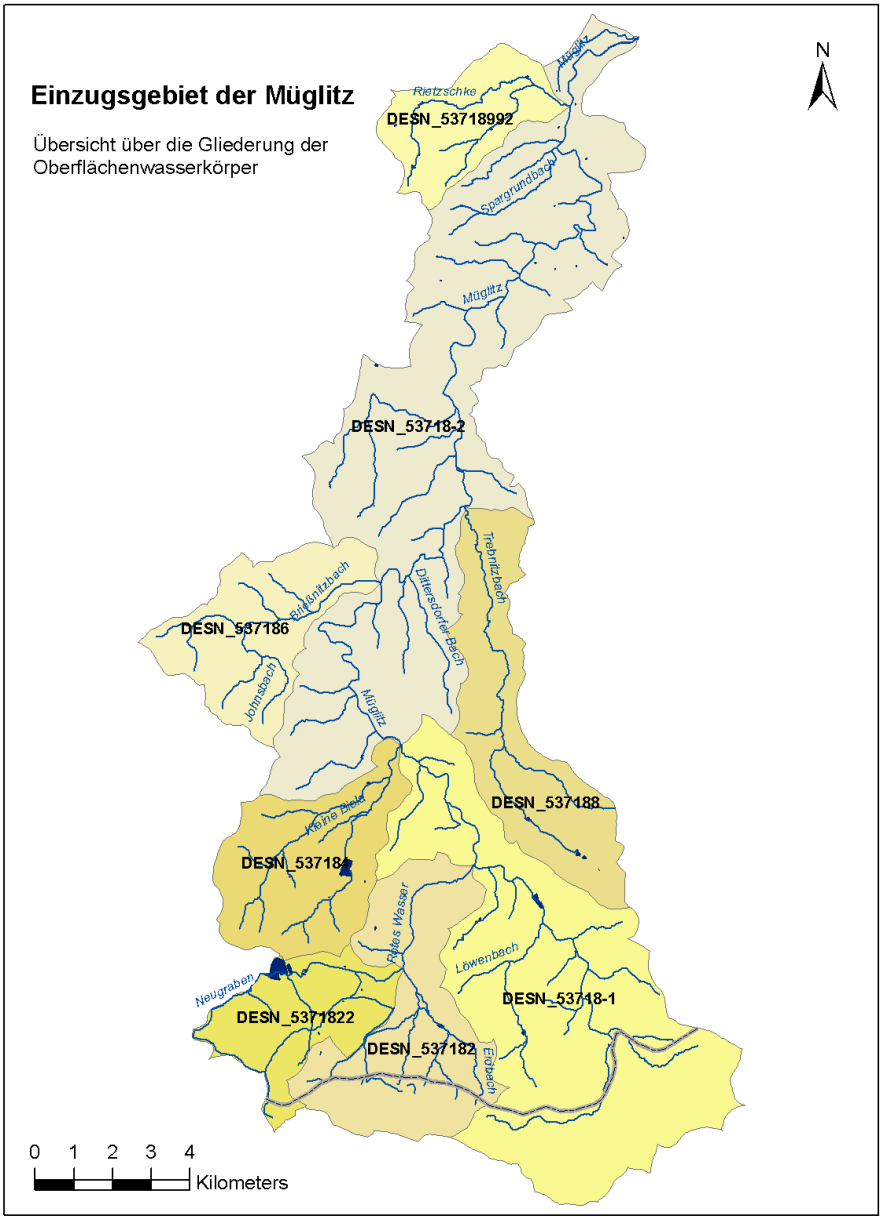


Abb. 4-1: Übersichtskarte des Einzugsgebietes der Müglitz

Die Gliederung der Oberflächenwasserkörper (OWK) im Müglitzeinzugsgebiet ist ebenfalls in Abb. 4-1 ersichtlich. Zur Gebietscharakterisierung mit dem Ziel einer Ableitung von geogenen Hintergrundwerten als auch bei einer morphologischen Betrachtung sollte die Unterteilung des Hauptlaufs an jedem ausgewiesenen Zufluss erfolgen. Dies ist nicht gegeben. Es ergeben sich 8 Oberflächenwasserkörper (Tab. 4-1), die die Grundlage der weiteren Betrachtung bilden.

Tab. 4-1: Übersicht über die Gliederung der Oberflächenwasserkörper (OWK) im Einzugsgebiet der Müglitz

OWK-ID	Name	Gebiet	Größe [km^2]
DESN_53718-1	Müglitz-1	Oberlauf der Müglitz von der Landesgrenze bis zur Mündung der Biela, einschließlich Weiße Müglitz und Löwenbach, ohne Rotes Wasser,	50,4
DESN_53718-2	Müglitz-2	Unterlauf der Müglitz von der Mündung der Biela bis Mündung in die Elbe, ohne Brießnitzbach, ohne Trebnitzbach, ohne Rietzschke	69,1
DESN_537182	Rotes Wasser	Rotes Wasser von der Landesgrenze bis Mündung in die Müglitz, ohne Schwarzwasser	21,1
DESN_5371822	Schwarzwasser	Schwarzwasser vom Grabensystem Neugraben-Quergraben-Aschergraben bis zur Mündung in das Rote Wasser	11,7
DESN_537184	Biela	Biela von der Quelle bis zur Mündung in die Müglitz	17,0
DESN_537186	Brießnitzbach	Brießnitzbach von der Quelle bis zur Mündung in die Müglitz	15,3
DESN_537188	Trebnitzbach	Trebnitzbach von der Quelle bis zur Mündung in die Müglitz	19,3
DESN_53718992	Rietzschke	Rietzschke von der Quelle bis zur Mündung in die Müglitz	10,3

4.5 Meteorologie und Hydrologie

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in den oberen Lagen des Einzugsgebiets unter 6 °C, im Bereich der Mündung in die Elbe bis zu 10 °C. Auch bei den mittleren Jahresniederschlägen ist eine deutliche Abhängigkeit von der Höhenlage zu verzeichnen. Die höchsten Niederschlagssummen fielen im Bereich des Speichers Altenberg mit >1200 mm/a (2005). Die Regenmengen nehmen von SW nach NO ab. Bis zur Mündung des Trebnistzbaches im Mittellauf werden überwiegend noch Gebietsmittel von 1000 mm/a erreicht, im Mündungsbereich lediglich noch <700 mm/a.

Die Kartendarstellungen (Abb. 4-2) wurden mit dem sächsischen Programm RaKliDa für die Zeitreihe 1961 bis 2005 errechnet (http://141.30.160.222:8082/RaKliDa_WebServlet/).

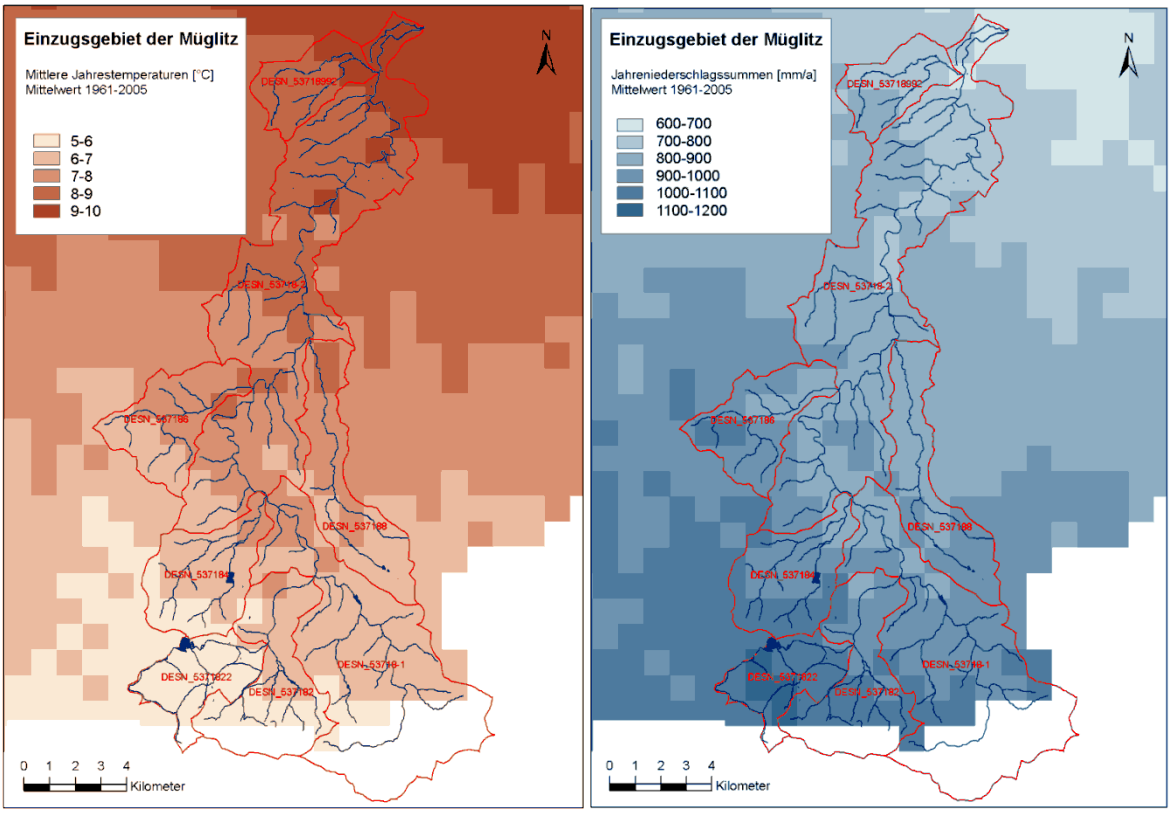


Abb. 4.2: Jahresdurchschnittstemperatur (links) und Jahresniederschlagssumme (rechts) für die Zeitreihe 1961-2005, errechnet mit dem Programm RaKliDa ((http://141.30.160.222:8082/RaKliDa_WebServlet/)

Im Einzugsgebiet der Müglitz befinden sich sechs Pegel (Tab. 4-2), von denen fünf mit Fernübertragung ausgestattet sind und drei als Hochwassermeldepegel dienen (http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/857.asp?url=/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/hwz/inhalt_re_frame.html).

Tab. 4-2: Übersicht über die Pegel im Einzugsgebiet der Müglitz (LfUG 2005b, 2006b), Pegel mit Datenfernübertragung und mit Hochwassermeldefunktion fett (http://www.umwelt.sachsen.de)

Pegel	Gewässer	EZG	RW	HW	Reihe	NQ	MNQ	MQ	MHQ	HQ
Dohna	Müglitz	198	5419590	5647130	1912-	0,000	0,236	2,52	41,9	400
Geising 1	Rotes Was-	25,7	5414570	5626200	1966-	0,010	0,090	0,48	7,9	75
Kreischa	Lockwitzbach	43,5	5413410	5646030	1963-	0,000	0,022	0,344	5,95	45
Mühlbach 1	Müglitz	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lauenstein 3	Müglitz	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lauenstein UP	Weiße Müg-	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Da nur am Pegel Dohna/Müglitz Durchflusswerte sowohl aus der Literatur als auch per Datenfernübertragung verfügbar sind, ist dieser Pegel der einzige Bezug zur Abschätzung des aktuellen Abflussregimes.

Im oberen Untersuchungsgebiet der (weißen) Müglitz befindet sich das Regenrückhaltebecken (RHB) Lauenstein mit einem Stauraum von 5,21 Mio m³, welches dem Hochwasserschutz dient und ein Einzugsgebiet von 38,1 km^2

erfasst. Das RHB Glashütte an der Brießnitz wird derzeit erweitert (Abb. 4-2). Weitere RHB sind seitens der Landestalsperrenverwaltung (LTV) durch Planungen ausgewiesen: HRB Biela (Biela) (Bauzeit 2010-2014), HRB Schlottwitz (Schlottwitzgrundbach) und HRB Trebnitz (Trebnitzbach).



Abb. 4-2: Regenrückhaltebecken Lauenstein (Blick auf den Stauraum) und Glashütte (im Bau, Blick auf die Staumauer, landseitig)

4.6 Geologie und Böden

Das Einzugsgebiet der Müglitz wird von Gneisen des Grundgebirgsstockwerkes dominiert. Die westlich des Hauptlaufes Müglitz gelegenen Teileinzugsgebiete des Roten Wassers, der Biela und der Brießnitz werden durch verschiedene saure Gesteine (Granit Schellerhau, Granitporphyr Altenberg, Teplitzer Rhyolith) geprägt. Erst auf den letzten Flusskilometern vollzieht sich der Übergang zum Molassestockwerk (Sandsteine) bis zum Deckgebirge (Auensedimente) (Abb. 4-3). Davon wird hauptsächlich das Teil-EZG der Rietzschke geprägt. Für das sächsische Einzugsgebiet ergibt sich rechnerisch eine Dominanz von Gneisen (51,3 %) und ein großer Einfluss saurer Gesteine (29,1 %) im südwestlichen Teil des Einzugsgebietes (Tab. 4-3).

Tab. 4-3: Übersicht über die Verbreitung der Gesteinsformationen im Einzugsgebiet der Müglitz (auf Basis der GÜK400 des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

Geologische Einheit	Anteil [%]	Geologische Einheit	Anteil [%]
Auenterrassen	0,6	Tonschiefer, Grauwacken	5,1
Pleistozäne Flussterrassen	0,2	Basische Vulkanite	2,0
Sandsteine, Tonsteine (Kreide)	6,6	Phyllit	2,1
Konglomerate, Sandsteine (Rotliegendes)	0,2	Metarhyolithoide (Gm-Gneise)	0,2
Granit, Jüngerer Intrusivkomplex	1,9	Grauwacken (Präkambrium)	0,4
Saure Vulkanite	11,2	Granodiorite	2,2
Rhyolithoide in Gängen	16,0	Paragneis (Äußerer Graugneis)	20,4
		Paragneis, z.T. anatexitisch	30,9

Aus den Substraten der verschiedenen magmatischen und metamorphen Gesteinen resultieren für das Gebiet der Müglitz die in Tab. 4-4 und Abb. 4-4 dargestellten Leitbodengesellschaften. Dominiert wird das Gebiet durch Braunerden aus Hanglehm über mäßig basenreichem metamorphem oder magmatischem Festgestein (69,8), wobei darin die Böden über den gangförmigen Rhyolithoiden (Rhyolith Teplitz) eingehen.

Tab. 4-4: Leitbodengesellschaften im Einzugsgebiet der Müglitz (Basis BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus RANK ET AL. 1999)

Leitbodengesellschaft	Anteil [%]
Ranker und Braunerde aus Hanglehm über basenreichem magmatischen Festgestein	1,7
Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem metamorphem oder magmatischem Festgestein	69,8
Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenarmem metamorphem Festgestein	8,2
Braunerde-Podsol aus Hanglehm über basenarmem magmatischem oder metamorphem Festgestein	10,3
Podsol und Braunerde-Podsol aus Hangsand über Sandstein	0,6
Pseudogley aus lößbeeinflusstem Hanglehm über basenarmen tonig-schluffigen Rotliegendsedimenten	0,1
Pseudogley aus Löß über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein	8,6
Vega, Gley und Auengley aus Fluviton, -lehm, -schluff oder -sand über Fluvigeröll	0,7

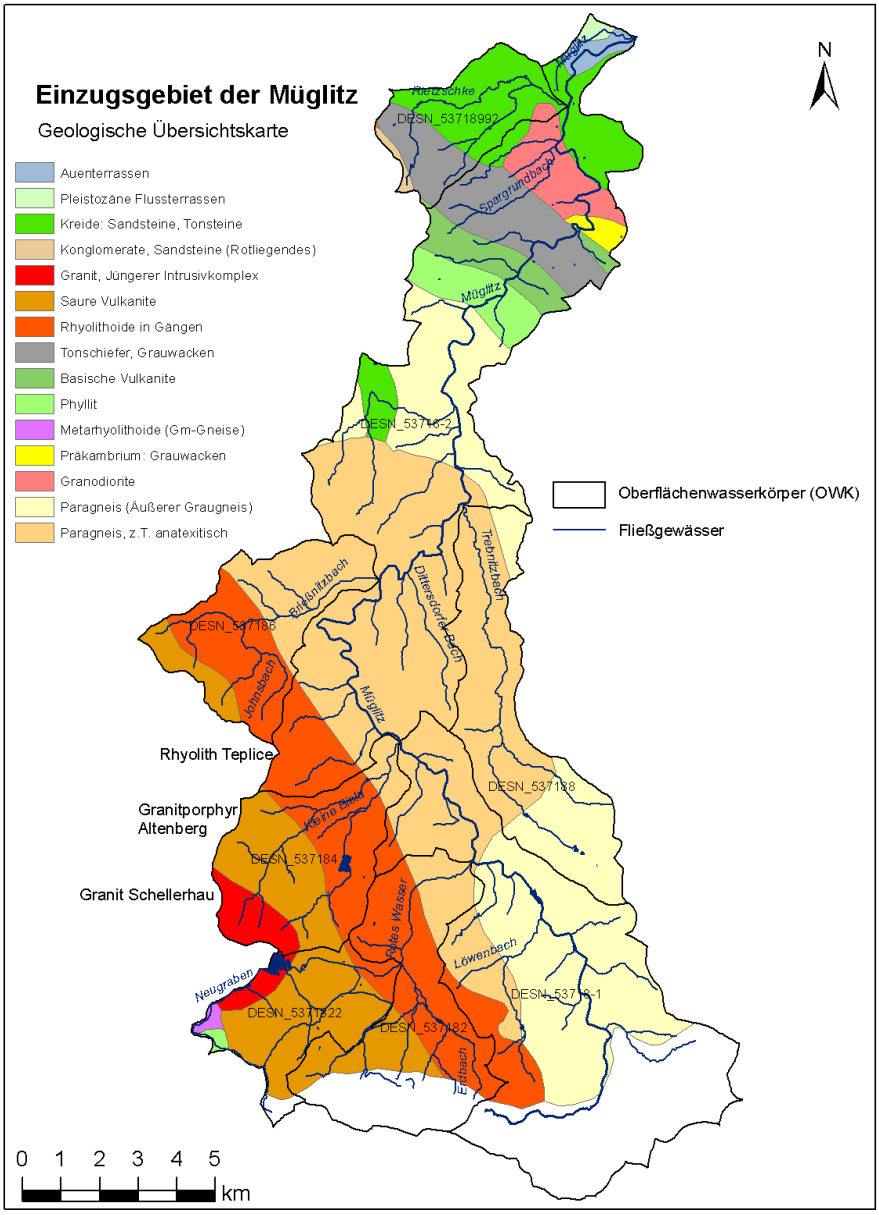


Abb. 4-3: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes der Müglitz (auf Basis der GÜK400 des Freistaates Sachsen nach KARDEL ET AL. 1996)

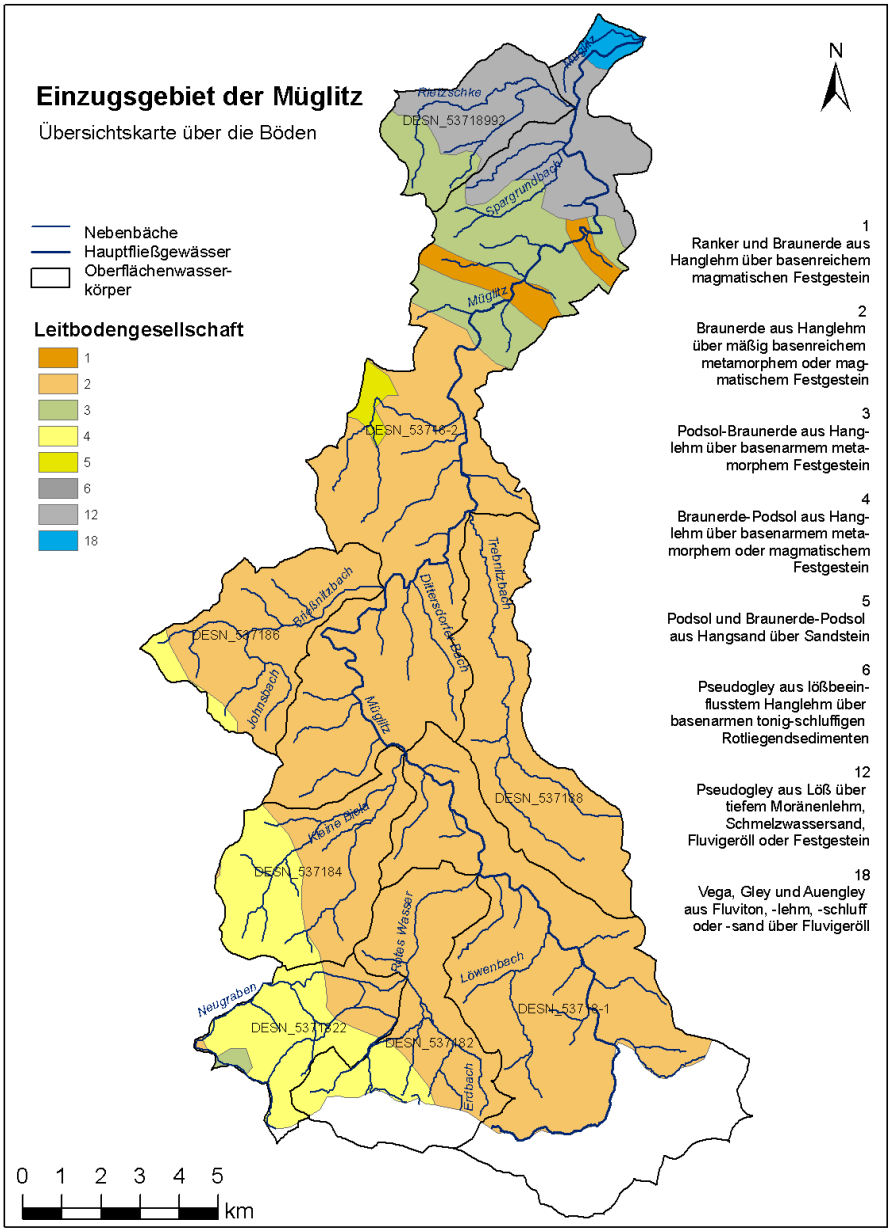


Abb. 4-4: Übersichtskarte der Böden im Einzugsgebiet der Müglitz (Basis BÜK 400 des Freistaates Sachsen aus KARDEL ET AL. 1996)

Die heutige Nutzung des Untersuchungsgebietes wird von der Landwirtschaft dominiert, wie Tab.4-5 zeigt. In den oberen Lagen dominiert jedoch der Waldanteil. Nahe der Müglitzmündung bei Heidenau handelt es sich um einen Verdichtungsraum mit zahlreichen Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Tab. 4-5: Anteile der Hauptnutzungsarten im Einzugsgebiet der Müglitz (berechnet aus Vektordatensatz, LFUG 2001, übernommen aus ROHDE 2007)

Nutzung	Wasser	Wald	Grünland	Acker	Siedlung/Verkehr	Abgrabung/ Tagebau
Anteil [%]	2,3	33,4	11,6	46,6	6,0	0,1

4.7 Mineralisationen und Lagerstätten

Das Einzugsgebiet der Müglitz ist durch reiche Zinnmineralisationen (Altenberg, Zinnwald, Sachsenhöhe, Hegelshöhe, Schenkenshöhe) geprägt, die im Altenberger Revier bis 1990 abgebaut wurden. Daneben sind fluorbarytische Mineralisationen/ Lagerstätten (Johnsbach, Schlottwitz) anzutreffen, Glashütte ist für seinen historischen Ag-Erzbergbau bekannt (Abb. 4-5).

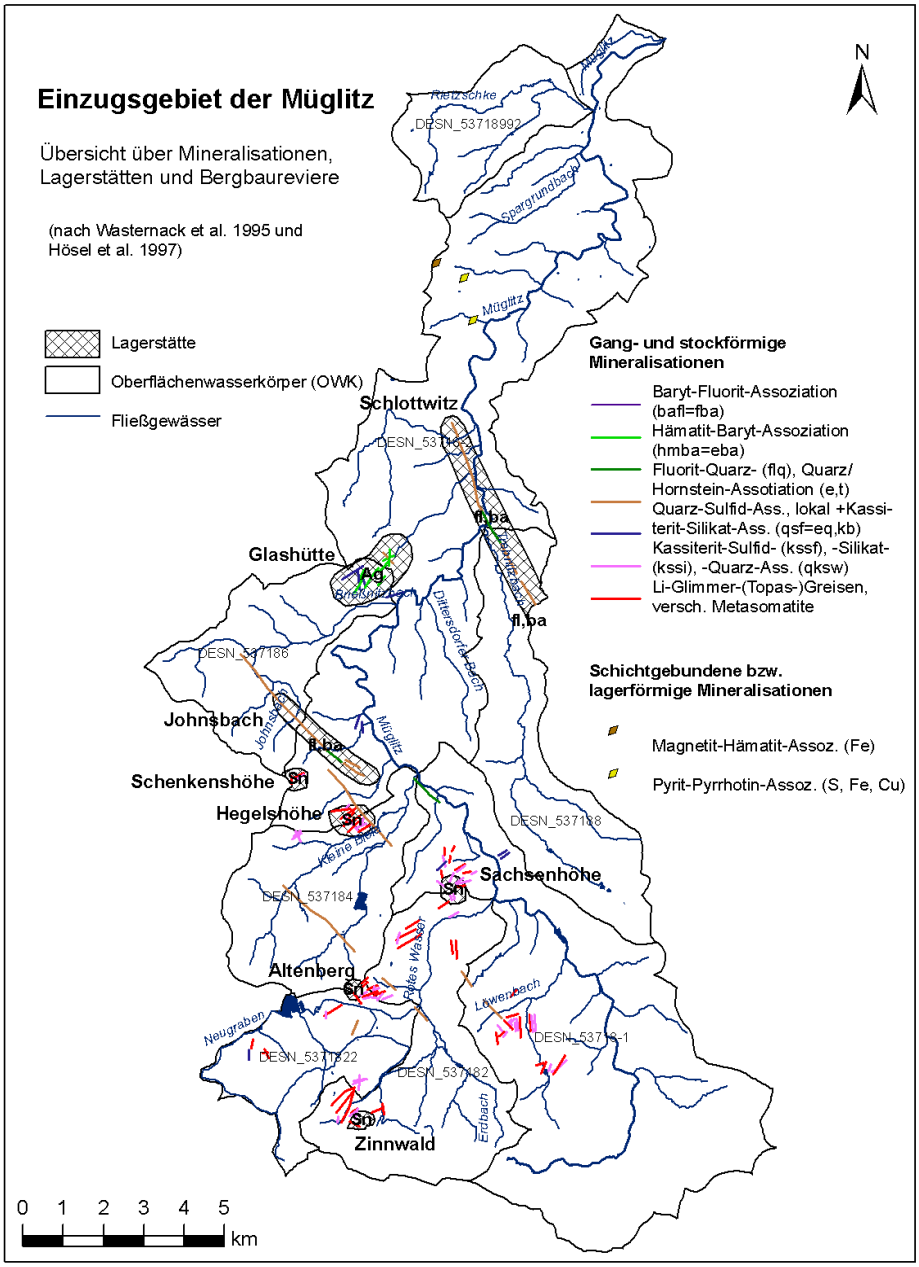


Abb. 4-5: Übersicht über die Mineralisationen und Lagerstätten im Einzugsgebiet der Müglitz (WASTERNACK ET AL. 1995), ergänzt nach HÖSEL ET AL. 1997)

Einen Überblick über die Mineralisationen und Lagerstätten im Einzugsgebiet der Müglitz (HÖSEL ET AL. 1997) gibt Tab. 4-6, in der gleichzeitig die Beeinflussung der Vorfluter vermerkt ist.

Tab. 4-6: Wichtige Bergbaureviere und ihre Mineralisationen im Einzugsgebiet der Müglitz (HÖSEL ET AL. 1997, BAUMANN ET AL. 2000)

Bergbaurevier	Gruben	Rohstoff	Mineralisationstyp	Vorfluter
Schlottwitz	Stollen 2	Fluorit, Baryt	Baryt-Fluorit-Assoziation	Trebnitzbach, Müglitz, Zechenaubach, Schlottwitzgrundbach,
Glashütte	Hohe Birke Fundgrube*, Suchrevier Glashütte (Israel Fdgr.), St. Erasmus Vereinigt Feld, Hilfe Gottes Est.	Ag (Fluorit, Baryt)	Quarz-Sulfid-Assoziation, Baryt-Fluorit-Assoziation (fba)	Brießnitzbach
Johnsbach	Drei Brüder Est., St. Christoph Fdgr., Schacht 293	Fluorit, Baryt	Baryt-Fluorit-Assoziation (fba)	Johnsbach, Bach aus Johnsbach, Schilfbach
Bärenhecke	Schacht 209	Pb-Zn-Cu-Ag	Quarz-Sulfid-Assoziation (kb)	Bärenhecker Bach
Schenkenshöhe	Erkundungsrevier Schenkenshöhe	Sn (W)	Li-Glimmer-Topas-Greisen	Bärenhecker Bach
Hegelshöhe	St. Christoph, St. Johannes Fdgr., Neubeschert Glück Fdgr.*, und Neue Hoffnung tiefer St., Johannes Est., Suchrevier Hegelshöhe	Sn (W)	Li-Glimmer-Topas-Greisen	Große Biela, Schilfbach
Sachsenhöhe	König Salomonis Est., St. Michaelis Fdgr.*, Hiob St., Gabe Gottes Fdgr., Daniel Fdgr., Dreifaltigkeits St., Glückauf St., Neubeschert Segen Gottes samt Frisch Glück Est.	Sn (W)	Li-Glimmer-Topas-Greisen	Müglitz
Hoher Busch	Christi Himmelfahrt Fdgr., Bergmannshoffnung Est., Großer+kleiner Johannes Zug, Palmbaum Fdgr.	Sn	Serizit- und Chlorit-Metasomatite	Rotes Wasser
Löwenhain-Fürstenwalde	Vogelköpfen St. am Hutberg, Himmelfahrt Fdgr., Segen Gottes St. an der Stübners Kuppe*, Müller Est. an der Zeidelweide, St. Johannes St. und Fdgr.*	Sn	Serizit- und Chlorit-Metasomatite	Fürstenauer Bach, Löwenbach
Altenberg	Glückauf Est., Suchrevier Zinnkluft*, Zinnerz Altenberg*, Rothe Zeche Fdgr., Neufang*, Zwitterstocks Tiefer Est., Aron und Zion Stl., Suchrevier Raupennest, Geburt Christi, Carl Fdgr., Engel Daniel Fdgr., Römerschacht, Arno Lippmann Schacht	Sn	Li-Glimmer-Topas-Greisen Quarz-Topas-Greisen	Kleine Biela, Rotes Wasser, Schwarzwasser, Tiefenbach
Zinnwald	Gnade Gottes St., Hülfe Gottes Est., Tiefer Bünau St.*, Hoffnung Gottes Schacht	Sn	Li-Glimmer-Topas-Greisen	Aschergraben, Heerwasser

* Gruben mit größerer Bedeutung innerhalb des Reviers

Im Zuge einer Neubewertung des Rohstoffpotentials Sachsens wurden die Lagerstätten des Landes in einem Rohstoffdatenkatalog erfasst und hinsichtlich ihrer geologischen Position, ihres mineralischen Inhalts, ihres Erkundungsgrades, ihrer prognostischen Vorräte und tw. ihrer Wirtschaftlichkeit eingeschätzt (SMWA 2008). Aus dieser Aufstellung wurden Daten zur Art und zu Perioden des Bergbaus, Details der Mineralisationen und zu prognostischen Vorräten entnommen, um die Relevanz des Bergbaus in den einzelenen Revieren auf die Umwelt einzuschätzen (Tab. 4-7). Aufgrund ihrer prognostischen Vorräte an Lithium ist derzeit die Zinn-Lagerstätte Zinnwald wirtschaftlich interessant.

Tab. 4-7: Charakterisierung wichtiger Bergbaureviere im Einzugsgebiet der Müglitz hinsichtlich Bergbaugeschichte und Stoffinhalt (SMWA 2008)

Bergbaurevier	Art und Perioden des Bergbaus	Anmerkungen	Details der Mineralisationen	Vorräte
Schlottwitz	Unverritztes Spatvorkommen, historische Achat- und Amethystgewinnung im Tagebau	Mineralisierte Störungszone 6 m lang, 1-3 m mächtig, Tiefe unbekannt	Quarz verdrängt häufig den Baryt, Fe_2O_3 <3 %, CaF_2 <0,5 %, $SrSO_4$ 0,4-0,9 %	Prognostische Vorräte: 1700 kt Baryt
Glashütte	1490-1875 Silbererzbergbau mit mehrjährigen Unterbrechungen	Gänge 100-300 m lang, 0,2-1,0m mächtig, Tiefe bis 150 m	Galenit, Pyrit, Chalkopyrit, Argentit, Silber, Anglesit, Cerussit, Rotbaryt, Quarz, Fluorit, Calcit, Aragonit	Erzvorräte abgebaut, Spatgehalt der Gänge nicht erkundet
Johnsbach	Fluoritvorkommen unverritzt, Uranerzbergbau auf Parallelgang 1945-1952	2-2,5 km lang, 1-3 m Mächtigkeit, Tiefe unbekannt		Prognostische Vorräte: 225 kt Rohspat mit 70 kt Fluorit, Perspektivische Vorräte: 1000 kt Rohspat
Schenkenshöhe	1553-1695 Zinnerzbergbau im Exokontaktgreisen, Lager-stätte weitgehend unverritzt	Greisenzone 200x200x60 m in 300 m Tiefe	Exokontakt: Cu-reich Endokontakt: W-Mo-reich	Prognostische Vorräte: 13,5 kt Zinn (nicht wirtschaftlich)
Hegelshöhe	1554-1856 Zinn- und Kupfererzbergbau	Fläche der Greisentrümer 2000x500 m, 1-5 m mächtig, Tiefe 200-500 m	Cu-, Mo-, As-, Bi-Minerale	Prognostische Vorräte: 6,6 kt Zinn (nicht wirtschaftlich)
Sachsenhöhe	1449-1877 Zinnerzbergbau	Erzkörper 13200 m^2, Tiefe bis 250 m erkundet	Sn, Bi, Greisenglimmer ist stark Pb-haltig	Prognostische Vorräte: 9,9 kt Zinn, Perspektivische Vorräte: 18 kt Zinn (derzeit nicht wirtschaftlich)
Löwenhain-Fürstenwalde	1570-1919 Zinnerzbergbau mit Unterbrechungen	100 m lang, 0,3 m mächtig, 40-50 m tief	Kassiterit, Galenit, Sphalerit, Chalkopyrit (W, Mo fehlen)	nicht prognostiziert, nicht wirtschaftlich
Altenberg	1505-1769 1.Periode	Greisenstockwerk Ø 250	Kassiterit, Wolframit,	Prognostische Vorräte:

	(Cu, Sn) 1832-1924 2.Periode (Sn, W) 1934-1954 3.Periode (Sn)	m, 200 m Tiefe	Chalkopyrit, Covellin, Molydänit, ged. Bismut	28 kt Zinn, 4 kt W
Altenberg-Zinnkluft	1552-1802 Zinnerzbergbau	Greisenzone 100x50 m, 150 m tief, Aufschluss auf 5. Sohle	Sulfide nur untergeordnet	Prognostische Vorräte: 5,2 kt Zinn
Zinnwald	1550-1939 Zinnerzbergbau (in ČZ bis 1989)	Greisenkörper 1200x500 m bei 250 m Tiefe	Kassiterit, Stannin, Wolframit, Scheelit, Zinnwaldit	Prognostische Vorräte: 5,35 kt Zinn, 4,24 kt Lithium

Im Einzugsgebiet zeugen zahlreiche Bergbaustollen und –halden von bergmännischen Aktivitäten zur Erzgewinnung. Aus der Altbergbaustudie (GREIF & KLEMM 2007a) wurden die Stollen des Müglitz-Gebietes extrahiert. Abb. 4-6 zeigt die Stollen, für die die Lokalisierung über ihre Koordinaten möglich war.

Folgende Stollen wurden seitens des Oberbergamtes Freiberg hinsichtlich ihrer Wassermenge als besonders bedeutend für die Grubenentwässerung eingestuft: der St. Erasmus Stolln im Revier Glashütte, der Neue Biela Stolln im Revier Altenberg, der Tiefe Hilfe Gottes und der Tiefe Bünau Stolln im Revier Zinnwald.

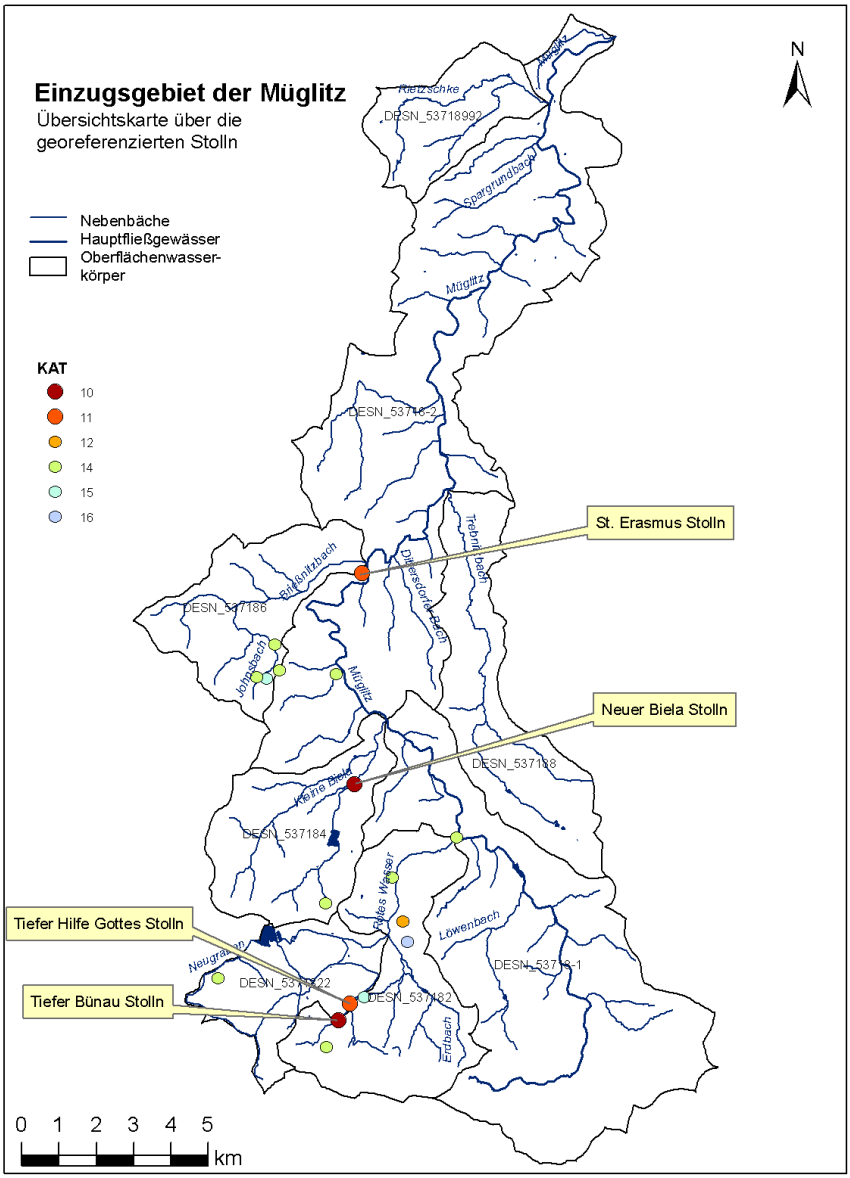


Abb. 4.6: Übersicht über georeferenzierte Stollen im Einzugsgebiet der Müglitz (ergänzt nach GREIF & KLEMM 2007a)

4.7.1 Lagerstättendistrikt von Altenberg

Der Altenberger Lagerstättendistrikt steht mit einem der Granitstöcke des Osterzgebirges in Zusammenhang, die in den Quarzporphyr von Teplice bzw. den Granitporphyr von Altenberg intrudierten und denen umfangreiche Sn-W- sowie untergeordnet hydrothermale Polymetall-Mineralisationen zugeordnet werden. Der Bergbau im Altenberger Gebiet begann vermutlich vor 1440 mit der Zinnseifnererei. Es wurde frühzeitig mit der Lösung der immer mit dem Bergbau verbundenen Wasserprobleme begonnen: Bau des Aschergrabens (1452/58) zur Aufschlagwasserzufuhr, Anlage der Galgenteiche (1545) als Wasserreservoir, Vortrieb des (Zwitterstocks) Tiefen Erbstollns (1491) (Abb. 4-7) zur Wasserlösung. Der Bergbau im Bereich der Granitkuppe von Altenberg wurde intensiv aber planlos betrieben, wodurch es zu zahlreichen Brüchen (1545, 1578, 1620, weitere bis 1844) und der Entstehung der Pinge kam. Um 1837 begann man mit dem Abteufen eines neuen Hauptförderschachtes. Neben dem Ele-

ment Sn wurde auch Bi, As und W gewonnen. Nach dem Teufen eines neuen Schachts 1952/63 und der Fertigstellung einer neuen Aufbereitung 1986 wurde die Grube 1989 geschlossen (BAUMANN ET AL. 2000). Die Hauptentwässerung erfolgt heute über den 1991-1993, 3925 m langen, oh. der 7. Sohle neu aufgefahrenen Bielastolln (Abb. 4-7) in das Bielatal. Als kleine Grubenfelder im Randbereich von Altenberg sind die Zinnerzgänge „Am Neufang“ (Rote Zeche), die Achat-Carneol-Gänge am Geisingberg, die Greisen an der „Zinnkluft“, die Weinzeche, die Aaron-Fundgrube (Raupennest) sowie der Silberstolln (Abb. 4-7) bei Geising von Bedeutung gewesen (BAUMANN ET AL. 2000).



Abb. 4-7: Wasserlösestollen des Altenberger Reviers: Zwitterstocks Tiefer Erbstolln → Müglitz in Geising (links), Neuer Bielastolln → Kleine Biela nahe Bärenstein (Mitte) (Fotos: A. Greif 12/2006), Silberstolln bei Geising (rechts) (Foto: A. Greif 09/2010)

4.7.2 Lagerstättendistrikt von Zinnwald-Cinovec

Der seit 1378 umgehende Zinnbergbau am Erzgebirgskamm führte um 1560/70 zur Gründung der beiden Orte Böhmisch- und Sächsisch-Zinnwald, jedoch erreichte der Zinnwalder Bergbau nie die Bedeutung von Altenberg. Seine Blütezeit lag zwischen 1500 und 1600, in der auch der Tiefe Bünaustolln (Abb. 4-8) zur Wasserlösung angelegt wurde. Neben Sn erlangten W und nach dem zweiten Weltkrieg besonders Li wirtschaftliche Bedeutung. Auf sächsischer Seite wurde der Bergbau 1934, auf böhmischer Seite 1989 eingestellt. Die Vererzungszonen sind auf den Granitbereich beschränkt (Quarzgreisen und Quarz-Glimmer-Greisen). An Erzmineralen treten Kassiterit, Wolframit, Scheelit, Molybdänit, ged. Wismut und Polymetall-Sulfide in Gangarten von Quarz, Zinnwaldit, Topas und Fluorit auf (BAUMANN ET AL. 2000). Es ist geplant, den Wasserabtrrag aus dem Grubenrevier auf das tiefste Anschnittniveau, auf den Tiefe Hilfe Gottes Stolln zu konzentrieren (ROHDE 2010).



Abb. 4-8: Wasserlösestollen des Zinnwalder Reviers: Tiefer Bünaustolln → Heerwasser (links), Tiefer Hilfe Gottes Stolln → Heerwasser (Mitte, vor der Sanierung) (Fotos: A. Greif 12/2006), nach der Sanierung (rechts) (Foto: A. Greif 09/2010)

4.7.3 Erzvorkommen in der „Löwenhainer Greisenzone“

Unter der „Löwenhainer Greisenzone“ werden die Vorkommen Zeidelweide bei Fürstenau (15. Jh. bis 1882: Sn, Cu, Zn, Pb, Ba, Ag), die Gebiete Hutberg (15. Jh. bis 1811: Sn, Cu, Pb, Ba) und Hirschberg (16. Jh. bis 1883: Sn, Cu, Ba, F) bei Löwenhain, Rabenhübel und Schafkuppe nördlich Löwenhain und Sachsenhöhe (16. Jh. bis 1871: Sn, Cu, Ba, F) nordwestlich von Lauenstein zusammengefasst. Der Bergbau erlangte keine große Bedeutung. Die Nebengesteine sind vorwiegend Gneise, bei den Greisen handelt es sich vorwiegend um Glimmergreisen, dazu treten Gangtrümer (Sn-W-Assoziation) und jüngere Hydrothermalgänge (eba, fba) auf (BAUMANN ET AL. 2000).

4.7.4 Erzvorkommen der Hegelshöhe und Schenkenshöhe

Diese beiden Gebiete bilden die regionale Fortsetzung der „Löwenhainer Greisenzone“ nach NNW. Sie befinden sich im Granitporphyr der Teplitzer Granitspalte. Die kluftgebundenen Vergreisungen und Vererzungen der Hegelshöhe sind seit dem Mittelalter bekannt und wurden auf Sn, Cu und Ag abgebaut. Innerhalb der Topas-Glimmer- und Glimmer-Greisen ist eine absetzige Sn-As-Cu-Vererzung (mit Kassiterit, Arsenopyrit, Löllingit, Chalkosin und Chalkopyrit) vorhanden.

Mittelalterlicher Bergbau ging auch auf der Schenkenshöhe um, jedoch besaßen diese Gruben aufgrund der geringen Sn-Gehalte in den Glimmer-, Chlorit- und Topas-Glimmer-Greisen des Exokontakts (Sn-Cu-As-Bi) nur geringe Bedeutung. Die im Endokontakt im Albitgranit vorliegenden Quarz-Glimmer- und Topas-Greisen weisen neben Sn andere Spurenelemente (Sn-W-Mo-Li-Rb) auf (BAUMANN ET AL. 2000).

4.7.5 Gangrevier von Glashütte

Im Gebiet von Glashütte nahm der Bergbau nach den ersten Silberfunden (1458) um 1490 einen rasanten Aufschwung. Um 1525 förderten ca. 80 Gruben ca. 2 t Ag/Jahr. Nach 1600 ging der Bergbau zurück und wurde 1875 endgültig eingestellt. Zuletzt lieferte die St. Erasmus Fundgrube Silbererze (kb-Formation mit Pyrit, Galenit, Argentit). Nördlich von Glashütte sind um 1550 die Erzgruben Hohe Birke, Valerius, St. Israel erwähnt (fba-Formation mit Baryt, wenig Fluorit, Pyrit, Chalkopyrit, Galenit, Rotgültigerzen, Argentit, ged. Ag) und südlich von Glashütte fand bei Bärenhecke und Johnsbach seit dem Mittelalter Ag-Bergbau statt, z.B. in der St. Christoph

Fundgrube (kb-eb-Formation mit Quarz, Fluorit, Uranpechblende, Pyrit, Sphalerit, Chalkopyrit, Galenit und „Silberkiesen“) (BAUMANN ET AL. 2000).
Bärenhecke zählte zum ehemaligen Glashütter Bergbaurevier, es wird bei HÖSEL ET AL. (1997) unter dem Bergbaurevier Johnsbach geführt. Am Standort Bärenhecke wurde bereits seit dem 15. Jh. Silber, Kupfer und Blei gefördert. In der Ganglagerstätte überwiegen die älteren, kupferführenden Quarz-Sulfidgänge, außerdem treten Baryt- und Karbonat-Fluorit-Gänge, an die die Uranmineralisation gebunden ist, sowie Quarz-Eisenerz-Gänge auf. Bei der Neuerkundung (Schacht 209) durch die SAG Wismut im Jahr 1948 wurden umfangreiche Uranvorräte (Metallvorräte von ca. 44 t) nachgewiesen, die bis 1954 vollständig abgebaut wurden (WISMUT 2002).
Das Erzvorkommen Johnsbach liegt 1,5 km westlich der Lagerstätte Bärenhecke, unmittelbar am Kontakt des Teplitzer Granitporphyrganges mit dem Biotitgneis in gleicher regionalgeologischer Position wie die Lagerstätte Bärenhecke. 1949 wurden innerhalb einer mächtigen Bruchzone Uranvererzungen in zwei Gängen entdeckt, die durch Schürfgräben und -schächte und
Kernbohrungen erkundet wurden (WISMUT 2002).

4.7.6 Schlottwitz

Metallogenetisch unbedeutend jedoch aufgrund seiner Ausdehnung erwähnenswert ist der 6 km lange „Schlottwitzer Achatgang“, der neben verschiedenen Quarzvarietäten besonders Amethyst und Achat, z.T. mit Roteisenstein, in partiell brecciöser Ausbildung führt (BAUMANN ET AL. 2000).

4.8 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände zur geochemischen Charakterisierung

4.8.1 Spurenelemente in petrogeochemischen Einheiten

Die Gesteine als Bausteine der Erdkruste unterliegen an der Erdoberfläche den Prozessen der Verwitterung und bilden die Ausgangssubstanzen für die Bodenbildung und die Gewässersedimente. Im Einzugsgebiet der Müglitz sind Gneise und saure Magmatite/Vulkanite weit verbreitet (vgl. Kap. 4.3).

Als Grundlage für die Ermittlung der theoretischen Elementgehalte wurden die prozentualen Anteile und Flächengrößen der unterschiedlichen petrographischen Einheiten der jeweiligen OWK im GIS durch Verschneidungsoperationen bestimmt. Grundlage der Berechnungen bildeten die Geologische Übersichtskarte GÜK 400 des Freistaates Sachsen und die mittleren Elementgehalte in den petrogeochemischen Einheiten (KARDEL ET AL. 1996) bzw. ihre Aktualisierung (PÄLCHEN 2009) (Tab. 5-1).

Tab. 5-1: Mittlere Elementgehalte (P50) in den petrogeochemischen Einheiten, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, Angaben in mg/kg

OWK	As*	B	Ba	Be	Cd*	Co	Cr	Cu	Hg*	Ni	Pb	Sn	Tl*	U	V	W	Zn
DESN_53718-1	10	10	680	2,5	0,19	7,7	46	23	0,02	19	22	4,4	0,49	2,3	51	1,7	77
DESN_53718-2	13	21	580	2,2	0,18	11	51	24	0,03	23	21	3,8	0,52	2,1	68	1,7	80
DESN_537182	12	10	570	3,0	0,12	3,8	13	8,1	0,03	6,6	22	4,9	0,66	5,3	13	2,7	53
DESN_5371822	19	18	430	3,1	0,10	2,3	8,0	6,4	0,03	4,0	22	10	1,1	5,7	8,5	3,2	56
DESN_537184	15	15	460	3,6	0,11	2,7	8,5	6,2	0,03	4,6	22	11	1,27	6,2	8,1	3,9	54
DESN_537186	11	10	600	2,8	0,14	5,4	22	12	0,03	9,4	22	4,3	0,64	4,3	24	2,2	63
DESN_537188	13	10	680	2,3	0,20	8,6	48	23	0,02	19	22	3,8	0,52	1,8	55	1,3	85
DESN_53718992	13	29	300	1,4	0,21	7,0	39	22	0,05	15	21	3,7	0,38	1,3	49	2,9	44
Gesamtgebiet	13	16	580	2,5	0,17	7,7	38	19	0,03	16	22	5,1	0,61	3,1	46	2,1	71
Clarke**	2,0	17	670	3,1	0,1	12	35	14	0,06	19	17	2,5	0,75	2,5	53	1,4	52

* Ausgangswerte tw. statistisch nicht gesichert
** Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL 1995)

Verglichen mit dem Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL 1995) ist im Einzugsgebiet der Müglitz eine deutliche Anreicherung an As und Sn zu erkennen. Die mittleren Spurenelementgehalte von sauren Gesteinen aus Typuslokalitäten im Einzugsgebiet der Müglitz können jedoch elementspezifisch von denen für Gesamtsachsen ermittelten Gehalte in die eine oder andere Richtung abweichen (Tab. 5.2).

Tab. 5.2: Vergleich der mittleren Gehalte in saueren Gesteinen Sachsens (KARDEL ET AL. 1996) mit Typuslokalitäten im Einzugsgebiet der Müglitz (KARDEL 2009)

Element	Granite fluorreich Sachsen	Granit Schellerhau	Saure Vulkanite Sachsen	Granitporphyr Altenberg	Rhyolithoide in Gängen Sachsen	Rhyolith Teplice
As	18	14	21	k.A.	k.A.	16
B	30	20	16	7,5	8,0	7,0
Ba	50	140	460	590	590	105
Be	7,5	11	2,5	3,5	3,5	3,3
Co	0,74	< 3	2,0	3,0	3,0	1,5
Cr	2,5	3,0	7,0	5,0	5,0	5,0
Cu	2,0	6,0	6,2	5,0	5,0	70
F	7800	3400	450	400	400	930
Hg	0,04	0,09	0,03	k.A.	0,03	k.A.
Li	k.A.	230	k.A.	35	k.A.	22
Mn	190	160	180	350	k.A.	115
Mo	0,2	< 3	0,3	2,0	k.A.	2,5
Ni	2,0	2,0	3,0	8,0	5,0	1,5
Pb	20	40	23	22	21	19
Sn	47	10	6,0	5,0	5,0	11
U	11	10	5,1	5,0	6,5	8,0
V	1,5	k.A.	6,5	16	3,0	7,0
W	12	27	2,0	2,0	3,5	9,0
Zn	65	38	55	60	40	36

4.8.2 Spurenelemente in Böden

Tab. 5-3 gibt einen Überblick über die Schwankungsbreite der mittleren Elementgehalte (P50) in den Unterböden, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper. Grundlage der Berechnungen bildete die Bodenübersichtskarte BÜK 400 des Freistaates Sachsen sowie die mittleren Elementgehalte in den Unterböden (RANK ET AL. 1999).

Gegenüber den theoretisch ermittelten Spurenelementgehalten für die Unterböden Sachsens sind die realen Gehalte häufig erhöht. Abb. 5-1 gibt einen Überblick über die im Einzugsgebiet der Müglitz beprobten Ober-/Unterböden, in Tab. 5-4 und 5-5 sind die mittleren Gehalte zusammengefasst. Auf eine Unterteilung hinsichtlich der Bodennutzung wurde für Übersichtszwecke verzichtet.

Tab. 5-3: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden, Totalgehalte, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper Angaben in mg/kg, basierend auf RANK et al. (1999)

OWK	As	B	Be	Bi	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Tl	U	V	W	Zn
DESN_53718-1	27	46	2,5	0,38	0,52	51	20	0,07	580	0,59	21	64	0,88	2,4	75	2,9	110
DESN_53718-2	21	54	2,5	0,31	0,48	57	20	0,07	640	0,56	25	56	0,77	2,4	84	2,4	100
DESN_537182	25	45	2,6	0,43	0,51	46	18	0,07	530	0,57	18	62	1,0	2,6	66	3,4	100
DESN_5371822	21	44	2,7	0,55	0,50	35	13	0,07	440	0,54	12	56	1,3	2,9	49	4,4	81
DESN_537184	24	44	2,6	0,48	0,51	41	16	0,07	490	0,56	15	60	1,1	2,7	58	3,8	92
DESN_537186	26	46	2,5	0,40	0,52	49	19	0,07	560	0,58	20	63	0,93	2,5	72	3,1	110
DESN_537188	27	46	2,5	0,38	0,52	51	20	0,07	580	0,59	21	64	0,88	2,4	75	2,9	110
DESN_53718992	10	59	2,1	0,18	0,40	52	15	0,06	570	0,47	21	40	0,60	2,3	76	1,5	66
Gesamtgebiet	23	49	2,5	0,37	0,50	51	19	0,07	580	0,57	21	59	0,89	2,5	74	2,9	100

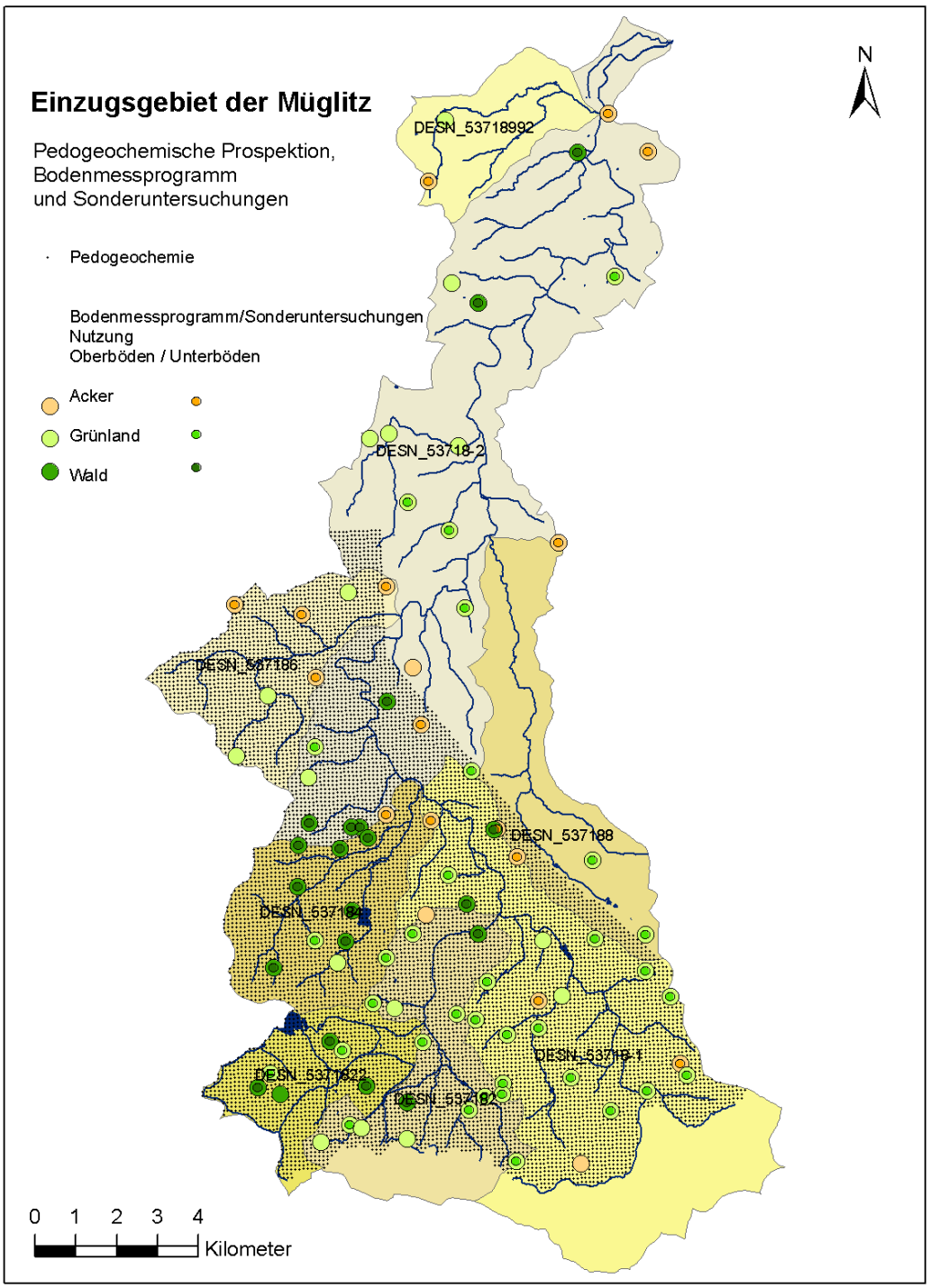


Abb. 5-1: Übersicht über die Bodenuntersuchungen im Einzugsgebiet der Müglitz (Pedogeochemie und Bodenmessnetz)

Tab. 5-4: Mittlere Elementgehalte (P50) in Oberböden (ohne Nutzungsbezug), bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, KW-Gehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf aktuellen Daten (z.B. Bodenmessnetze) (LfULG 2010b)

OWK	n_{max}	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Tl	U	Zn
DESN_53718-1	18	36	0,55	8,4	45	24	0,10	19	78	<1	0,66	1,8	140
DESN_53718-2	15	30	0,38	8,7	26	19	0,09	15	72	<1	0,63	2,8	99
DESN_537182	16	55	0,50	3,7	11	19	0,15	4,3	96	1,2	0,90	2,4	100
DESN_5371822	6	55	0,23	1,0	10	9,3	0,09	2,4	140	1,5	0,53	2,6	18
DESN_537184	9	48	0,12	5,1	13	13	0,07	5,4	90	1,4	0,69	2,1	77
DESN_537186	6	41	0,60	6,1	27	20	0,10	13	87	<1	0,55	2,7	110
DESN_537188	2	27	0,50	8,6	46	25	0,12	22	89	<1	0,55	2,8	125
DESN_53718992	1	8,5	0,16	k.A.	14	7,3	k.A.	8,5	18	<1	0,68	k.A.	56
Gesamtgebiet	73	41	0,44	6,0	23	19	0,11	10	88	1,0	0,64	2,1	100

Tab. 5-5: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden (ohne Nutzungsbezug), bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, KW-Gehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf aktuellen Daten (z.B. Bodenmessnetze) (LfULG 2010b)

OWK	n_{max}	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Tl	U	Zn
DESN_53718-1	15	28	0,19	8,2	44	21	0,07	20	49	<1	0,57	1,4	130
DESN_53718-2	19	19	0,20	8,4	27	26	0,10	18	39	<1	0,55	2,1	110
DESN_537182	10	34	0,16	4,1	12	16	0,14	5,3	53	<1	0,55	1,9	76
DESN_5371822	5	78	0,21	1,0	16	14	0,05	5,9	91	1,1	0,95	3,3	60
DESN_537184	9	21	0,05	3,3	14	12	0,10	6,6	58	<1	0,76	1,3	88
DESN_537186	3	33	0,29	7,1	28	16	0,09	12	47	<1	0,56	2,1	100
DESN_537188	2	19	0,41	8,3	55	25	0,09	26	75	<1	0,51	2,4	130
DESN_53718992	1	4,9	0,05		10	4,4		6,5	11	<1	0,84		53
Gesamtgebiet	64	25	0,18	5,2	22	19	0,09	11	51	<1	0,57	1,8	99

Wichtige Ergebnisse zur geochemischen Naturraumausstattung im Erzgebirge/Vogtland waren bereits im Rahmen der pedo-geochemischen Prospektion auf Erze und Spate erzielt worden. In den 1970er und 1980er Jahren wurden über 100.000 Bodenproben (Unterboden, Fraktion <1 cm, Totalgehalte) auf Erz- und Pfadfinderelemente untersucht, wobei Probenahmedichten von 100 bis 400 Proben/km^2 erreicht wurden (PÄLCHEN 2009). Die Verbreitung der Untersuchungen im Einzugsgebiet der Müglitz zeigt Abb. 5-1. Tab. 5-6 wertet die Ergebnisse der pedogeochemischen Untersuchungen im Prospektionsgebiet Altenberg-Dippoldiswalde OWK-bezogen aus.

Tab. 5-6: Mittlere Elementgehalte (P50) in Unterböden, bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, Totalgehalte, Angaben in mg/kg, basierend auf pedogeochemischer Prospektion Osterzgebirge (LFULG 2010c)

OWK	F [%]	n_{max}	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Co	Cu
DESN_53718-1	100	3534	0,1	17	24	740	3,3	0,3	6,9	27
DESN_53718-2	20	1454	0,1	18	21	710	3,2	0,3	6,5	25
DESN_537182	100	1649	0,1	31	26	660	4,4	0,3	4,3	15
DESN_5371822	100	1150	0,1	40	32	250	4,8	0,3	2,0	10
DESN_537184	100	1706	0,1	30	28	450	4,0	0,3	3,1	14
DESN_537186	95	1437	0,1	26	22	640	2,5	0,3	4,6	12
DESN_537188	15	292	0,1	11	21	710	3,2	-	6,5	25
DESN_53718992	0		-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtgebiet		11200	0,1	24	24	670	3,5	0,3	5,4	21

F [%] Geschätzter prozentualer Flächenanteil im sächsischen Einzugsgebiet, für den Analysen vorliegen

OWK	Li	Mn	Mo	Pb	Sn	Ti	U	V	W	Zn
DESN_53718-1	46	670	0,3	64	19	3800	3	62	7	92
DESN_53718-2	48	680	0,3	69	15	3600	3	53	7	88
DESN_537182	34	550	0,3	63	28	3800	4	34	5	71
DESN_5371822	38	180	0,3	70	22	2700	4	26	5	45
DESN_537184	33	390	0,3	74	16	3100	3	29	5	68
DESN_537186	43	540	0,3	66	8	3400	4	37	7	65
DESN_537188	62	660	0,3	56	7	3400	3	55	7	78
DESN_53718992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtgebiet	43	580	0,3	66	15	3600	3	47	7	77

F [%] Geschätzter prozentualer Flächenanteil im sächsischen Einzugsgebiet, für den Analysen vorliegen

4.8.3 Spurenelemente in Bachsedimenten aus der geochemischen Prospektion

Wertvolle Hinweise auf das geochemische Inventar von Einzugsgebieten geben die flächendeckenden Untersuchungen von Bachsedimenten, die mit dem Ziel der Lagerstättensuche in den 1970/80er Jahren durchgeführt wurden (z.B. PÄLCHEN ET AL. 1982). Die Untersuchungen erreichten im Erzgebirge eine Dichte von bis zu 1,4 Proben/km^2, die bei nachfolgenden Untersuchungen an Fließgewässersystemen Sachsens nicht wieder erreicht wurde. Die untersuchte Korngröße liegt bei <200 µm, die Angaben sind Gesamtgehalte.

Tab. 5-7: Mittlere Vor-Ort-Parameter (P50) in Bachwässern (pH, Eleit in µS/cm) und Elementgehalte (P50) in Bachsedimenten <200 µm (Gesamtgehalte), bezogen auf die Oberflächenwasserkörper, Angaben in mg/kg

OWK	n_{max}	pH	Eleit	As	B	Ba	Be	Cd*	Co	Cr	Cu
DESN_53718-1	52	6,2	300	37	28	680	5,0	(1,3)	6,5	42	34
DESN_53718-2	91	6,7	510	30	38	600	3,5	(0,62)	7,0	43	26
DESN_537182	31	6,1	230	58	28	590	8,0	(0,68)	4,0	15	21
DESN_5371822	20	4,0	180	68	34	360	6,0	k.A.	1,5	15	25
DESN_537184	27	5,1	210	56	28	520	7,0	(0,50)	3,5	9,0	17
DESN_537186	39	5,9	320	35	29	620	4,5	(0,44)	4,5	21	14
DESN_537188	22	6,6	440	32	29	680	3,0	(1,9)	6,0	40	20
DESN_53718992	13	7,0	700	9,0	61	420	2,5	k.A.	9,0	52	26
Gesamtgebiet	295	6,3	360	38	32	610	4,5	(0,65)	5,0	35	23

* für Cd nur sehr geringe Stichprobenzahlen

Tab. 5-7: Fortsetzung

OWK	Hg*	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	W	Zn
DESN_53718-1	(0,051)	62	520	1,0	26	76	76	3200	14	220
DESN_53718-2	(0,098)	55	650	1,0	30	70	14	4500	5.0	180
DESN_537182	(0,099)	84	610	2,0	9,0	110	180	4800	68	190
DESN_5371822	k.A.	140	230	1,5	7,0	90	190	2500	58	80
DESN_537184	(0,14)	7,0	410	1,5	8,0	84	89	2800	27	120
DESN_537186	(0,068)	42	460	1,0	10	72	9.0	4200	14	160
DESN_537188	(0,082)	61	570	1,0	26	74	7,5	3400	5,5	170
DESN_53718992	(0,075)	27	800	<1	31	44	3,8	4700	2.0	110
Gesamtgebiet	(0,085)	60	540	1,0	22	75	26	4000	13	170

* für Hg nur sehr geringe Stichprobenzahlen

4.8.4 LfULG-Messnetz „Oberflächenwasser“

Die veröffentlichten Daten aus dem LfULG-Messnetz Oberflächenwasser weisen seit 1999 die in Abb. 5-2 abgebildeten Messstellen aus. Dazu zählen Oberflächen- und Stollenwässer. Auf die Stollenwässer wird in Kap. 6.4.7 eingegangen. Nicht alle Messstellen werden bei jedem Beprobungszyklus angefahren. Die Anzahl der Analysen von Wasserproben übersteigt die von Sedimenten um ein Vielfaches.

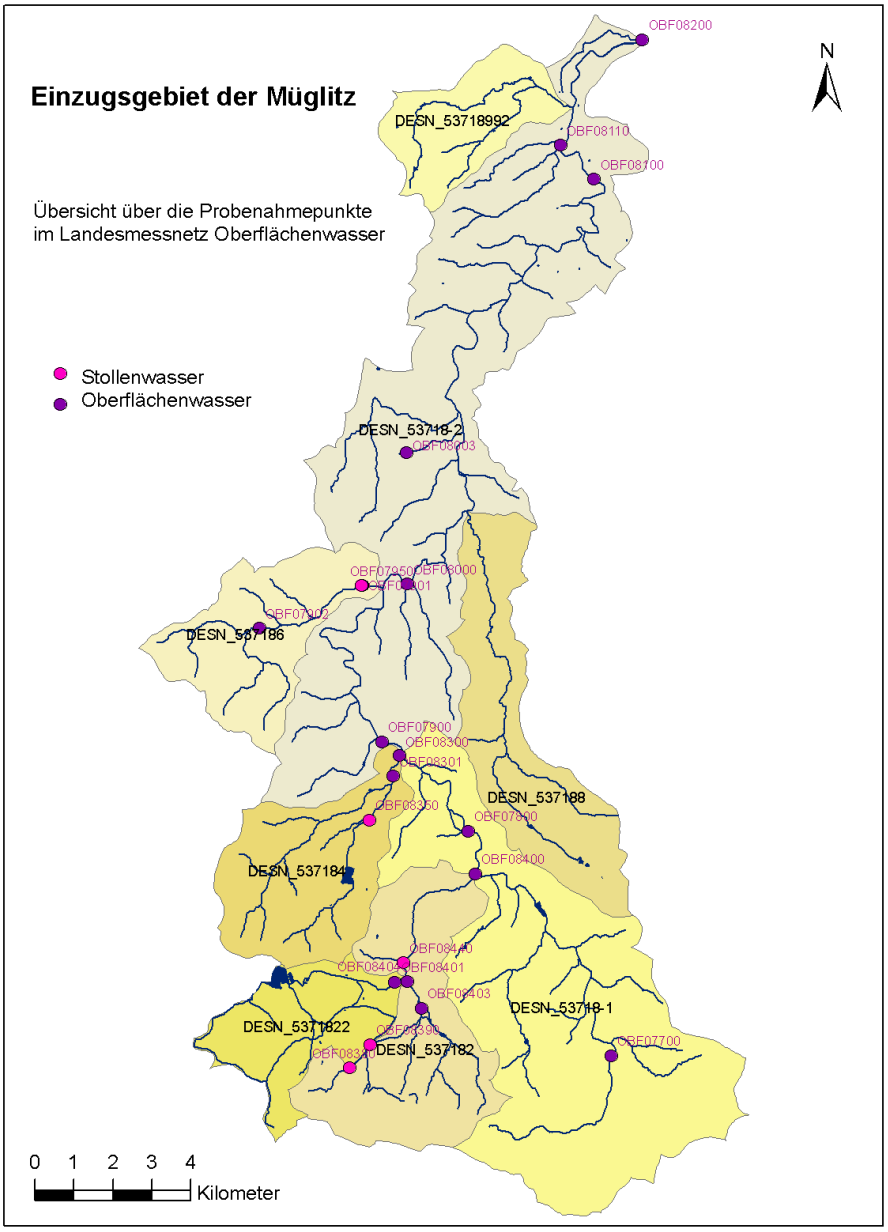


Abb. 5-2: Messstellen im Landesmessnetz Oberflächenwasser

Tab. 5-8 wertet alle verfügbaren Sedimentanalysen aus dem Landesmessnetz 1999-2008 aus. Es zeigen sich hohe As- und Cu-Gehalte bereits mit Eintritt der Müglitz auf sächsisches Territorium, die im Flussverlauf weiter zunehmen. Anhand der extremen Konzentrationen (As 4000 mg/kg, Cu 2200 mg/kg) in den Sedimenten der Biela

können aus diesem Flussgebiet zusätzliche anthropogene Einträge vermutet werden. Die Anreicherungsfaktoren zwischen Output (Mündung) und Input (Landesgrenze) liegen mit Ausnahme des Cu (0,5) zwischen 1,2 (Cr) und 2,8 (As), wobei darauf hingewiesen werden muss, dass es sich um Einzelwerte handelt.

Tab. 5-8: Übersicht über die mittleren Spurenelementgehalte (Mittelwerte) in den untersuchten Sedimentproben (<20 µm) im Landesmessnetz Oberflächenwasser (1999-2008), Angaben in mg/kg, AF - Anreicherungsfaktor zwischen Output und Input des Untersuchungsgebietes

MKZ	Ort	n	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Tl	Zn
OBF07700	Weiße Müglitz	1	120	11	71	680	38000	0,28	1800	55	210	2,5	620
OBF07800	Müglitz, Huthaus	4	340	9,8	48	260	38000	0,34	1800	37	260	2,7	820
OBF07900	Müglitz, uh. Mdg. Biela	1	520	15	67	520	55000	0,26	8000	67	340		1200
OBF08000	Müglitz, uh. Glashütte	2	460	8,8	68	380	48000	0,35	3100	58	250	2,3	800
OBF08100	Müglitz oh. Dohna	2	340	5,2	56	250	38000	0,39	1600	47	170	1,9	480
OBF08110	Müglitz,.Dippoldisw. Str.	1	640	3,9	92	330	64000	1,8	3500	71	230	2,4	540
OBF08200	Müglitz, Mündung	1	330	19	85	340	54000	0,67	4700	79	290		1200
OBF08300	Biela, Mündung	10	4000	13	26	2200	45000	0,15	9600	30	240	2,3	1400
OBF08400	Rotes Wasser, Mündung	4	590	5,8	49	220	36800	0,42	2400	38	260	4,2	730
AF	OBF08200/OBF07700		2,8	1,7	1,2	0,5	1,4	2,4	2,6	1,4	1,4	-	1,9

Die umfangreichen Wasseranalysen aus dem Landesmessnetz wurden für das Jahr 2008 ausgewertet (LfULG 2010a) (Tab. 5-9).

Tab. 5-9 zeigt generelle Überschreitungen bei Cd-gelöst (TochterRL). Einige Elementkonzentrationen differieren im EZG stark, wobei einzelne Maxima herausragen, z.B. As, Be, Cu, Li, Mn, Mo. Die Anreicherungsfaktoren zwischen Output (Mündung) und Input (Landesgrenze) liegen für As (und Mo) über 10, für Pb, Li bei 3 bis 4 und für die anderen Elementen i.d.R. zwischen 1 und 2.

Tab. 5-9: Übersicht über die mittleren Spurenelementgehalte (Mittelwerte) in den untersuchten Wasserproben (gel. = gelöst, ges. = gesamt) im Landesmessnetz Oberflächenwasser (1999-2008), Angaben in µg/l, AF - Anreicherungsfaktor zwischen Output und Input des Untersuchungsgebietes

		OBF07700 Weiße Müglitz, Landes-grenze	OBF07800 Müglitz, Hut-haus	OBF07901 Brieß nitz-bach.	OBF08001 Treb-nitz, nord-	OBF08110 Müg-litz, Stra-	OBF08200 Müg-litz, Mün-	OBF08300 Biela, Mün-dung	OBF08400 Rotes Was-ser.	OBF08401 Schw arz-was-	AF OBF08200 zu OBF0
n		12	6	6	6	6	4	6	6	4	
A	g	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
A	g	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
A	g	80	63	79	<10	68	72	290	100	220	0,9
A	g	180	150	330	92	210	480	440	190	340	2,7
A	g	0,89	6,5	1,4	1,1	9,7	8,4	30	8,9	10	9,4
A	g	1,2	6,9	1,6	1,2	9,8	13	47	9,7	12	11
B	g	18	24	17	19	29	26	14	19	29	1,4
B	g	19	24	17	19	29	27	15	20	30	1,4
B	g	57	76	78	69	78	72	92	97	94	1,3
B	g	60	80	79	70	78	82	95	98	100	1,4
B	g	0,21	0,18	<0,2	< 0,2	<0,2	0,2	1,6	0,43	0,65	1,0
B	g	0,27	0,27	0,48	< 0,2	0,2	0,28	1,7	0,57	0,75	1,0
B	g	< 0,2	< 0,2	<0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
B	g	< 0,2	< 0,2	<0,2	< 0,2	< 0,2	1,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	> 1
C	g	0,25	0,27	0,27	0,13	0,16	0,22	0,57	0,25	0,35	0,9
C	g	0,31	0,3	0,38	0,2	0,28	0,25	0,62	0,25	0,4	0,8
C	g	0,16	0,12	0,1	< 0,1	0,14	0,14	0,85	< 0,1	0,38	0,9
C	g	0,21	0,18	0,32	0,2	0,2	0,38	0,93	0,1	0,42	1,8
C	g	< 1	< 1	<1	< 1	< 1	<1	< 1	< 1	< 1	-
C	g	< 1	< 1	<1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	> 1
C	g	5,1	4,5	<2	< 2	4,9	6,4	14	3,6	4	1,3
C	g	7,5	6,3	3,2	2,4	6,8	8,8	23	5,3	6,1	1,2
F	g	0,03	<0,03	<	<0,03	< 0,03	<0,03	0,03	<	0,13	-
F	g	0,16	0,11	0,18	0,03	0,15	0,5	0,16	0,08	0,3	3,1

Tab. 5-9: Fortsetzung

		OBF07700 Weiße Müglitz, Landesgrenze	OBF07800 Müglitz, Huthaus	OBF07901 Brießnitzbach, Glas-	OBF08001 Trebnitz, nordöst-	OBF08110 Müglitz, Straßenbr.	OBF08200 Müglitz, Mündung	OBF08300 Biela, Mündung	OBF08400 Rotes Wasser, Mün-	OBF08401 Schwarzwasser,	AF OBF08200 zu OBF07700
n		12	6	6	6	6	4	6	6	4	
Hg	gel.	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Hg	ges.	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Li	gel.	1,9	4,9	2,3	1,5	7,1	5,5	42	8,4	21	2,9
Li	ges.	2,2	5,1	2,3	1,5	7,1	7,3	43	8,9	22	3,3
M	gel.	18	16	15	1,3	44	18	540	13	58	1,0
M	ges.	25	25	32	5,4	44	44	560	18	68	1,8
M	gel.	< 0,2	9,5	0,55	0,27	12	9,6	20	18	50	>> 1
M	ges.	< 0,2	10	0,48	0,27	12	10	21	19	53	>> 1
N	gel.	1,8	1,2	1,2	1,5	1,6	1,9	1,1	0,55	0,86	1,1
N	ges.	2,1	1,7	2,3	2,2	2	2,3	3,2	1	1,6	1,1
P	gel.	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,32	< 0,2	< 0,2	0,65	> 1
P	ges.	0,52	0,57	1,1	< 0,2	0,68	2,1	1,8	0,57	1,1	4,0
S	gel.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
S	ges.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
S	gel.	56	73	87	98	110	110	68	68	90	2,0
S	ges.	59	75	88	101	110	110	70	71	93	1,9
T	gel.	< 1	1	1	1,1	0,97	1	1,2	1,4	1,4	> 1
T	ges.	< 1	1	1	1,2	1	1,1	1,4	1,4	1,4	> 1
T	gel.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-
T	ges.	2,7	2,8	6	2,6	4,3	15	2	2,1	2,8	5,6
T	gel.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-

Tl	ges.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
U	gel.	< 0,2	0,45	0,8	< 0,2	0,68	0,72	2,4	0,95	2,2	> 1
U	ges.	< 0,2	0,63	0,85	< 0,2	0,78	1,1	3	1,2	2,6	> 1
V	gel.	< 0,3	< 0,3	<0,3	< 0,3	0,3	0,5	< 0,3	< 0,3	< 0,3	> 1
V	ges.	< 0,3	< 0,3	0,3	0,3	0,39	0,98	< 0,3	< 0,3	< 0,3	> 1
Zn	gel.	10	13	12	3	11	13	46	14	26	1,3
Zn	ges.	13	17	18	5	15	18	68	18	31	1,4

4.9 Detailuntersuchungen

4.9.1 Probenahme

Die Vorgehensweise bei der Probenahme folgte der in den Vorgängerprojekten (GREIF & KLEMM 2009a, GREIF & KLEMM 2009b, GREIF & KLEMM 2005) bewährten Methode und baut auf dem Prinzip der geochemischen Prospektion auf. Es wird eine Probendichte von 1 Probe / 10 km^2 angestrebt, die allerdings weit unter der in der Lagerstättenprospektion erreichten Probendichte von z.B. 1,4 Proben/km^2 im Erzgebirge liegt (PÄLCHEN ET AL. 1982).

Das untersuchte Gebiet der Müglitz auf sächsischem Territorium umfasst eine Fläche von ca. 190 km^2. Die Probenahme fand vom 21.09. bis zum 24.09.2010 statt. Eine zusätzliche Befahrung mit Nachbeprobung wurde am 09.11.2010 durchgeführt. Es wurden insgesamt 34 unfiltrierte Wasserproben (Gesamtprobe), 34 filtrierte Wasserproben und 30 Sedimentproben der Fraktion <20 µm entnommen. Zur Einschätzung der Bindungskapazität der Sedimente unterschiedlicher Korngrößen dienten 6 Sedimentprobenpaare der Fraktion <20 und <63 µm. Zusätzlich wurden 5 Stollenwässer im Gebiet (Gesamtprobe) untersucht (Abb. 6-1).

Die Probenentnahme aller Wasserproben erfolgte mit einem Plaste-Probenschöpfer am Teleskopstiel aus der Gewässermitte. Filtrierte Proben wurden durch Vakuum-Filtration einer definierten Probemenge (nach Möglichkeit 500 ml) durch Celluloseacetat-Filter (Fa. Sartorius) bekannten Gewichts (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Beide Proben (filtriert/unfiltriert) für die Spurenelementanalyse wurden direkt nach dem Abfüllen in PE-Flaschen mit 1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml angesäuert. Das frisch abgelagerte schwebstoffbürtige Sediment wurde in Stillwasserzonen mit einer Plaste-Schöpfkelle von der Oberfläche des Gewässergrundes entnommen und vor Ort mit Originalwasser durch ein 2-mm-Sieb gesiebt. Die erhaltene Suspension wurde in 2-l-PE-Flaschen überführt und im gefrorenen Zustand bis zur Nasssiebung aufbewahrt. Für den Korngrößenvergleich wurden an den ausgewählten Stellen jeweils zwei Probenflaschen mit Sedimentsuspension entnommen, um das Handling im Labor zu vereinfachen und Fraktionierungen während der Siebung auszuschalten.

Im Gelände erfolgte die Bestimmung der Parameter pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur direkt an der jeweiligen Probenahmestelle.
Die Lage der einzelnen Probenahmestelle wird durch die aus der TK25 abgelesenen Koordinaten (Rechts- und Hochwert) definiert (Tab. 6-1), die für die weitere Verarbeitung im GIS vom 5. auf den 4. Meridianstreifen umgerechnet wurden. Die Tabelle zeigt weiterhin die Zuordnung zu den Oberflächenwasserkörpern.

Tab. 6-1: Übersicht über die Probenahmepunkte im Einzugsgebiet der Müglitz

PNUM	Fluss	Ort	RW5	HW5	OWK
MÜ1	Ritzschke	Mdg. (oh. Ortslage)	5418970	5648590	DESN-
MÜ2	Spargrundbach	Mdg.	5419400	5646960	DESN-53718-2
MÜ3	Müglitz	oh. Spargrundbach	5419300	5646800	DESN-53718-2
MÜ4	Schlottwitzgrundbach	Mdg.	5416400	5640110	DESN-53718-2
MÜ5	Zechenaubach	Mdg.	5416480	5639120	DESN-53718-2
MÜ6	Trebnitzbach	Mdg.	5416700	5637560	DESN-537188
MÜ7	Trebnitzbach	uh. Liebenauer Bach	5417420	5632500	DESN-537188
MÜ8	Müglitz	oh. Glashütte	5413560	5634800	DESN-53718-2

Tab. 6-1 (Fortsetzung)

PNUM	Fluss	Ort	RW5	HW5	OWK
MÜ9	Dittersdorfer Bach	Mdg. (Glashütte)	5415180	5635960	DESN-53718-
MÜ10	Brießnitzbach	oh. Sportplatz Glashütte	5412850	5635350	DESN-537186
MÜ11	Brießnitzbach	oh. Johnsbach	5410650	5634840	DESN-537186
MÜ12	Johnsbach	oh. Brießnitzbach	5410860	5634800	DESN-537186
MÜ13	Biela	Mdg.	5414500	5631300	DESN-537184
MÜ14	Kleine Biela	oh. Spülhalde	5412030	5627200	DESN-537184
MÜ15	Große Biela	oh. Mdg. Kleine Biela	5412000	5629340	DESN-537184
MÜ16	Müglitz	Lauenstein (oh. Rotes Wasser)	5417740	5628070	DESN-53718-
MÜ17	Löwenhainer Bach	Mdg.	5418120	5626550	DESN-53718-
MÜ18	Weiße Müglitz	Müglitz-Gottgetreu	5419780	5623950	DESN-53718-
MÜ19	Rotes Wasser	Lauenstein (Mdg.)	5415650	5628110	DESN-537182
MÜ20	Tiefenbach	Geising (Parkplatz Schellhas)	5414250	5625700	DESN-
MÜ21	Quergraben	Altenberg (oh. Galgenteich)	5412020	5625080	DESN-
MÜ22	Kleine Biela	oh. Bielastolln	5413420	5629750	DESN-537184
MÜ23	Erdbach/Hüttenbach	Gesising (oh. Hüttenteich)	5415600	5624290	DESN-537182
MÜ24	Pfarrwasser	Geising (Mdg.)	5414790	5624490	DESN-537182
MÜ25	Heerwasser	Geising (oh. Pfarrwasser)	5414430	5624450	DESN-537182
MÜ26	Heerwasser	Zinnwald (nahe Grenzübergang)	5412470	5623060	DESN-537182
MÜ27	Schilfbach	Mdg.	5414060	5632040	DESN-53718-
MÜ28	Bärenhecker Bach	Mdg.	5413550	5632990	DESN-53718-
MÜ29	Müglitz	oh. Biela, Bärenstein, Abzweig	5415750	5630800	DESN-53718-
MÜ30	kleine Biela (Zufluß)	oh. Spülhalde	5412060	5627150	DESN-537184

MÜ31	Tiefenbachwasserfall	oh. Geising	5413800	5625690	DESN-
MÜ32	Schwarzwasser	uh. B170 Grenze	5412450	5624750	DESN-
MÜ81	Müglitz	oh. Glashütte, oh. MÜ8	5412920	5634680	DESN-53718-
MÜ82	Müglitz	Bärenhecke, neue Straßenbrücke	5413520	5633320	DESN-53718-
SilbStl	Silberstolln	Geising	5416400	5623330	DESN-537182
TieHiGoStl	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Zinnwald	5413480	5624080	DESN-537182
TieBüStl	Tiefer Bünau Stolln	Zinnwald	5413150	5623640	DESN-537182
BielaStl	Bielastolln	Bärenstein	5413670	5629880	DESN-537184
ZwittErbStl	Zwitterstocks Tiefer Erbstolln	Geising	5414520	5626240	DESN-537182

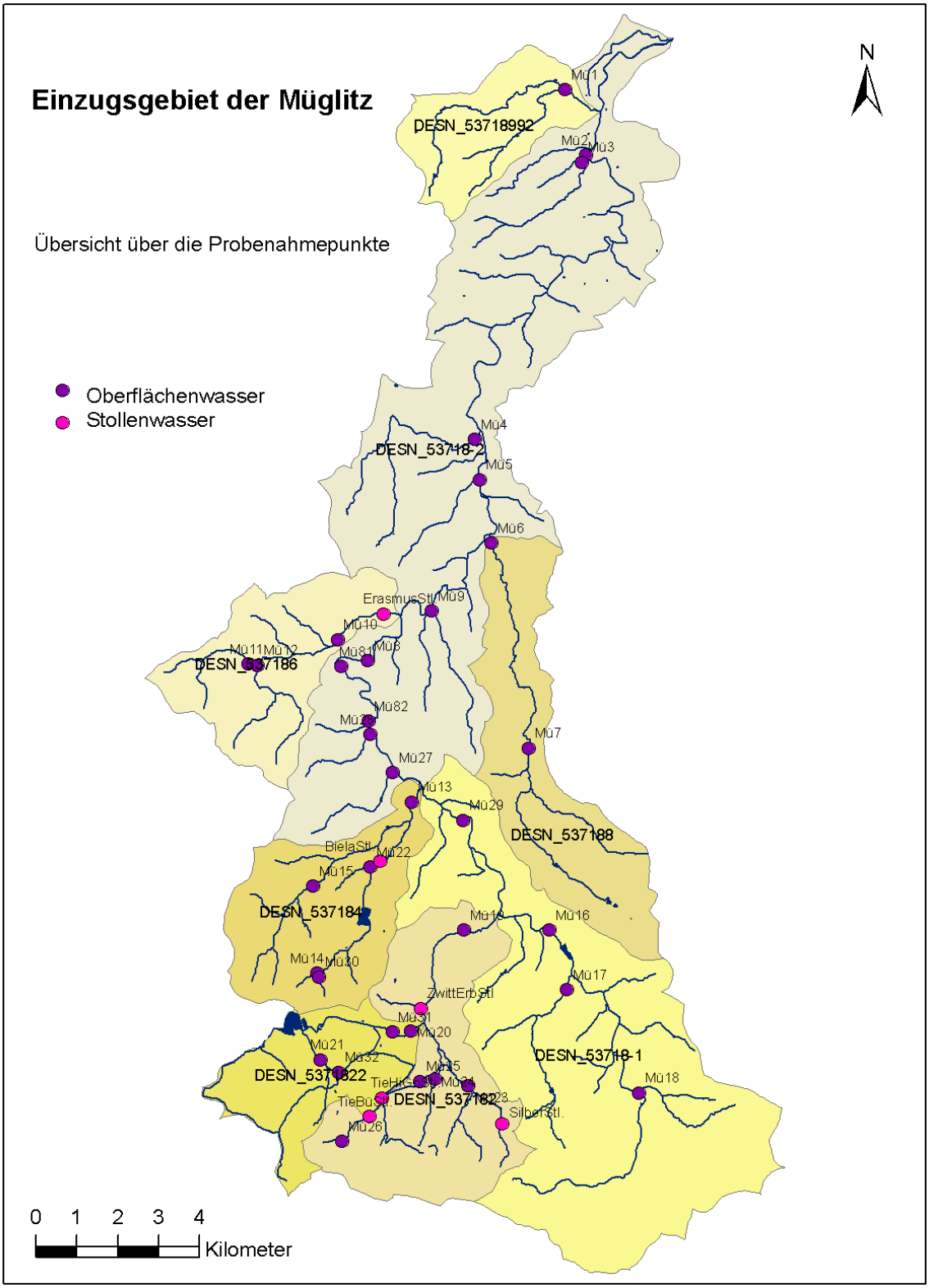


Abb. 6-1: Lage der Probenahmepunkte (Oberflächen- und Stollenwässer) im Einzugsgebiet der Müglitz

4.9.2 Probenaufbereitung und Analytik

Probenaufbereitung

Die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration der Oberflächen- und Grubenwässer erfolgte gravimetrisch durch Auswägen der bei 105 °C getrockneten Filter (Porendurchmesser 0,45 µm).

Die filtrierten Wasserproben kommen direkt zur Analyse. Die unfiltrierten Wasserproben werden in der Mikrowelle (MLS ETHOS plus) ebenfalls nach der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2005) aufgeschlossen. Zu einer Probenmenge von 40 ml werden 2,0 ml HNO_3 suprapur gegeben. Der Ansatz wird 5 min auf 100 °C aufgeheizt, weitere 5 min auf 180 °C aufgeheizt (10 min auf 180 °C gehalten), abgekühlt und mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt.

Die Feinfraktionen <20 µm und <63 µm wurden durch Nasssiebung der im Originalwasser suspendierten Proben gewonnen. Durch Zentrifugieren (ca. 3000 Umdrehungen pro Minute) und Dekantieren erfolgte die Trennung des Feinsediments vom Wasser. Es schließt sich eine Gefriertrocknung an. Die Homogenisierung der Proben erfolgte per Hand in einem Achatmörser.

Von den Sedimentproben der Fraktionen <20 µm und <63 µm wurde ein modifizierter Königswasser-Mikrowellenauszug (KW-MW) gemäß der Methodik der BfUL (GOLDSTEIN, 2010) hergestellt. Zu einer Probenmenge von 0,5 g werden 5 ml H_2O, 10 ml HNO_3 (65 %) und 3 ml HCl (32 %) gegeben. Im Mikrowellensystem MLS ETHOS plus wird folgendes Temperaturregime vorgegeben: 20-60°C 3:30 min; 60°C 3 min; 60-150 °C 6 min; 150 °C 12 min. Nach der Abkühlung wird mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt und filtriert.

Analytik

Die filtrierten und unfiltrierten Wässer wurden im geochemisch-analytischen Labor der TU Bergakademie Freiberg und die KW-Auszüge der Sedimentproben in der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft im Labor Neusörnewitz analysiert. Alle Mikrowellen-Auszüge stammen aus dem Freiberger Labor. Die Daten sind in Anlage 1 zusammengestellt. Für die Sedimente gilt hier die Korngröße <20 µm.

Die Analyse der Elementgehalte (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Ti, U, W, V, Zn) erfolgte mit der ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma).

Tab. 6-2: Übersicht über die Messbedingungen der ICP-MS (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie)

Gerät	ELAN 6100 bzw. ELAN 9000 von PERKIN ELMER
Zerstäuber	MicroMist-Zerstäuber
Kammer	Zyclon-Zerstäuberkammer
interer Standard	Rh 10 µg/l
Methode 1	Total-Quant (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck, 10 µg/l)
Methode 2	Quantitative Analyse (Kalibration mit ICP-Mehrelementstandardlösung VI von Merck und Elementstandardlösungen; 0,1 µg/l, 1 µg/l, 10 µg/l, 100 µg/l)

4.9.3 Qualitätssicherung

Um die Vergleichbarkeit der hier gewonnenen Analysenergebnisse zu denen des Landesmessnetzes zu gewährleisten, wurde eine enge Absprache mit der BfUL erforderlich. Neben der Durchführung der Mikrowellen-Extrakte nach BfUL-Methodik (GOLDSTEIN 2005, 2010), ist bei der Angabe der Analysenergebnisse auf die Äquivalenz der Bestimmungsgrenzen (BG) zu achten (GOLDSTEIN 2007) (GREIF & KLEMM 2010). Die Hg-Analytik mittels ICP-MS (ohne Anreicherung) erreicht eine mit dem AG abgesprochene BG von 0,1 µg/l (filtrierte Proben).

Die Absicherung der Qualität der analytischen Ergebnisse erfolgte in beiden Laboren laborintern durch die Analyse von Referenzmaterialien (Standards). Als regelmäßig genutztes Referenzmaterial für die Sedimente kam das kanadische Stream Sediment STSD-2 des CCRMP zur Analyse. Die Qualität der Analysenergebnisse wird seitens des AN zusätzlich durch Doppelbestimmungen und mitlaufende Proben gesichert. Zum Vergleich der in beiden Laboren verwendeten analytischen Methoden wurden ausgewählte Proben von beiden Institutionen untersucht (Tab. 6-3).

Tab. 6-3: Übersicht über die verwendeten Standards und mitlaufenden Proben

	TU BAF	BfUL
Wasserstandard (intern)	APS	k.A.
mitlaufende Wasserprobe (filtriert)	MÜ82	MÜ82
mitlaufende Wasserprobe (unfiltriert)	MÜ82	MÜ82
Sedimentstandard (intern)	STSD2	STSD2
mitlaufende Sedimentprobe <20 µm	MÜ23	MÜ23
mitlaufende Sedimentprobe <63 µm	MÜ23	MÜ23

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden in Tab. 6-4 zusammenfassend dargestellt. Es ist anzumerken, dass die Elemente, die mit dem hier verwendeten Verfahren für den Mikrowellenaufschluss (im Vergleich zum Totalaufschluss) schlecht aufzuschließen sind, auch eine schlechte Reproduzierbarkeit bei Mehrfachbestimmungen aufweisen. Daher sind die Elemente Cr und V in den unfiltrierten Wasserproben durch deutlich höhere relative Standardabweichungen (RSD >15 %) gekennzeichnet. Der Vergleich mit der BfUL fiel zur vollen Zufriedenheit der Analytiker aus.

Tab. 6-4: Analytikvergleich für die filtrierte und unfiltrierte Wasserprobe Mü82 und die Fraktionen <20 µm und <63 µm des Sediments MÜ23, Angabe der Mittelwerte

	BfUL*	TUBAF		BfUL	TUBAF		TUBAF	BfUL	TUBAF	BfUL
	MÜ82 Wasser filtriert	MÜ82 Wasser filtriert		MÜ82 Wasser unfiltriert HNO_3-MW	MÜ82 Wasser unfiltriert HNO_3-MW		MÜ23 Sediment <20 µm KW-MW	MÜ23 Sediment <20 µm KW-MW	MÜ23 Sediment <63 µm KW-MW	MÜ23 Sediment <63 µm KW-MW
	[µg/l]	[µg/l]	RSD [%]	[µg/l]	[µg/l]	RSD [%]	[µg/g]	[µg/g]	[µg/g]	[µg/g]
Ag		<0,1			<0,1					
Al	88	113	2		234	10				
As	8,1	9,0	1	10	12	6	106	89	91	93
B							10	6,1	9,1	6,8
Ba	61	76	3	63	76	5	390	390	360	400
Be		0,44	7		0,47	16	15	16	16	17
Bi		<0,1			<0,1					
Cd	0,27	0,32	2	0,27	0,33	9	3,2	3,6	3,3	3,5
Co	<0,50	0,14	4	<0,50	0,2	9	12	12	12	12
Cr	<1,0	0,53	4	<1,0	1,5	47	19	17	19	17
Cu	9,8	10	2		13	6	22	21	36	35
Fe							41400	39400	40400	38300
Hg	<0,05	<0,1			<0,1		0,67	0,62	0,58	0,61
Mn	61	78	1	66	70	8	1770	1730	1750	1700
Mo	10	12	1	10	11	5	4,6	2,0	2,3	1,8
Ni	1,3	1,1	2		1,5	15	13	13	13	12
Pb	<0,50	0,23	4	0,9	0,6	5	140	150	140	150
Sb	<1,0	0,21	12	<1,0	0,17	12	1,6	1,7	1,5	1,6
Se	<1,0	<0,5		<1,0	<0,5		3,5	3,2	3,2	3,5
Tl	<0,10	<0,1		<0,10	<0,1		0,58	0,52	0,65	0,56
U	1,0	1,1	1	1,1	1,2	5	6,5	6,5	6,4	6,5
V	<1,0	0,23	2	<1,0	0,55	36	40	36	38	34
Zn	18	18	1	25	20	14	300	280	310	290

* es wurden nur die Mittelwerte mitgeteilt

4.10Ergebnisse

4.10.1 Meteorologische und hydrologische Situation

Meteorologische Situation

Der August 2010 war etwas zu warm, extrem zu nass und unterdurchschnittlich sonnig. Ab der Nacht zum 03.08. kam es vor allem im Osterzgebirge und im Dresdner Raum zu länger andauernden Regenfällen mit Niederschlagsmengen von 20 bis 30 mm, teilweise darüber (TS Malter 64 mm, Zinnwald-Georgenfeld 42 mm). Der Dauerregen, der schauerartig verstärkt und von Gewittern durchsetzt war, hielt bis zum Mittag des 03.08.10 mit Regenmengen von bis zu 20 mm weiter an. Im Tagesverlauf des 06.08. zog der Dauerregen allmählich in die mittleren Regionen von Sachsen und erreichte in den frühen Morgenstunden des 07.08. den Osten von Sachsen. Im Osterzgebirge und der sächsischen Schweiz wurden Niederschlagssummen von 20 bis 40 mm (örtlich darüber - Fürstenwalde 66 mm) gemessen. Am 07.08. zog das Tiefdruckgebiet mit ergiebigem Dauerregen über Tschechien unter allmählicher Verstärkung nach Polen. In den linken Zuflüssen zur Elbe wurden 24-stündige Summen von 40 bis 75 mm gemessen. Unter Zwischenhocheinfluss waren in Sachsen bis 11.08. nur noch sehr geringe Niederschläge zu verzeichnen. Ein Tiefdruckgebiet über der Nordsee beeinflusste die Region ab 12.08. mit kräftigen Regenfällen (im Erzgebirge 20 bis 30 mm). Nach kurzer Wetterberuhigung zogen in der Nacht zum 14.08. bereits neue Niederschläge auf (20 bis 30 mm). Bis zum Nachmittag des 15.08. blieb es dann meist niederschlagsfrei. In der Nacht zum 16.08. zogen von Südosten Gewitter mit Starkregen, eingebettet in teils länger anhaltenden Regen, heran. Im Dresdner Raum und dem Osterzgebirge fielen 20 bis 40 mm Niederschlag, örtlich auch darüber (Dresden Hosterwitz 43 mm, Fürstenwalde 53 mm). Die Niederschläge gingen in sehr kurzer Zeit nieder, z.B. wurden in Dresden Hosterwitz in einer Stunde 26 mm, in Lohmen 30 mm und in Fürstenwalde 38 mm registriert. Ein Tief über Südskandinavien gestaltete das Wetter weiterhin wechselhaft. Am 17.08. fielen gebietsweise nochmals 10 bis 20 mm Niederschlag. Ein Tiefdruckgebiet über dem Europäischen Nordmeer lenkte am 22.08. eine Kaltfront nach Südosten. Diese sorgte für ein Aufleben der Niederschlagsaktivität. Dabei sind vom 22. zum 23.08. bis zu 20 mm im Einzugsgebiet der Nebenflüsse der Oberen Elbe gefallen. Danach herrschte unter schwachem Zwischenhocheinfluss bis zum 25.08. nur geringe Niederschlagsneigung. Ab 26.08. zogen mehrere Tiefdruckgebiete rasch von West nach Ost und brachten teils kräftigen Regen. Die 24-stündigen Summen betrugen für den 26.08. 5 bis 10 mm, im Gebirge 10 bis 15 mm und am 27.08. 10 bis 30 mm, örtlich auch darüber. Auch am 29.08. brachten Regenfälle gebietsweise Niederschlagsmengen von 5 bis 10 mm. Bis Monatsende sorgten Tiefdruckgebiete für wechselhaftes und kühles Herbstwetter (LfULG 2010d).

Der September 2010 war zu kalt und extrem zu nass, die Sonnenscheindauer lag im Schwankungsbereich der Normalwerte. Zu Monatsbeginn floss zwischen einem Hoch bei den Britischen Inseln und tiefem Druck über Osteuropa kalte Meeresluft aus Nordwesten ein. Die Niederschlagsmengen der Schauer blieben meist unter 4 mm. Ab 03.09. gewann ein Hoch mit Zentrum über der Nordsee allmählich an Einfluss. Mit einer nordöstlichen Strömung gelangte trockenere, aber weiterhin kühle Luft nach Sachsen. Bis zum 07.09. blieb es dann niederschlagsfrei. Ab 08.09. wurde unter Tiefdruckeinfluss von Süden allmählich feuchtere Luft herangeführt, die in der Nacht zum 09.09. zu Niederschlägen von 5 bis 10 mm führte. Unter Zwischenhocheinfluss blieb es bis 12.09. niederschlagsfrei. Am 13.09. brachte ein Tiefausläufer schauerartigen Niederschlag. Die Warmfront eines Nordatlantiktiefs sorgte ab 14.09. für teilweise ergiebigen Regen. Am Vormittag des 14.09. setzte von Nordwesten länger anhaltender Regen ein. Im Dresdner Raum wurden 10 bis 25 mm Niederschlag registriert. In den Folgetagen

wurde auf der Südseite eines umfangreichen und nahezu stationären Tiefs über Skandinavien kühle Nordseeluft herangeführt. Die 24-stündigen Niederschlagssummen blieben meist unter 5 mm. Ab 18.09. blieb es dann unter Zwischenhocheinfluss niederschlagsfrei. Ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa sorgte vom 21.09. bis zum Morgen des 25.09. für ruhiges frühherbstliches Wetter, wobei die Tageshöchsttemperaturen noch einmal über die 20 Gradmarke stiegen. Das Frontensystem eines Tiefs über Südskandinavien wurde über Mitteldeutschland stationär und sorgte ab 25.09. für andauernden und ergiebigen Regen. Für den 25.09. wurden im Erzgebirge und in der Sächsischen Schweiz 24-stündige Niederschlagssummen von 30 bis 50 mm (örtlich darüber – Zinnwald 54 mm, Deutschneundorf 67 mm) gemessen. Der Dauerregen setzte sich auch am 26. und 27.09. fort. Besonders ergiebig waren die Niederschläge vom 27.09. mit sachsenweit flächendeckenden 24-stündigen Summen von 25 bis 50 mm, gebietsweise darüber. Auch am 28.09. beeinflusste ein Tiefdruckgebiet mit teils kräftigem Regen den Süden und den Osten von Sachsen. Ab 30.09. blieb es dann weitgehend niederschlagsfrei (LfULG 2010e).

Hydrologische Situation

Anfang August 2010 lagen die Durchflüsse in den sächsischen Fließgewässern bei steigender Tendenz zwischen 100 und 190 % des MQ (August). Infolge der ergiebigen Niederschläge vom 03.08. bis 08.08. stieg die Wasserführung in den sächsischen Fließgewässern teilweise drastisch an. Für die Flussgebiete Spree und Schwarze Elster wurde der Hochwassernachrichtendienst am 03.08. für alle übrigen sächsischen Flussgebiete am 06.08. eröffnet. Im Zeitraum vom 03.08. bis 08.08. und 16./17.08. 2010 war Sachsen von einer extremen Hochwassersituation betroffen. Schwerpunkte des Hochwassergeschehens waren vor allem das Gebiet der Lausitzer Neiße, der Spree, der Schwarzen Elster in Sachsen, die rechten Nebenflüsse der oberen Elbe und Teile des Flussgebietes der Zwickauer Mulde. Ausgelöst wurde das Hochwasser durch Niederschläge, die hinsichtlich ihrer Intensität über eine lange Dauer selten sind. Nach dem ersten extremen Hochwasser vom 03.08. bis 08.08. lagen die Durchflüsse an den Pegeln der sächsischen Fließgewässer am Ende der ersten Monatsdekade bei fallender Tendenz noch zwischen dem 2 bis 5fachen des MQ (Monat). Auf Grund der hohen Wasserführung in den sächsischen Fließgewässern und dem vom DWD vorhergesagten Niederschlag war an allen sächsischen Flussgebieten der Hochwassernachrichtendienst noch aktiv als es zu einer zweiten Hochwassersituation mit Spitze am 17.08. kam. Bis zum 22.08. ging die Wasserführung in allen sächsischen Fließgewässern allmählich zurück. Das Aufleben der Niederschlagsaktivität am 22./23.08. und 26.-29.08. führte wiederum zum starken Anstieg der Wasserführung in den sächsischen Fließgewässern. Der Hochwassernachrichtendienst wurde am 28.08. für die Flussgebiete Nebenflüsse der Oberen Elbe eröffnet. Zum Monatsende wurden langsam fallende bis gleichbleibende Wasserstände beobachtet, die sich im Bereich des 3 bis 6fachen MQ (Monat) bewegten (LfULG 2010d).

Infolge der nachlassenden Niederschlagstätigkeit setzte sich Anfang September 2010 die fallende Tendenz der Wasserführung weiter fort. Am Morgen des 14.09. lagen die Durchflüsse in den sächsischen Fließgewässern beim 1,7 bis 3fachen MQ (Monat). Auf Grund der ergiebigen Niederschläge vom 14.09. stiegen die Wasserstände in den betroffenen Flussgebieten kurzzeitig an. Am Ende der dritten Monatsdekade lagen die Durchflüsse bei fallender Tendenz beim bis zu 2,5fachen MQ (Monat). Die ergiebigen Niederschläge vom 25.09. bis 28.09. führten wiederum zu einer extremen Hochwassersituation, von der besonders die ostsächsischen Einzugsgebiete betroffen waren. Die mittleren Durchflüsse an den Pegeln lagen im Einzugsgebiet

der Nebenflüsse der Oberen Elbe beim 4,9 bis 5,8fachen und am Pegel Dohna/Müglitz beim 7,2fachen des MQ (Monat) (LfULG 2010e).

Aufgrund der extremen hydrologischen Situation in den sächsischen Fließgewässern seit Anfang August diesen Jahres konnte die Probenahme nur in einem einzigen "hydrologischen Fenster", und zwar vom 21.-24.09.10 bei einer Wasserführung nahe MQ durchgeführt werden (Abb. 6-1).

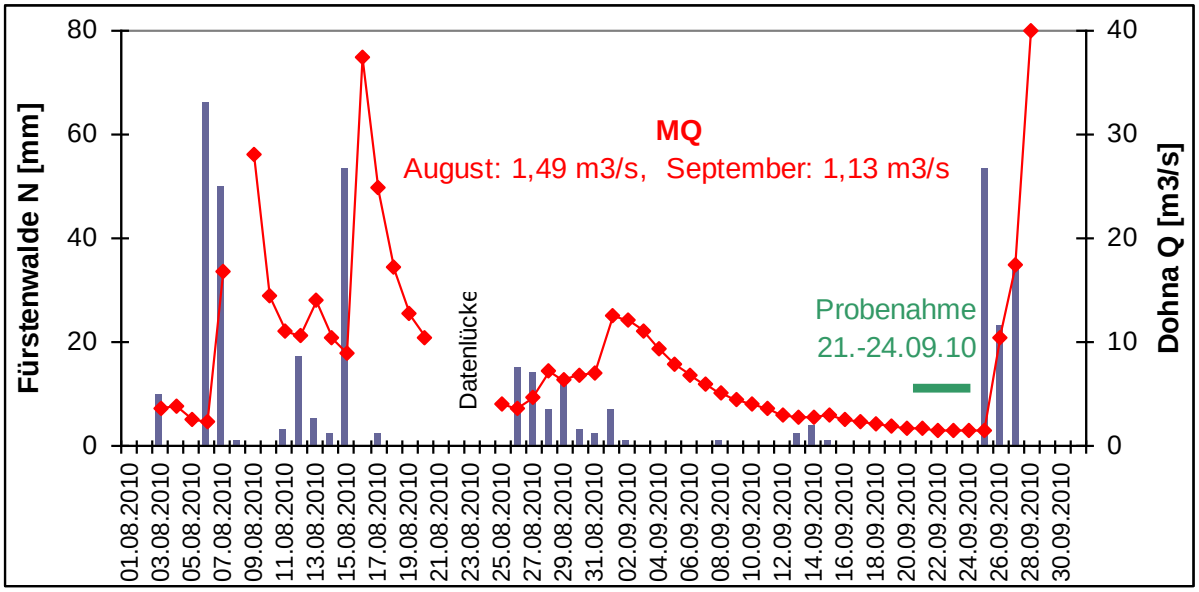


Abb. 6-1: Übersicht über die meteorologische (Niederschläge Station Fürstenwalde) und hydrologische Situation (Pegel Dohna/Müglitz) im Untersuchungsgebiet von August bis September 2010 (Daten von http://www.umwelt.sachsen.de/)

Ein Vergleich der aktuellen Durchflüsse mit den gewässerkundlichen Hauptwerten ist aufgrund der mageren Datenlage nur am Pegel Dohna/Müglitz möglich. Dabei kann festgestellt werden, dass im Rahmen des für das Projekt vorgegebenen Zeitfensters die optimale „Lücke“ für die Beprobung des Einzugsgebietes gefunden wurde. Im September wurden die geringsten Durchflussmengen in der Woche vom 20. bis 25.9. angetroffen. Zum Zeitpunkt der Probenahme lag der MQ beim 1,2 bis 1,4fachen des langjährigen MQ (September) (Tab. 6-5).

Tab. 6-5: Durchflüsse am Pegel Dohna/Müglitz während der Probenahme (21. bis 24.09.2010) im Vergleich zu den gewässerkundlichen Hauptwerten des Durchflusses (LfUG 2005b), Angaben in m^3/s

	Gewässerkundliche Hauptwerte (1912-2005)					Aktuelle Probenahme	
Durchfluss im Bezugsmonat	**NQ**	**MNQ**	**MQ**	**MHQ**	**HQ**	**Min**	**Max**
September	0,000	0,525	1,13	4,18	32,4	1,36	1,62

4.10.2 Vor-Ort-Parameter

Die Wassertemperaturen variierten an den Probenahmetagen zwischen 8 und 18 °C. Die Schwankungen sind auf die Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten, Höhenlagen, Gewässertiefen und Wetterlagen zurückzuführen. Die pH-Werte lagen im Untersuchungsgebiet zwischen 5,3 und 8,4 (Abb. 6-2). Leichte Versauerungstendenzen

wurden im Raum Altenberg über saueren Gesteinen beobachtet. In den elbnahen Zuflüssen wurden pH-Werte >8 gemessen, die sich trotz Siedlungsnähe nicht automatisch mit hohen elektrischen Leitfähigkeiten decken.
Das Redoxpotential kann mit Ausnahme des Schwarzwassers mit >400 mV in den oxidierenden Bereich eingeordnet werden (Abb. 6-2). Die Schwebstoffgehalte (0,3 bis 7,0 mg/l) sind ebenfalls typisch für Oberflächenwässer mit Mittelgebirgscharakter. Ausnahme bildet auch hier das Schwarzwasser in Grenznähe, das sich sehr schlecht filtrieren ließ (Schwebstoffgehalt 17,4 mg/l) und dessen gelbe Farbe Anhaltspunkt für einen erheblichen Huminstoffanteil ist. Die bis zum Ausfall des Messgerätes gemessenen Sauerstoffgehalte lagen zwischen 9 bis 11 mg/l, das entspricht einer Sauerstoffsättigung von 95 bis 110 %.

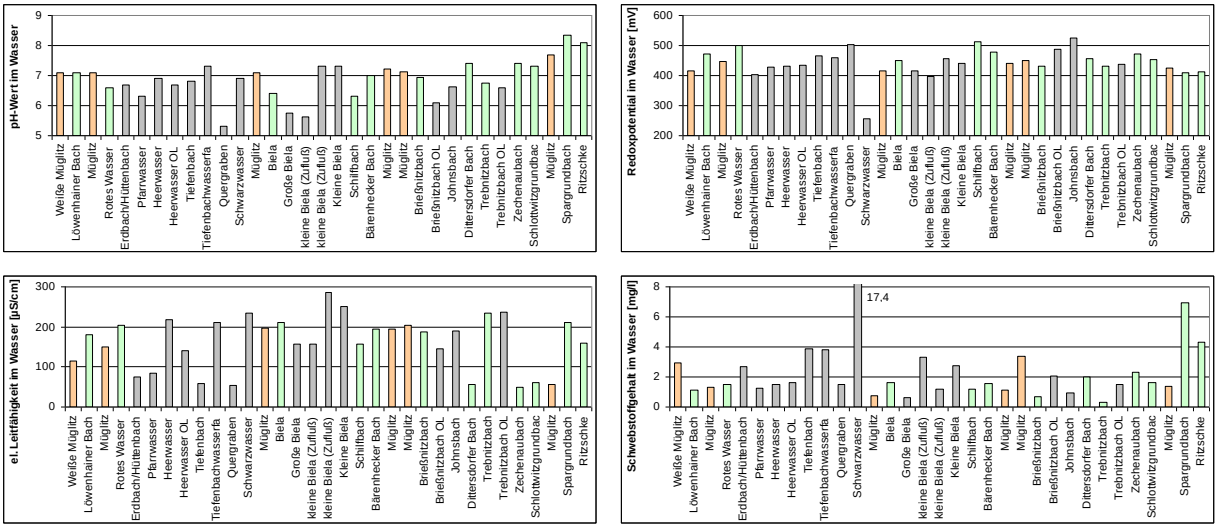


Abb. 6-2: Verlauf der Vor-Ort-Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential und Schwebstoffgehalt im Einzugsgebiet der Müglitz

4.10.3 Elemente mit UQN zur Einstufung des ökologischen Zustandes (Schwebstoffe/Sedimente): As, Cr, Cu, Zn

In diesem Abschnitt wird auf die Elemente As, Cr, Cu und Zn eingegangen, für die Umweltqualitätsnormen (UQN) zur Einstufung des ökologischen Zustandes (Schwebstoffe/Sedimente) gemäß SächsWRRLVO (2004) festgelegt wurden.

Arsen

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste beträgt nach WEDEPOHL (1995) 2,0 mg/kg. Demgegenüber ist der mittlere As-Gehalt der Gesteine Sachsens mit 13 mg/kg deutlich erhöht. Niedrige bis mittlere Gehalte (<15 mg/kg) treten in quartären und tertiären Sedimenten und in Phylliten auf. Leicht erhöhte As-Gehalte (15 – 25 mg/kg) besitzen jüngere Granite und saure Vulkanite sowie Konglomerate des Rotliegenden (KARDEL ET AL. 1996). Bezogen auf die OWK, ergeben sich mittlere petrogeochemische As-Gehalte von 10 bis 19 mg/kg (Tab. 6-12).

Arsen ist nach seinem geochemischen Charakter ein Durchläuferelement der wichtigsten Mineralisationen des Erzgebirges und besitzt somit eine großräumige Verbreitung. Anomale Arsengehalte sind praktisch stets an epigenetische Mineralisationen unterschiedlicher Typen gebunden. Die hauptsächlichen Arsenträger sind Bi-Co-Ni-, sulfidische Pb-Zn- und gang- und stockförmige Kassiteritmineralisationen. Die Intensität vieler mineralisationsgebundener Anomalien wird durch bergbau- und verhüttungsbezogene Aktivitäten verstärkt und erschwert die Inter-

pretation der ermittelten Medianwerte hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von der Verbreitung großer lithostratigraphischer Einheiten (GREIF ET AL. 2004).

Für Sachsen ergeben sich gegenüber den Ausgangsgesteinen erhöhte As-Hintergrundwerte von Leitbodengesellschaften über Festgesteinen der Grundgebirgseinheiten (geogenen und anthropogenen Ursprungs). Sie unterscheiden sich damit deutlich von den Hintergrundwerten lössbeeinflusster Böden des Erzgebirgsvorlandes und Böden aus periglaziären und glazigenen Ablagerungen, die aus As-ärmeren Substraten hervorgegangen sind. Beim Vergleich der As-Gehalte der Bodenhorizonte ist deutlich sichtbar, dass im mineralischen Oberboden i.d.R. eine As-Anreicherung gegenüber dem Unterboden stattfindet, die durch hohe anthropogene Einträge und eine bevorzugte Sorption an die organische Substanz verursacht wird (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK, ergeben sich mittlere As-Gehalte für die Unterböden von 10 bis 27 mg/kg (Tab. 6-6).

Tab. 6-6: Übersicht über die As-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	10	27	17	28	36	37	68	8,4
DESN_53718-2	13	21	-	19	30	30	240	11
DESN_537182	12	25	31	34	55	58	420	8,6
DESN_5371822	19	21	40	78	55	68	1300	14
DESN_537184	15	24	30	21	48	56	4200	36
DESN_537186	11	26	26	33	41	35	86	0,8
DESN_537188	13	27	-	19	27	32	60	1,6
DESN_53718992	13	10	-	4,9	8,5	9,0	15	1,6

- keine Angabe

In den Bachsedimenten <200 µm sind bei einem allgemein erhöhten Niveau der Arsengehalte im Erzgebirge deutliche Anomalien (>240 mg/kg) im Großraum Altenberg erkennbar. Für die OWK ergeben sich für die Bachsedimente <200 µm mittlere As-Gehalte von 30 bis 68 mg/kg (Tab. 6-6), die die Dispersion und Akkumulation des Elements in den Fließgewässern verdeutlichen.

Der Blick auf die Karte der Arsenverteilung in Sedimenten (Abb. 6-4) zeigt trotz der Unterschiede in der Korngröße und dem Aufschlussverfahren einerseits sehr deutlich die enge Beziehung zwischen den As-Konzentrationen an der Mündung und im zugehörigen (Teil)Einzugsgebiet und andererseits die weitere Verlagerung der kontaminierten Sedimente flussabwärts.

Im Untersuchungsgebiet wurden in den Sedimenten (<20 µm) As-Gehalte zwischen 15 und 18.000 mg/kg ermittelt, was eine Spannweite über drei Größenordnungen bedeutet (Abb. 6-3). Damit erfüllen nur zwei Punkte am Unterlauf der Müglitz (Spargrundbach, Rietzschke) die UQN der WRRL (40 mg/kg). Aufgrund der Verbreitung

erhöhter As-Gehalte in den Sedimenten/Böden der linksseitigen Müglitz-Zuflüsse (insbesondere Rotes Wasser und Biela) kann dort nicht mit einer Verdünnung von Kontaminationen aus den Oberläufen gerechnet werden. Insbesondere nach dem Zufluss der Biela wird der erwartete Anstieg der As-Konzentrationen in den Sedimenten (<20 µm) der Müglitz nachgewiesen (150/120/68 mg/kg → 470/580 mg/kg). Dabei muss hier auch auf den Einfluss mehrerer aktiver Baustellen zwischen der Mündung des Roten Wassers und Mündung des Brießnitzbaches (MÜ29 bis Mü8) hingewiesen werden (vgl. Kap. 6.4.8.). Ein Verdünnungseffekt durch unbelastete Nebenbäche kann erst im Unterlauf der Müglitz mit Verlassen des Grundgebirges beobachtet werden (580 → 240 mg/kg), wobei die As-Konzentration nicht annähernd in die Nähe der UQN (40 mg/kg) reicht. Insbesondere das Einzugsgebiet der Biela sticht mit As-Gehalten von bis 18.000 mg/kg unterhalb der Spülhalde Bielatal heraus, die eindeutig als anthropogen eingestuft werden und sich bis zur Mündung der Biela mit 4.200 mg/kg fortsetzen. Bedeutende As-Gehalte (>400 mg/kg) werden auch in den Sedimenten (<20 µm) des Roten Wassers (Mündung), des Tiefenbachs (unterhalb der Tiefenbachhalde) sowie im Bärenhecker Bach gefunden, die sowohl geogene als auch anthropogene Wurzeln besitzen.

Die Arsengehalte schwanken in den untersuchten Wässern (Abb. 6-3) zwischen <0,5 und 231 µg/l (Abb. 6-4), wobei von einzelnen Extremwerten (Kleine Biela 231 µg/l, Biela Mdg. 36 µg/l) ausgegangen werden muss, die jedoch einen deutlichen Einfluss auf die Müglitz zeigen (unterhalb Mündung der Biela >10 µg/l). Auch im Einzugsgebiet des Roten Wassers auftretende erhöhte As-Gehalte (>10 µg/l) finden sich in abgeschwächter Form an der Mündung des Roten Wassers und in der Müglitz wieder. Hier sind besonders der Oberlauf des Schwarzwassers und der Tiefenbach als As-Einträger hervorzuheben.

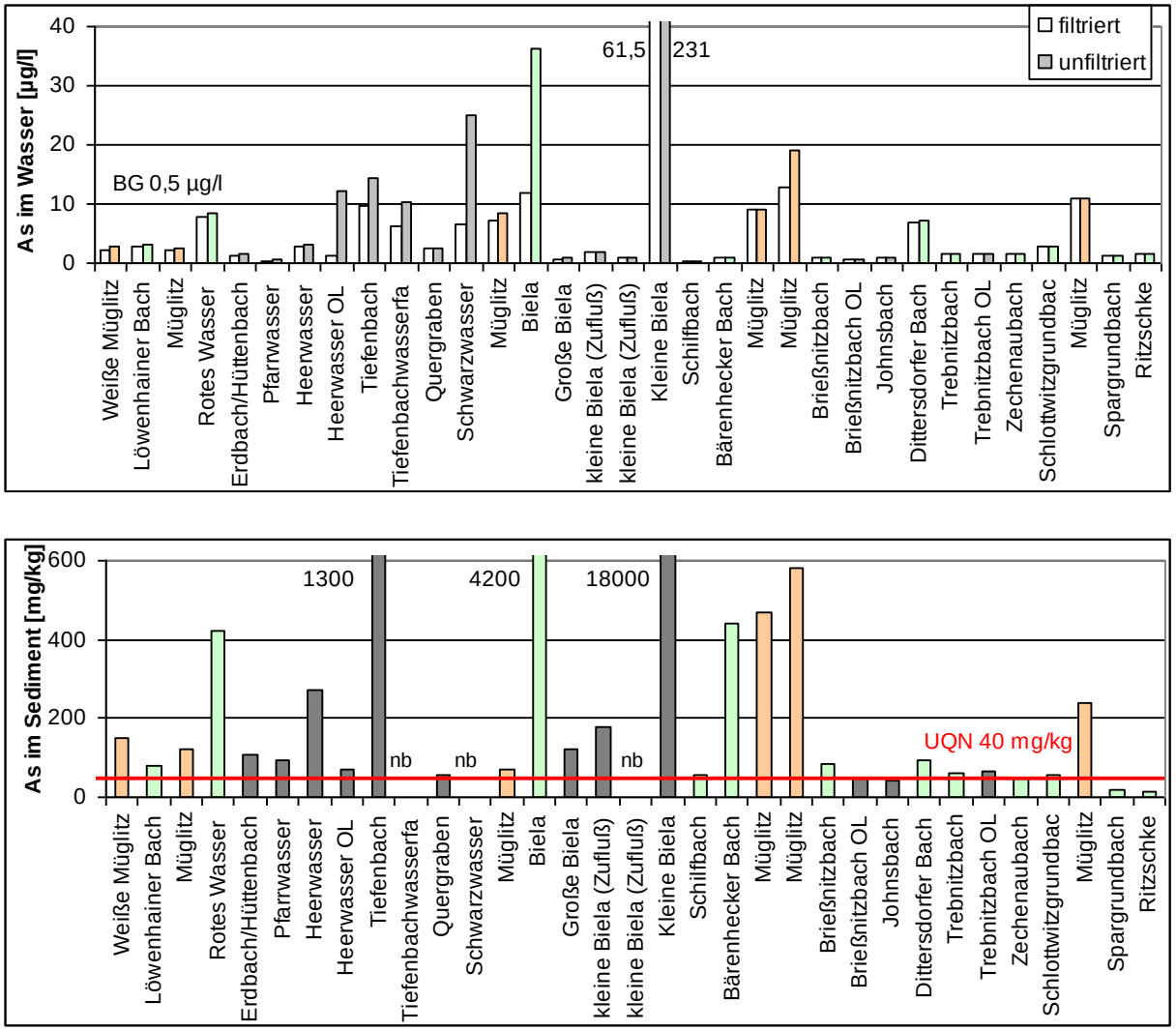


Abb. 6-3: Schwankungsbreite der As-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

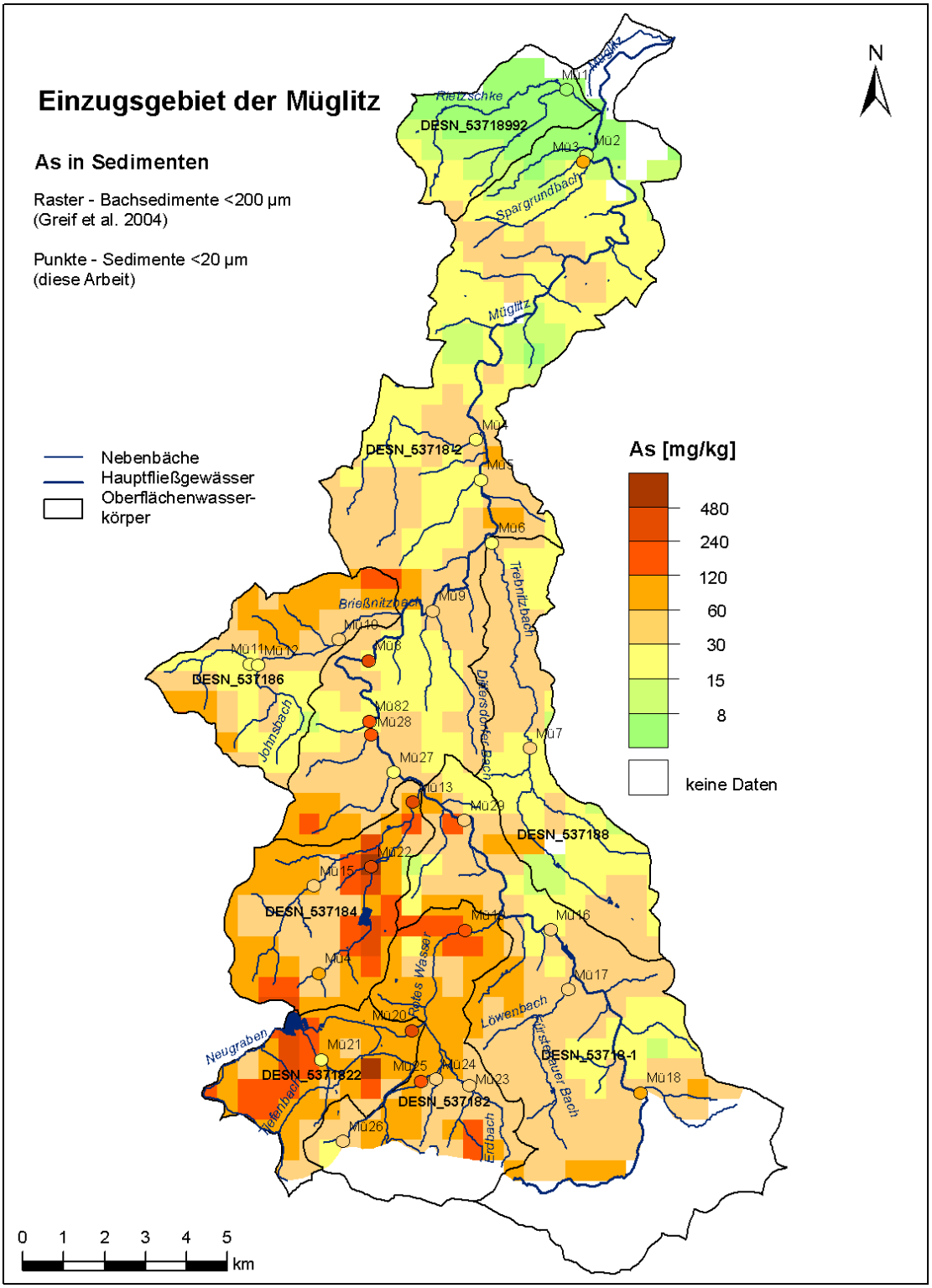


Abb. 6-4: Gegenüberstellung der As-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Chrom

Die Cr-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 35 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Das Element Cr erfährt in basischen bis ultrabasischen Gesteinen eine deutliche Anreicherung (>100 mg/kg). Die sauren Magmatite, Vulkanite und Orthometamorphite zeichnen sich durch extrem niedrige Cr-Gehalte aus (<12 mg/kg). Für den Schellerhauer Granit werden nur 3 mg/kg angegeben (KARDEL 2009). Im Verwitterungsprozess und während des anschließenden Transports wird Cr im Al- und Fe-reichen Detritus angereichert. Parametamorphite können partiell Cr akkumuliert haben und Konzentrationen von 48 - 96 mg/kg erreichen (KARDEL ET AL. 1996). Für die OWK schwanken die mittleren gesteinsinduzierten Cr-Gehalte zwischen 8 und 51 mg/kg (Tab. 6-7). Da Cr aus lagerstättenkundlicher Sicht in Sachsen keine Rolle spielt, sind die großen Unterschiede in den Cr-Gehalten der Bachsedimente lithologisch bedingt (GREIF ET AL. 2004).

Das gilt auch für die regionale Cr-Verteilung in den Böden, wobei der Cr-Gehalt der Böden in der Regel in der Größenordnung der Ausgangsgesteine liegt (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK bedeutet das eine Schwankungsbreite der theoretischen mittleren Cr-Gehalte von 35 - 57 mg/kg in den Unterböden (Tab. 6-7). Die realen Böden zeigen eine etwas stärkere lithogene Diffenenzierung (Unterböden 10 – 55 mg/kg, Oberböden 10 – 46 mg/kg), wobei im Einzugsgebiet der Rietzschke betont geringe Gehalte angetroffen werden.

Der lithogene Charakter der Cr-Verteilung setzt sich auch in den Bachsedimenten <200 µm fort (8 - 52 mg/kg), da anthropogene Beeinflussungen der Cr-Gehalte in Bachsedimenten sehr selten anzutreffen sind (GREIF ET AL. 2004).

Tab. 6-7: Übersicht über die Cr-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	46	51	-	44	45	42	41	1,6
DESN_53718-2	51	57	-	27	26	43	56	1,0
DESN_537182	13	46	-	12	11	15	33	4,4
DESN_5371822	8,0	35	-	16	10	15	23	3,5
DESN_537184	8,5	41	-	14	13	9,0	27	5,1
DESN_537186	22	49	-	28	27	21	47	0,38
DESN_537188	48	51	-	55	46	40	55	0,56
DESN_53718992	39	52	-	10	14	52	27	1,4

- keine Angabe

Für das Element Chrom erfüllen alle untersuchten Proben die Umweltqualitätsnorm der WRRL für Schwebstoffe/Sedimente (640 mg/kg). Die Cr-Gehalte schwanken in den Sedimenten <20 µm nur gering (14 – 64 mg/kg), wobei das Maximum im Löwenhainer Bach liegt. Die niedrigsten Gehalte wurden Oberlauf des Roten Wassers

über granitischem Untergrund angetroffen (Tab. 6-7, Abb. 6-6). Dabei liegt zwischen Minimum und Maximum weniger als eine Größenordnung.

Im Wasser lagen die Cr-Gehalte im Bereich von 0,38 – 5,1 µg/l (Tab. 6-7, Abb. 6-5). Die höchsten Gehalte wurden im Teilgebiet der Biela bestimmt.

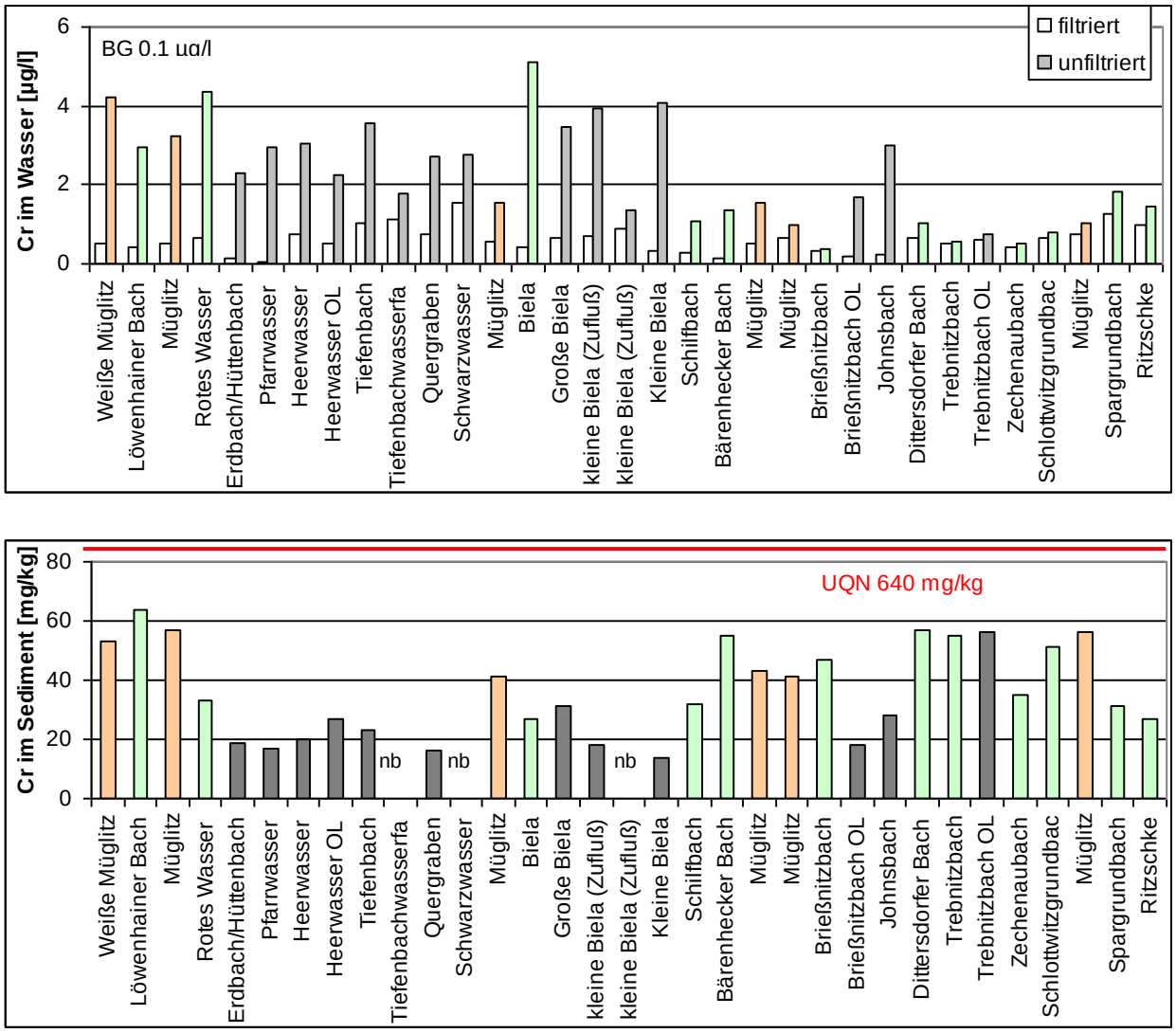


Abb. 6-5: Schwankungsbreite der Cr-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

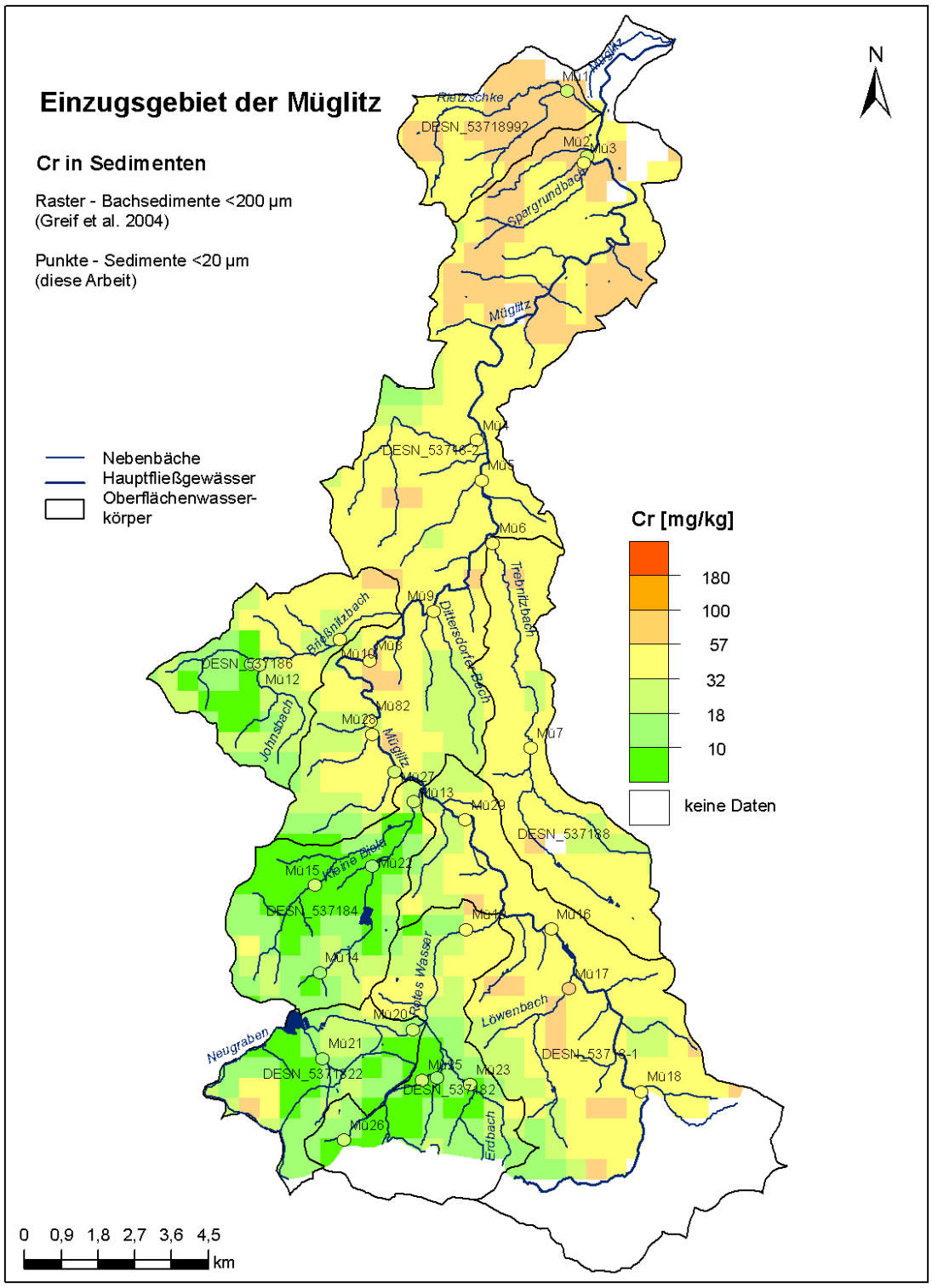


Abb. 6-6: Gegenüberstellung der Cr-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Kupfer

Die Cu-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 14 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Analog zu Cr und Ni, ist Cu vor allem in basischen und ultrabasischen Gesteinen angereichert. Demgegenüber treten die niedrigsten Cu-Gehalte vorwiegend in sauren Gesteinen auf. Zusätzliche geogene Cu-Anreicherungen sind vor allem im Erzgebirge über den hier weitverbreiteten Mineralisationen zu finden. Der Anteil des Cu aus den Gesteinen beläuft sich für die einzelnen OWK im Mittel zwischen 6 bis 24 mg/kg (Tab. 6-8).

Die regionale Verteilung erhöhter Cu-Gehalte im Boden wird vor allem durch die Verbreitung von basischen Substraten bestimmt. Extrem niedrige Cu-Gehalte sind in den Verwitterungsböden über sauren Magmatiten und Sandsteinen zu beobachten. In den Unterböden beträgt der theoretische Cu-Gehalt in den OWK im Mittel 13 bis 20 mg/kg. Reale Böden im Einzugsgebiet weisen zwischen 4 und 25 (Unterböden) bzw. 7 und 25 mg/kg (Oberböden) auf (Tab. 6-8).

Die Cu-Gehalte der Bachsedimente <200 µm zeigen nur partiell die typischen Differenzierungstendenzen basischer Elemente gemäß des geologischen Aufbaus. Zusätzlich tritt Cu als Komponente vieler Mineralisationen in Erscheinung. Geringe Cu-Gehalte (<18 mg/kg) in Verbreitungsgebieten von sauren Magmatiten und Orthometamorphiten stehen mittleren Cu-Gehalten in Parametamorphiten (bis 31 mg/kg) gegenüber. Kontrastreiche Cu-Anreicherungen (>100 mg/kg) sind selten und nicht direkt mit den Mineralisationen koppelbar (Abb. 6-8). Für die OWK konnten mittlere Cu-Gehalte von 14 bis 34 mg/kg ermittelt werden.

Tab. 6-8: Übersicht über die Cu-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	23	20	27	21	24	34	330	6,0
DESN_53718-2	24	20	-	26	19	26	220	6,9
DESN_537182	8,1	18	15	16	19	21	190	11
DESN_5371822	6,4	13	10	14	9,3	25	160	3,4
DESN_537184	6,2	16	14	12	13	17	2800	47
DESN_537186	12	19	12	16	20	14	50	4,4
DESN_537188	23	20	-	25	25	20	67	2,5
DESN_53718992	22	15	-	4,4	7,3	26	23	4,9

- keine Angabe

Die Cu-Gehalte in den Sedimenten <20 µm bewegen sich zwischen 14 und 2800 mg/kg, wobei es an 10 Punkten zur Überschreitung der UQN für Schwebstoffe/Sedimente von 160 mg/kg kommt (Abb. 6-7). Die Beeinflussungen sind vorwiegend auf Mineralisationen und Bergbau (bis 500 mg/kg) aber auch auf die Aufbereitung (Biela bis 2800 mg/kg) zurückzuführen.

Die durch die Aufbereitung der Erze erfolgte Dispersion lagerstättentypischer und umweltproblematischer Elemente und die Ablagerung der Rückstände in Absetzbecken führen beim Kupfer wie auch beim Arsen sowohl in der Wasserphase als auch in den Sedimenten zu erhöhten Gehalten in der Biela, die sich im weiteren Flussverlauf auch in den Gewässern höherer Ordnung wiederfinden. Die Cu-Konzentrationen schwanken in den Wässern zwischen 0,65 und 47 µg/l, wobei das Maximum in der Biela gefunden wurde.

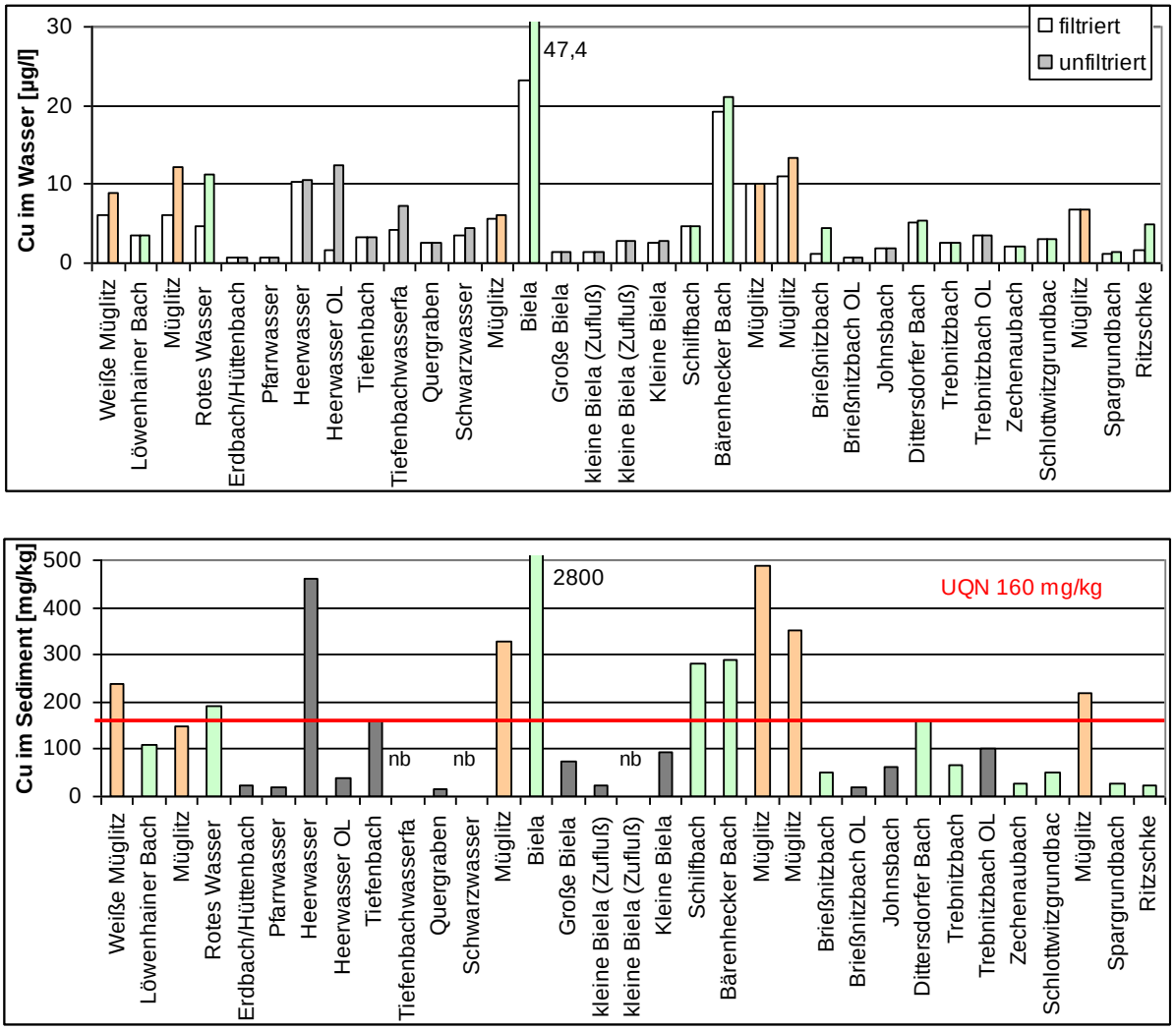


Abb. 6-7: Schwankungsbreite der Cu-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

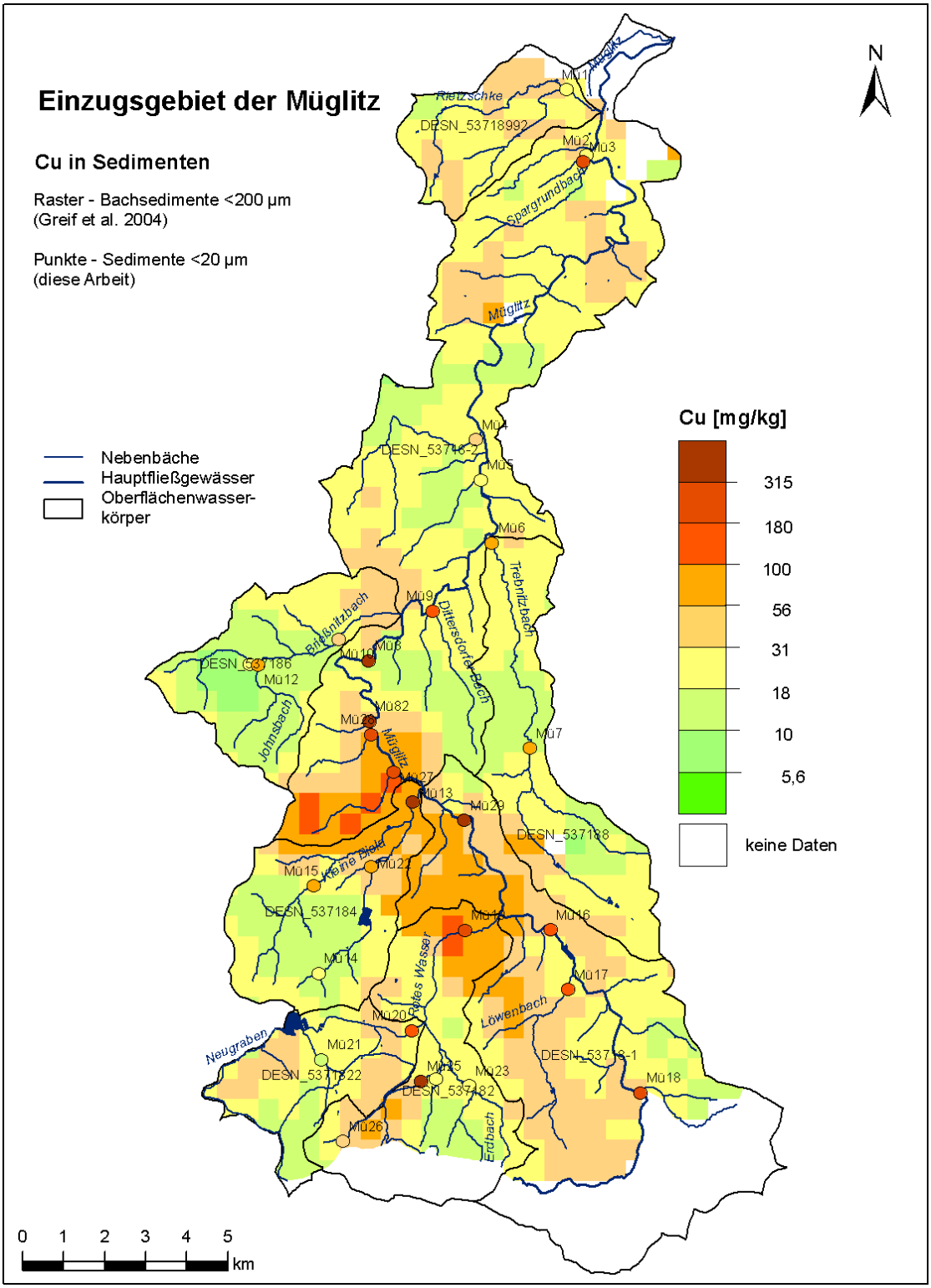


Abb. 6-8: Gegenüberstellung der Cu-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Zink

Die Zn-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 52 mg/kg (WEDEPOHL, 1995), kann aber in den unterschiedlichen Gesteinstypen stark schwanken. Im Osterzgebirge heben sich die sauren Magmatite größtenteils durch ihre niedrigen Zn-Gehalte (30 – 60 mg/kg) gut von den sie umgebenden kambrordovizischen Sedimenten (u.a. Phyllite) und Metamorphiten (>75 mg/kg) ab (KARDEL ET AL., 1996). Zum lithogenen Zn-Bestand addiert sich lokal ein chalkogener Anteil aus zinkblendeführenden polymetallischen Lagerstätten. Bezogen auf die OWK ergeben sich mittlere petrogeochemisch indizierte Zn-Gehalte von 44 bis 85 mg/kg (Tab. 6-9).

Die regionale Verbreitung erhöhter Zn-Gehalte in den sächsischen Böden wird vor allem durch die geogene Prägung der Substrate verursacht (RANK ET AL. 1999). Bezogen auf die OWK ergeben sich ähnliche mittlere Zn-Gehalte für Unterböden von 66 bis 110 mg/kg. Die Zn-Gehalte der realen Unterböden (53 – 130 mg/kg) und Oberböden (56 – 140 mg/kg) ähneln sich (Tab. 6-9).

Über die Zn-Gehalte in den Bachsedimenten (<200 µm) lassen sich die sauren Magmatite und Rhyolithe sowie Sedimente der Kreide mit geringen Zn-Gehalten (<43 mg/kg) lithologisch identifizieren. Im Verbreitungsgebiet der Gneise wird die lithologische Beschreibung durch Mineralisationen sowie anthropogene Prozesse erschwert. Bezogen auf die OWK ergeben sich für die Bachsedimente tw. erhöhte mittlere Zn-Gehalte von 80 bis 220 mg/kg (Tab. 6-9).

Tab. 6-9: Übersicht über die Zn-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	77	110	92	130	140	220	630	9,9
DESN_53718-2	80	100	-	110	99	180	550	6,2
DESN_537182	53	100	71	76	100	190	950	18
DESN_5371822	56	81	45	60	18	80	1200	22
DESN_537184	54	92	68	88	77	120	1200	71
DESN_537186	63	110	65	100	110	160	470	8,7
DESN_537188	85	110	-	130	125	170	340	3,5
DESN_53718992	44	66	-	53	56	110	130	2,9

- keine Angabe

Im Einzugsgebiet der Müglitz überschreiten 7 der 30 analysierten Werte die UQN für Schwebstoffe/Sedimente von 800 mg/kg. Hervorzuheben sind die Zn-Konzentrationen in den Sedimenten <20 µm im Heerwasser (1600 mg/kg), im Tiefenbach (1200 mg/kg) und in der Biela (bis 1900 mg/kg). Die Schwankungsbreite beträgt mit 62 bis 1900 mg/kg mehr als eine Zehnerpotenz (Abb. 6-9).

Die Zn-Gehalte der Wässer liegen im Bereich zwischen 2,9 und 290 µg/l. Das Maximum wurde im Bärenhecker Bach bestimmt, in dessen Tal sowohl Altbergbau (St. Christoph Stolln) als auch Wismut-Bergbau (Schacht 209) stattfand. Insofern ist hier bereits abzusehen, dass die Ergebnisse des Bärenhecker Baches nicht für die Diskussion von Hintergrundwerten zu verwenden sind. Mit Ausnahme dieses Baches korrelieren die Zn-Gehalte in den Wässern gut mit denen der Sedimente.

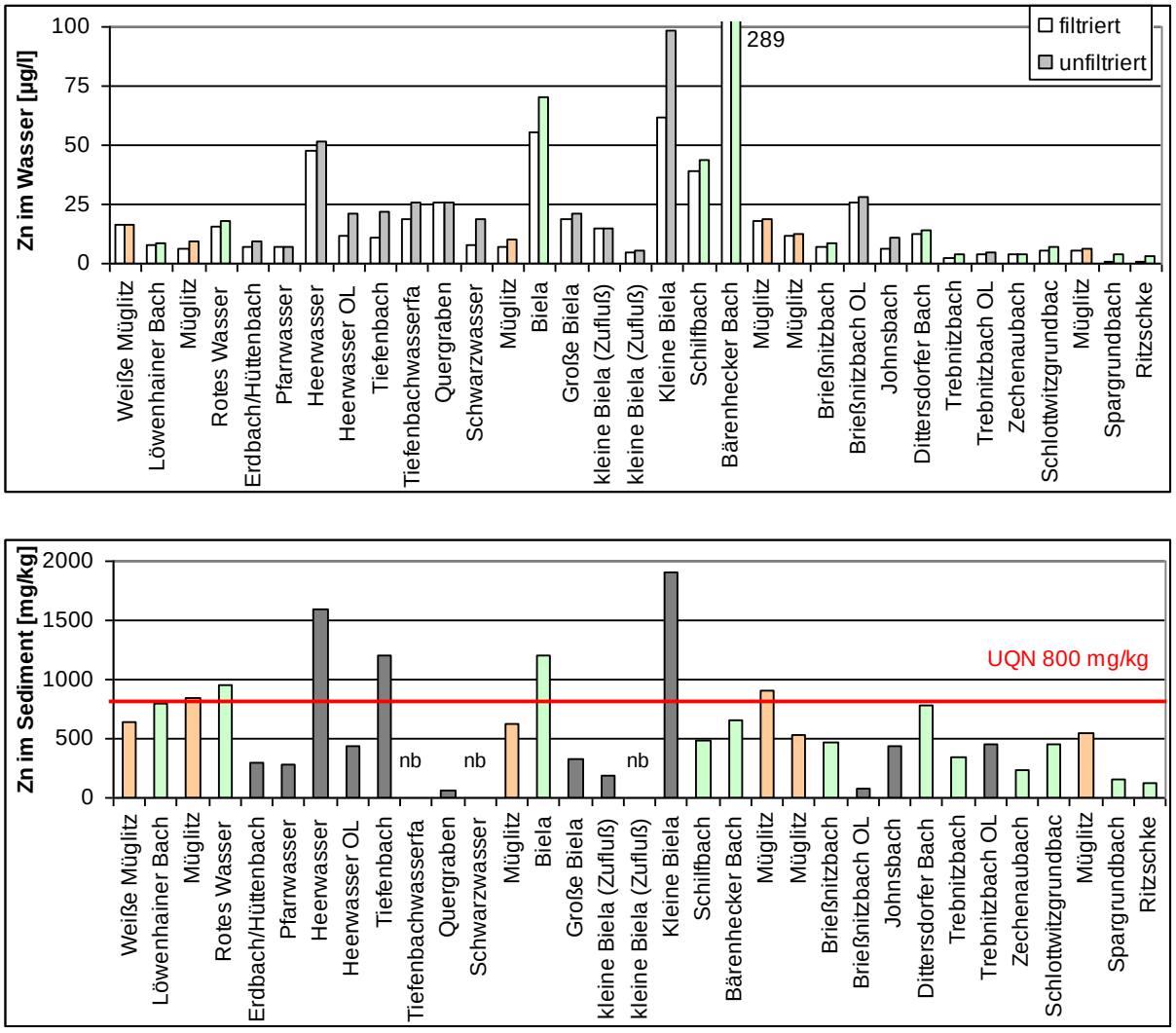


Abb. 6-9: Schwankungsbreite der Zn-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

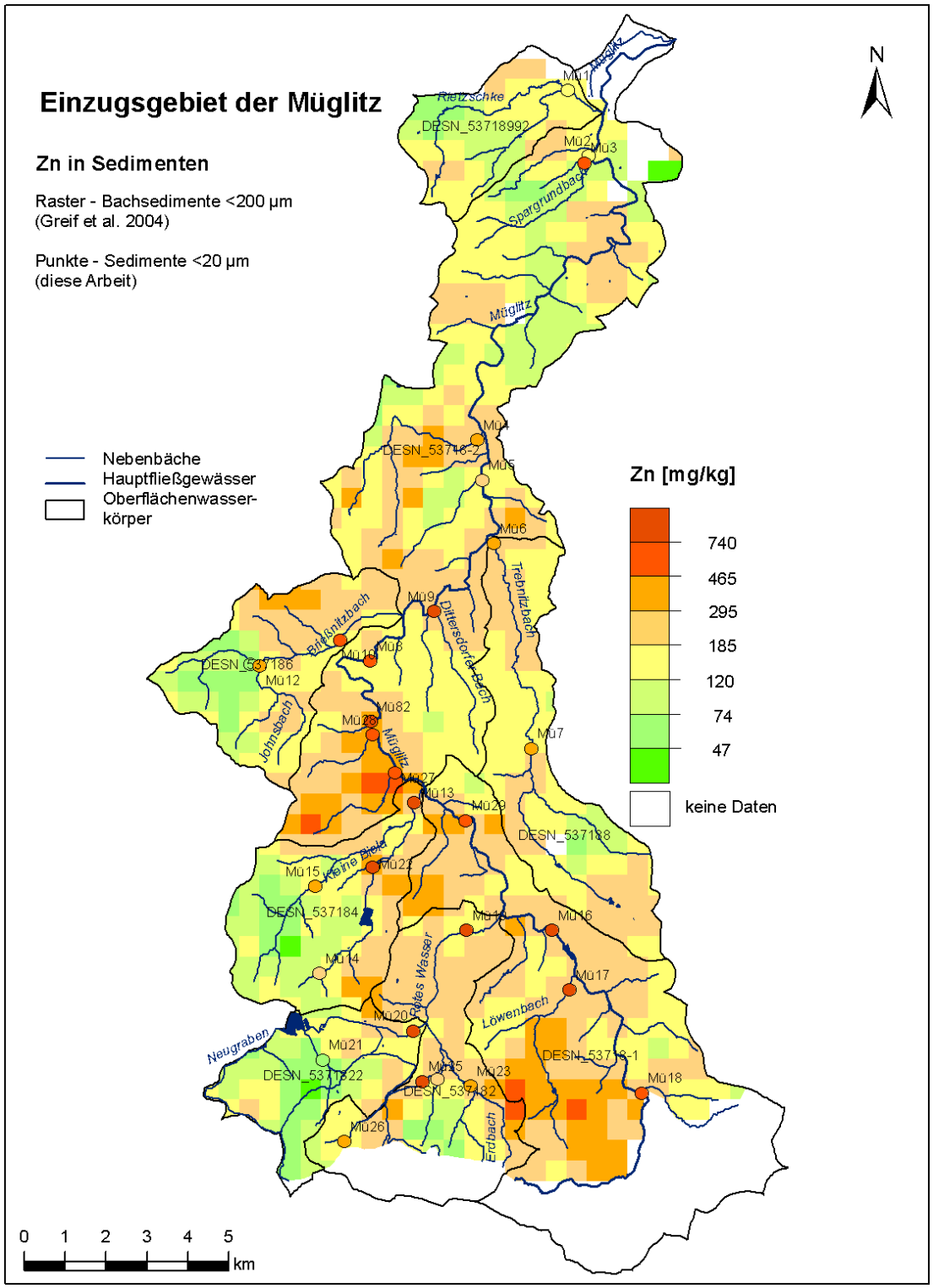


Abb. 6-10: Gegenüberstellung der Zn-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

4.10.4 Elemente mit UQN zur Einstufung des chemischen Zustandes (Wasserphase): Cd, Hg, Pb, Ni

Inhalt dieses Abschnitts bilden die Elemente Cd, Hg, Pb und Ni für die Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Einstufung des chemischen Zustands (Wasserphase) gemäß SächsWRRLVO (2004) bzw. gemäß EG-TochterRL 2008/105/EG (WRRL 2008).

Cadmium

Die Cd-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,10 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Aufgrund seiner chemischen Verwandtschaft zum Zink kommt es fast ausschließlich mit diesem vor, insbesondere in zinkführenden Mineralen und Gesteinen. Beim Vergleich der substratbezogenen Hintergrundwerte lassen sich bei Cd beträchtliche Gehaltsunterschiede feststellen. Verwitterungsböden über Festgestein besitzen gegenüber Böden aus Löss und periglaziären Decksedimenten deutlich höhere Gehalte, die unter dem Einfluss geogener Mineralisationsprozesse (z. B. über Paragneis) bzw. unter dem Einfluss von Hüttenemissionen weiter ansteigen können (RANK ET AL. 1999). Für die Gesteine werden OWK-bezogene mittlere Cd-Gehalte von 0,10 bis 0,21 berechnet.

Bei Cd zeigt sich sowohl ein deutlicher Unterschied zwischen Gesteinen und Unterböden als auch zwischen realen Unter- und Oberböden. In den Unterböden schwanken die theoretisch ermittelten Cd-Gehalte zwischen 0,48 und 0,52 mg/kg (Tab. 6-10). Real liegen die Cd-Gehalte aufgrund der hohen Affinität des Elements zur organischen Substanz in den Oberböden (0,12 – 0,60 mg/kg) über denen der Unterböden (0,05 – 0,41 mg/kg).

Für Bachsedimente <200 µm liegen nur Einzelanalysen vor. Ihr Konzentrationsbereich reicht bezogen auf die OWK von 0,44 bis 1,9 mg/kg (Tab. 6-10).

Tab. 6-10: Übersicht über die Cd-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Ge-	Unterbo-	Unterbo-	Unterbo-	Oberbo-	Bachsedi-	Sedi-	Was-
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	unfiltr.
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	KW-MW	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	0,19	0,52	-	0,19	0,55	1,3	2,9	0,22
DESN_53718-2	0,18	0,48	-	0,20	0,38	0,62	5,3	0,15
DESN_537182	0,12	0,51	-	0,16	0,50	0,68	11	0,29
DESN_5371822	0,10	0,50	-	0,21	0,23	-	17	0,35
DESN_537184	0,11	0,51	-	0,05	0,12	0,50	9,7	0,77
DESN_537186	0,14	0,52	-	0,29	0,60	0,44	7,8	0,32
DESN_537188	0,20	0,52	-	0,41	0,50	1,9	10	0,14
DESN_5371899	0,21	0,40	-	0,05	0,16	-	0,64	0,02

- keine Angabe, * statistisch nicht gesichert

Im Müglitz-Einzugsgebiet zeigen sich die aktuell ermittelten Cd-Konzentrationen sehr differenziert. Die Cd-Gehalte in den Sedimenten <20 µm schwanken in einem weiten Bereich zwischen 0,59 und 62 mg/kg (Abb. 6-11). Dabei sind Konzentrationen <1 mg/kg nur im Quergraben (Zufluss zum Speicher Altenberg), im Oberlauf der

Brießnitz, im Spargrundbach und in der Rietzschke anzutreffen. Im Oberlauf der Müglitz werden bereits Cd-Gehalte zwischen 10 und 20 mg/kg gefunden.

Die Cd-Konzentrationen schwanken auch in den Oberflächenwässern des Einzugsgebietes der Müglitz sehr stark (0,02 bis 3,5 µg/l). Dabei wird die UQN von 1 µg/l für die Gesamtprobe (Wasser) nur an einem Punkt überschritten, im Bärenhecker Bach (vgl. Abschnitt Zink). Die WRRL fokussiert jedoch in ihrer Tochterrichtlinie auf die Cd-Konzentrationen in der filtrierten Phase. Dabei liegt die UQN, die von der Wasserhärte abhängig ist, mehr als eine Zehnerpotenz niedriger. Geht man von einer geringen Wasserhärte von <50 mg $CaCO_3$/l aus, ist eine UQN von 0,08 µg/l im Jahresdurchschnitt (JD-UQN) und eine QN von 0,45 µg/l als zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) einzuhalten. Abb. 6-11 zeigt, dass die UQN von 0,08 nur im Oberlauf der kleinen Biela und in den Zuflüssen Spargrundbach und Rietzschke im Unterlauf des Müglitz-Einzugsgebietes eingehalten wird. Der Hauptteil der Cd-Konzentrationen liegt im Bereich von 0,1 bis 1 µg/l.

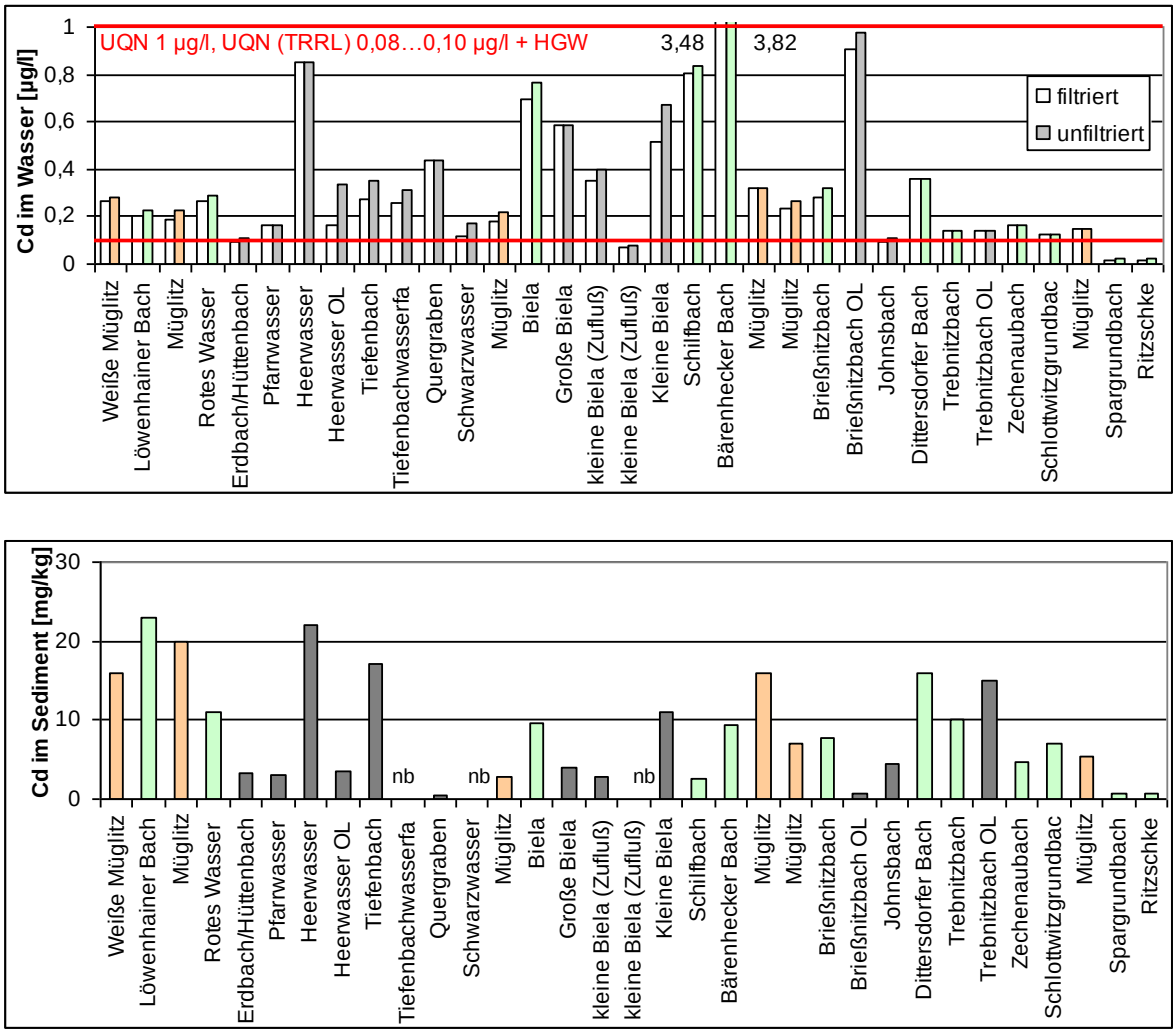


Abb. 6-11: Schwankungsbreite der Cd-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

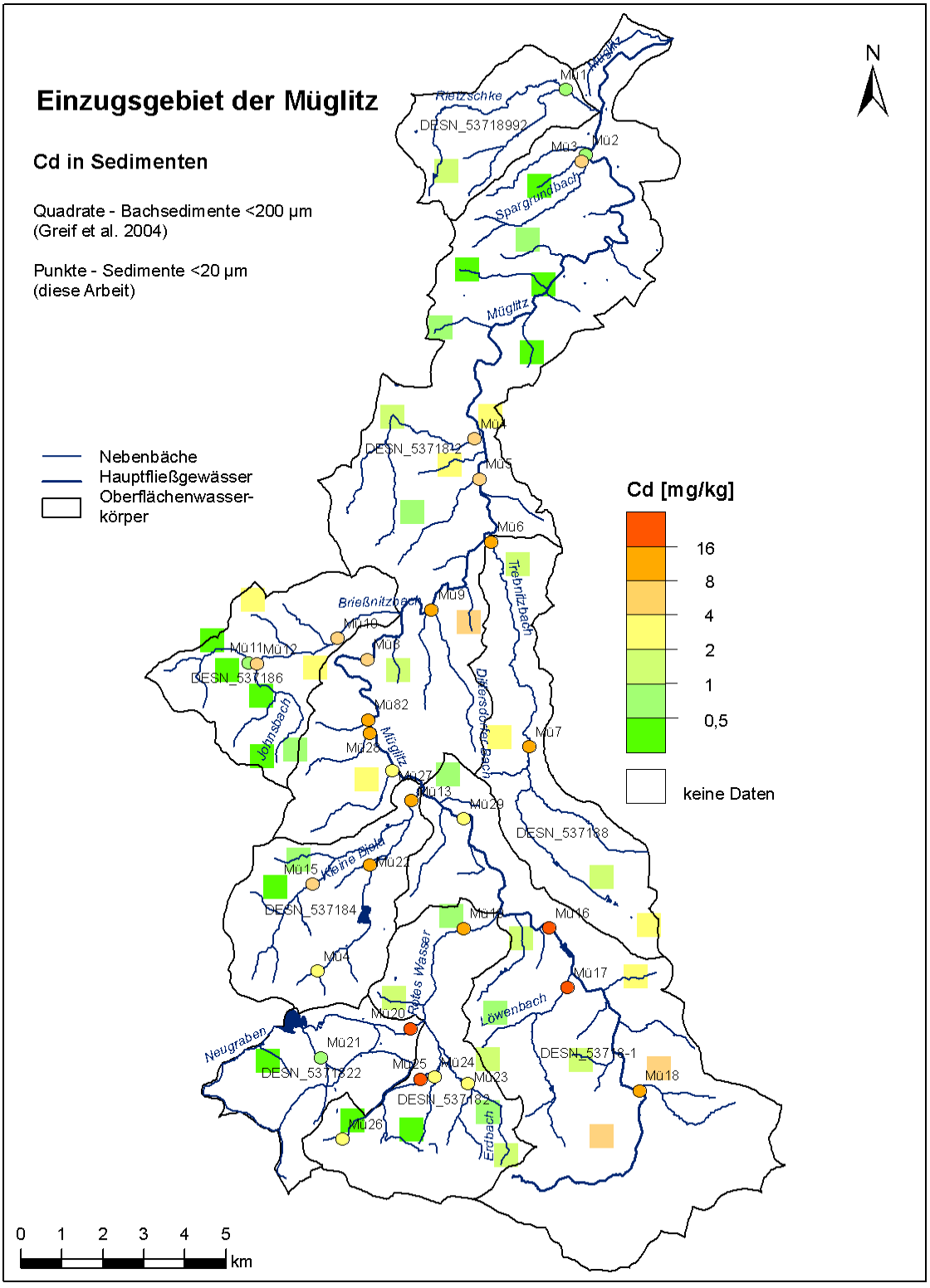


Abb. 6-12: Gegenüberstellung der Cd-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Quecksilber

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste liegt nach WEDEPOHL (1995) bei 0,056 mg/kg. Für einige sächsische Gesteine wurden Hg-Untersuchungen durchgeführt. Die mittleren Hg-Gehalte mesozoischer Sedimente liegen bei 0,030 mg/kg. Die sauren und intermediären Magmatite haben Medianwerte von 0,025 bis 0,030 mg/kg. Die mittleren Gehalte der Tonschiefer schwanken zwischen 0,075 und 0,120 mg/kg (BEUGE, 1976). Dabei nimmt der Hg-Gehalt der Sedimente mit deren Anteil an pelitischem Material zu. Die Hg-Gehalte der metamorphen Gesteine liegen deutlich unter denen ihrer sedimentären Ausgangsprodukte. Für Phyllite werden 0,008 – 0,014 mg/kg und für Gneise 0,020 mg/kg angegeben (KARDEL ET AL., 1996). Quecksilber spielt in den erzgebirgischen Mineralisationen praktisch keine Rolle. Bezogen auf die OWK errechnen sich lithogene Hg-Gehalte zwischen 0,02 und 0,05 mg/kg.

Bei Bodenuntersuchungen in Sachsen (RANK ET AL., 1999) wurde festgestellt, dass der Hg-Gehalt im mineralischen Oberboden gegenüber dem Unterboden deutlich erhöht ist, was auf einen verstärkten ubiquitären Eintrag hinweist. Aus den vorliegenden Daten jüngerer Bodenuntersuchungen lässt sich diese Tatsache zumindest für die Mittlung auf OWK der Müglitz nicht bestätigen (Oberböden 0,07 - 0,12 mg/kg, Unterböden 0,05 – 0,14 mg/kg).

Die Interpretation der Hg-Verteilung in den erzgebirgischen Bachsedimenten <200 µm wird durch die geringe Probendichte erschwert. Bezogen auf die OWK finden sich 0,05 bis 0,14 mg Hg/kg in den Bachsedimenten <200 µm (Tab. 6-11).

Tab. 6-11: Übersicht über die Hg-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Ge-	Unterbo-	Unterbo-	Unterbo-	Oberbo-	Bachsedi-	Sedi-	Was-
Korngröße	gesamt	<2 mm	<1 cm	<2 mm	<2 mm	<200µm	<20µm	unfiltr.
Aufschluss	Total	Total	Total	KW	KW	Total	KW-MW	HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	0,02	0,07	-	0,07	0,10	0,05	0,16	<0,1
DESN_53718-2	0,03	0,07	-	0,10	0,09	0,10	1,4	<0,1
DESN_537182	0,03	0,07	-	0,14	0,15	0,10	0,66	<0,1
DESN_5371822	0,03	0,07	-	0,05	0,09	-	2,9	<0,1
DESN_537184	0,03	0,07	-	0,10	0,07	0,14	0,20	<0,1
DESN_537186	0,03	0,07	-	0,09	0,10	0,07	0,14	<0,1
DESN_537188	0,02	0,07	-	0,09	0,12	0,08	0,30	<0,1
DESN_5371899	0,05	0,06	-	-	-	0,08	0,09	<0,1

- keine Angabe, * statistisch nicht gesichert

Das Element Quecksilber ist in der WRRL ebenfalls ein UQN-Element in der Wasserphase. In der Gesamtprobe werden 1 µg/l und in der gelösten Phase 0,05 µg/l (JD-UQN) bzw. 0,07 µg/l (ZHK-UQN) (nach EG-TochterRL) gefordert. Im Einzugsgebiet der Müglitz werden einzelne Werte über der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l (vgl.

Kap. 6.3) angetroffen, insbesondere im Revier Altenberg-Zinnwald im Oberlauf des Heerwassers, im Tiefenbachwasserfall und in der Kleinen Biela.

Diese Befunde decken sich partiell mit Befunden im Sediment <20 µm, wobei das Heerwasser (22 mg/kg) und der Tiefenbach (17 mg/kg) vermutlich die Hauptquecksilbersenken darstellen (Abb. 6-13). Hg-Gehalte >1 mg/kg im finden sich auch in der Müglitz unterhalb der Hg-führenden Zuflüsse der Biela und des Bärenhecker Baches.

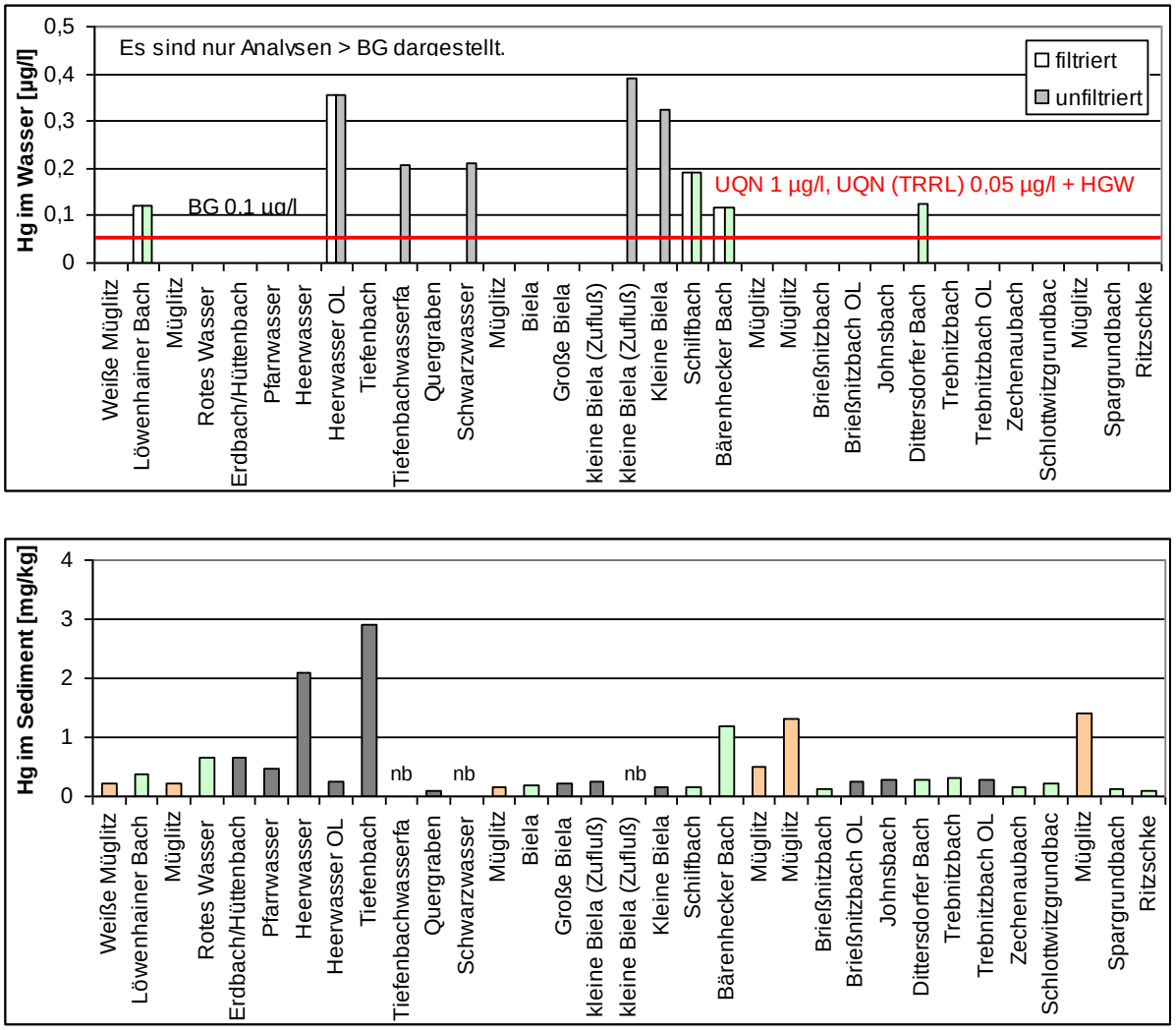


Abb. 6-13: Schwankungsbreite der Hg-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

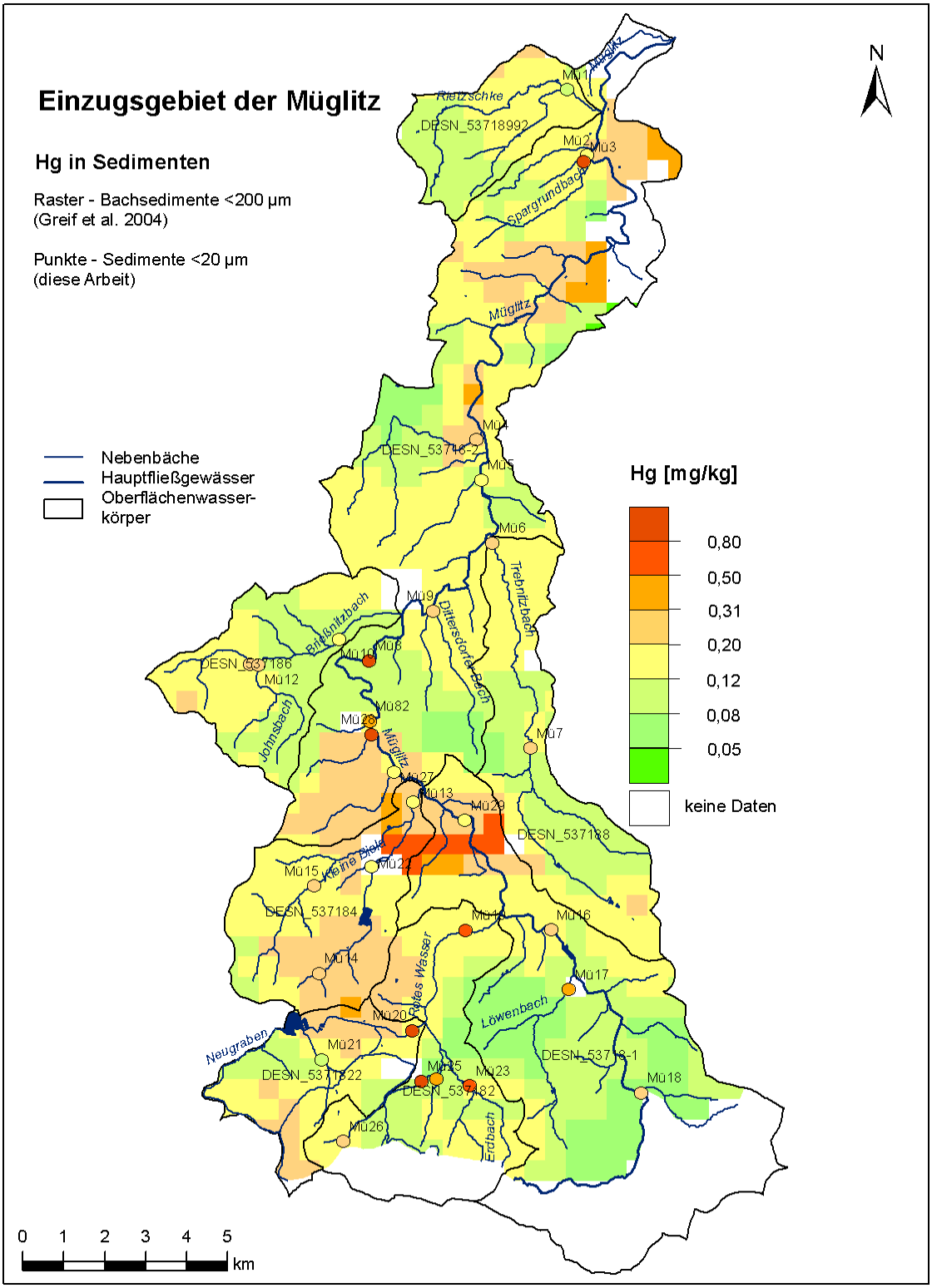


Abb. 6-14: Gegenüberstellung der Hg-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Blei

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste wird von WEDEPOHL (1995) mit 17 mg/kg angegeben. Über mittlere Pb-Gehalte (12-24 mg/kg) verfügen alle prävariszischen Metamorphite, Magmatite und Sedimentite. Erhöhte Pb-Gehalte (>24 mg/kg) treten in Rhyolithoiden auf (KARDEL ET AL. 1996). Innerhalb der variszischen Granite ist eine Differenzierung der Pb-Gehalte zu beobachten, z.B. im Schellerhauer Granit 40 mg/kg (KARDEL 2009). Chalkogen ist das Element Blei bevorzugt an Galenit in Gängen gebunden. Die Korrelation der Lage und Intensität von Pb-Anomalien mit dem Auftreten von Sulfidmineralisationen ist offensichtlich (HÖSEL ET AL. 1997). Im Osterzgebirge treten großflächig erhöhte Pb-Gehalte in den Böden auf. Dieses Gebiet ist in seiner Ausbreitung mit den erhöhten Pb-Gehalten in den Bachsedimenten identisch (PÄLCHEN ET AL. 1982) und resultiert sowohl aus geogenen und anthropogenen Quellen (RANK ET AL. 1999).

Bezogen auf die OWK errechnen sich folgende mittlere Pb-Gehalte: Gestein 21 bis 22 mg/kg, Unterboden 40 bis 64 mg/kg, Bachsedimente <200 µm 44 bis 110 mg/kg (Tab. 6-12). Es ist allerdings anzumerken, dass die Pb-Gehalte in den Bachsedimenten <200 µm vom Weißeritz-Einzugsgebiet ins Müglitz-Einzugsgebiet abnehmen und sich hier auf die östliche Seite konzentrieren. Die im EZG beprobten Böden weisen bezogen auf die OWK höhere Pb-Gehalte auf als der sächsische Durchschnitt (Unterböden 11 – 81 mg/kg, Oberböden 18 – 140 mg/kg).

Tab. 6-12: Übersicht über die Pb-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	22	64	64	49	78	76	130	0,29
DESN_53718-2	21	56	-	39	72	70	130	0,15
DESN_537182	22	62	63	53	96	110	210	0,45
DESN_5371822	22	56	70	91	140	90	140	0,54
DESN_537184	22	60	74	58	90	84	240	0,14
DESN_537186	22	63	66	47	87	72	150	<0,1
DESN_537188	22	64	-	75	89	74	160	<0,1
DESN_53718992	21	40	-	11	18	44	46	<0,1

- keine Angabe

Für Blei gilt gemäß EG-TochterRL eine UQN von 7,2 µg/l (JD-UQN) in der gelösten Wasserphase. Diese Norm wird generell eingehalten. Der höchste gelöste Pb-Gehalt wurde mit 4,1 µg/l im Wasser des Quergrabens gefunden (Abb. 6-21). Dort betrug der Anteil des gelösten Pb am Gesamt-Pb nahezu 100 %. Generell ist das Element Pb jedoch auch im Einzugsgebiet der Müglitz bevorzugt an die partikuläre Phase (bis zu 99 %) gebunden.

Im Sediment <20 µm reicht die Schwankungsbreite von 46 bis 350 mg/kg (Abb. 6-12). Extremwerte sind nicht zu verzeichnen. Für Schwebstoffe/Sedimente wurde noch kein QN-V unterbreitet, die Anwendung der Zielvorgabe

des UBA (2003) von 100 mg/kg ist für das Müglitz-Einzugsgebiet ungeeignet, da sie mit Ausnahme des Spargrundbaches und der Rietzschke flächendeckend überschritten wird.

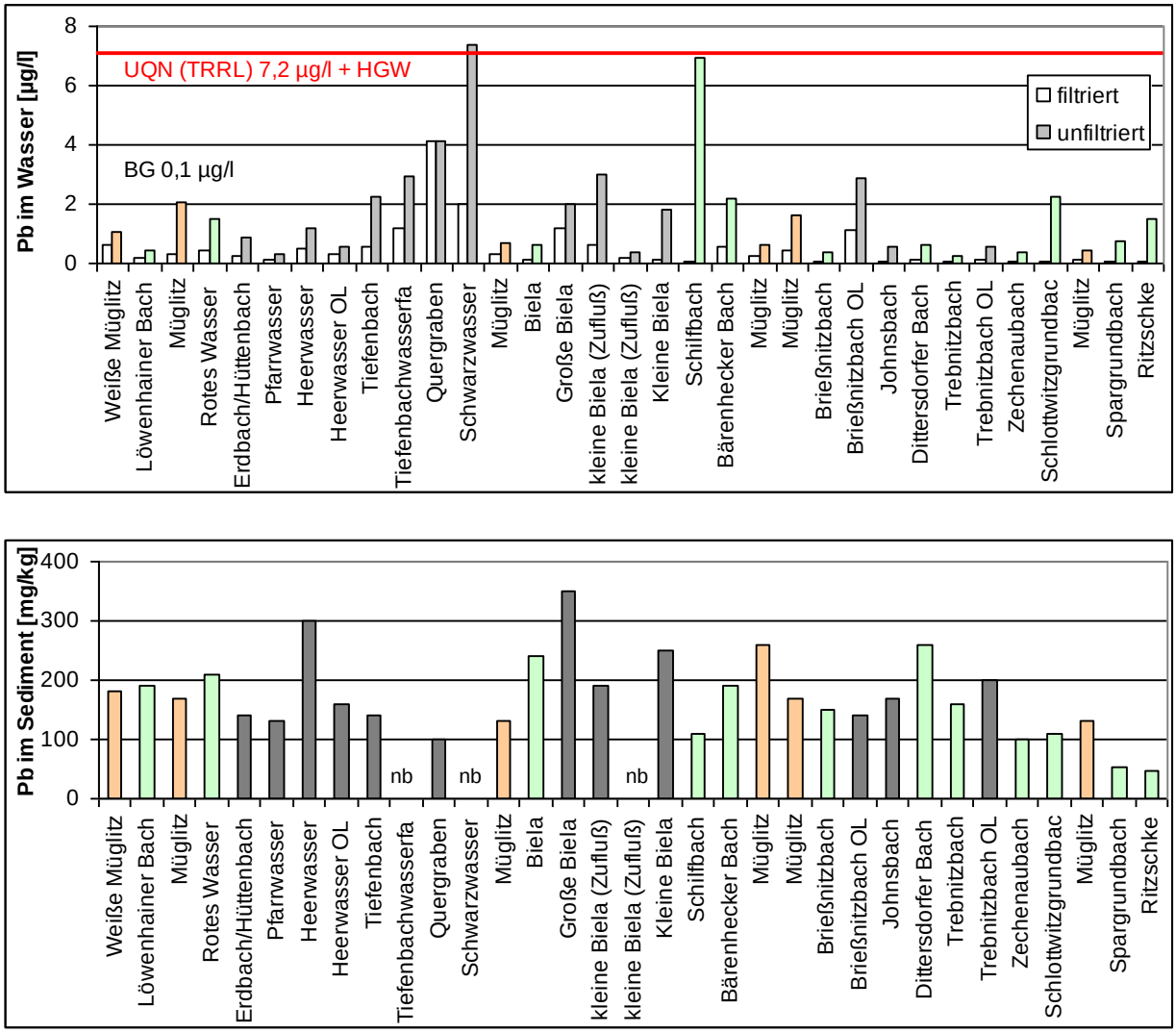


Abb. 6-14: Schwankungsbreite der Pb-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

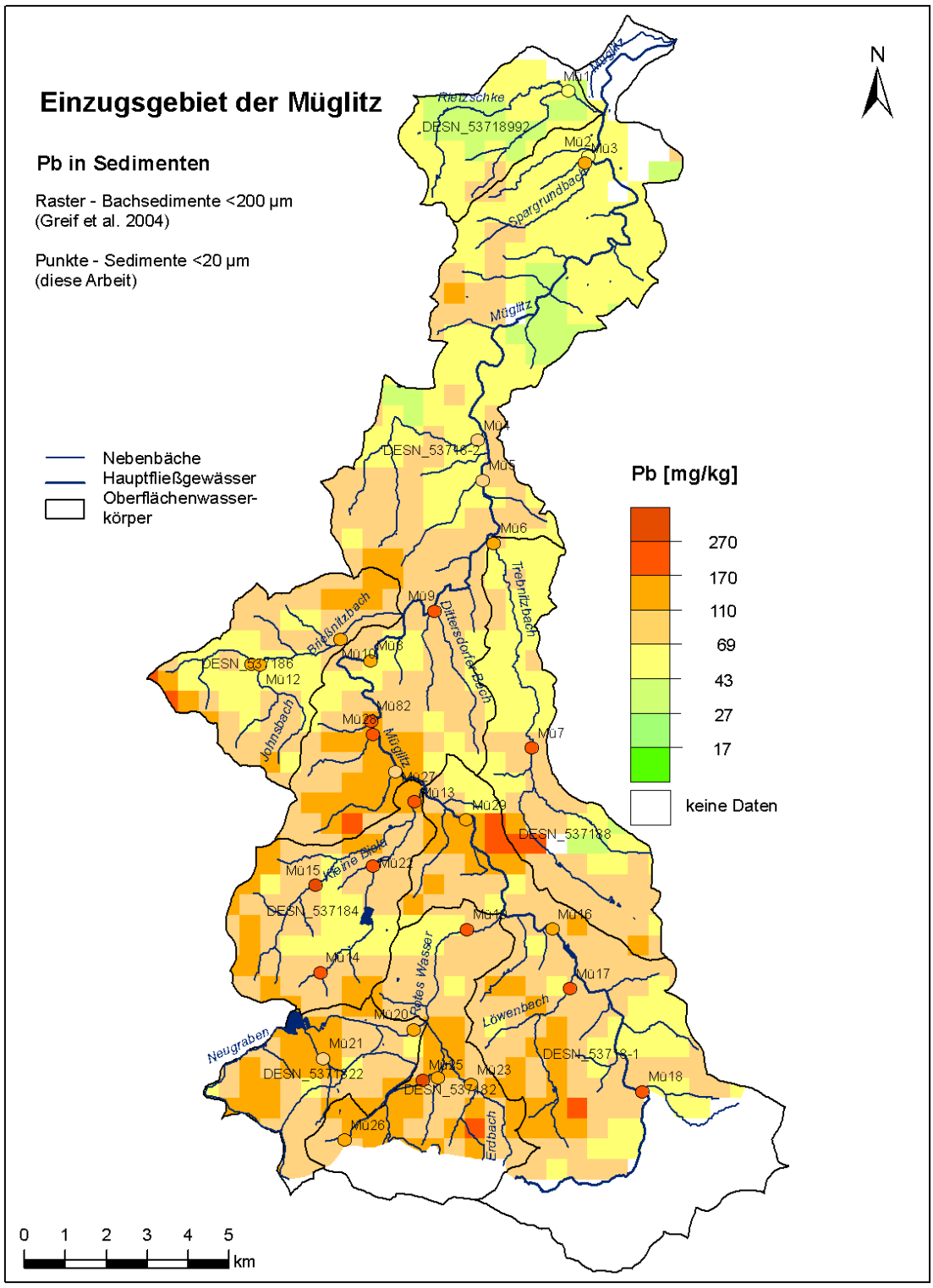


Abb. 6-15: Gegenüberstellung der Pb-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Nickel

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste (WEDEPOHL, 1995) von 19 mg/kg repräsentiert auch die Gesteine Sachsens mit einem mittleren Gehalt von 20 mg/kg. Ni zeigt wie Cr und Cu primär eine hohe Affinität zu basischen- und ultrabasischen Gesteinen. Niedrige Ni-Gehalte treten dagegen in sauren Magmatiten, Orthometamorphiten und Sedimenten der Kreide (<10 mg/kg) sowie intermediären Magmatiten (<20 mg/kg) auf (KARDEL ET AL., 1996). Chalkogen tritt Nickel wie Cobalt in der Quarz-Arsenid-Assoziation („Bi-Co-Ni-Formation") in Erscheinung (HÖSEL ET AL., 1997). Demnach reichen lithogene Ni-Gehalte in den OWK über einen weiten Bereich von 4 und 23 mg/kg (Tab. 6-13).

Aufgrund der erhöhten Ni-Gehalte der basischen Gesteine kommt es entsprechend der Verbreitung dieser Substrate zu flächenhaften oder punktförmigen anomal hohen Ni-Gehalten im Oberboden. Analog zum Cr werden über den Substraten der sauren Magmatite/Metamorphite und den periglaziären Decksedimenten die niedrigsten Ni-Gehalte in den Böden bestimmt. Im mineralischen Ober- und Unterboden sind die Ni-Verteilung und die Medianwerte nahezu identisch (RANK ET AL. 1999). Für die OWK errechnen sich mittlere Ni-Konzentrationen zwischen 12 und 25 mg/kg. Diese Differenzierung zeigt sich auch in den mittleren Gehalten (OWK-bezogen) jüngerer Bodenuntersuchungen (Unterböden 5 – 26 mg/kg, Oberböden 2 – 22 mg/kg).

Nickel spiegelt in den Bachsedimenten <200 µm ebenfalls die petrogeochemischen Verhältnisse der anstehenden Gesteine sehr gut wider (lithophiles Element) (Abb. 6-15). Besonders markant sind die geringen Gehalte über Metagranitoiden und -rhyolithoiden (11 – 19 mg/kg) sowie sauren Magmatiten, Rhyolithen und Kreidesandsteinen (<11 mg/kg) (GREIF ET AL. 2004), die die mittleren Ni-Gehalte in den OWK der Müglitz prägen (7 – 31 mg/kg) (Tab. 6-13).

Tab. 6-13: Übersicht über die Ni-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss Stat. Kenngröße Quelle	gesamt Total P50 I	<2 mm Total P50 II	<1 cm Total P50 III	<2 mm KW P50 IV	<2 mm KW P50 IV	<200µm Total P50 V	<20µm KW-MW Einzel VI	unfiltr. HNO_3 Einzel VII
DESN_53718-1	19	21	-	20	19	26	27	1,5
DESN_53718-2	23	25	-	18	15	30	57	1,2
DESN_537182	6,6	18	-	5,3	4,3	9,0	30	0,72
DESN_5371822	4,0	12	-	5,9	2,4	7,0	25	1,1
DESN_537184	4,6	15	-	6,6	5,4	8,0	24	1,9
DESN_537186	9,4	20	-	12	13	10	50	1,7
DESN_537188	19	21	-	26	22	26	58	1,7
DESN_53718992	15	21	-	6,5	8,5	31	26	1,0

- keine Angabe

Für Nickel gilt gemäß EG-TochterRL eine UQN von 20 µg/l (JD-UQN) in der gelösten Wasserphase, die an allen beprobten Punkten eingehalten wird. Der Bereich der analysierten Ni-Konzentrationen reicht von <0,1 bis 3,2 µg/l

(filtriert) in der Wasserphase. Wässer aus Gebieten mit sauren Gesteinen weisen im Müglitz-Einzugsgebiet generell Ni-Konzentrationen <2 µg/l auf (Abb. 6-16).

Die Ni-Gehalte in den Sedimenten <20 µm des Müglitzgebietes schwanken zwischen 8 und 73 mg/kg und verdeutlichen im Wesentlichen den lithogenen Einfluss der Gesteine und Böden, wobei wiederum die Sedimente aus den Gebieten mit den überwiegend sauren Gesteinstypen (Granit, Granitporphyr, Rhyolith) durch besonders geringe Ni-Gehalte (<30 mg/kg) geprägt sind (Abb. 6-16).

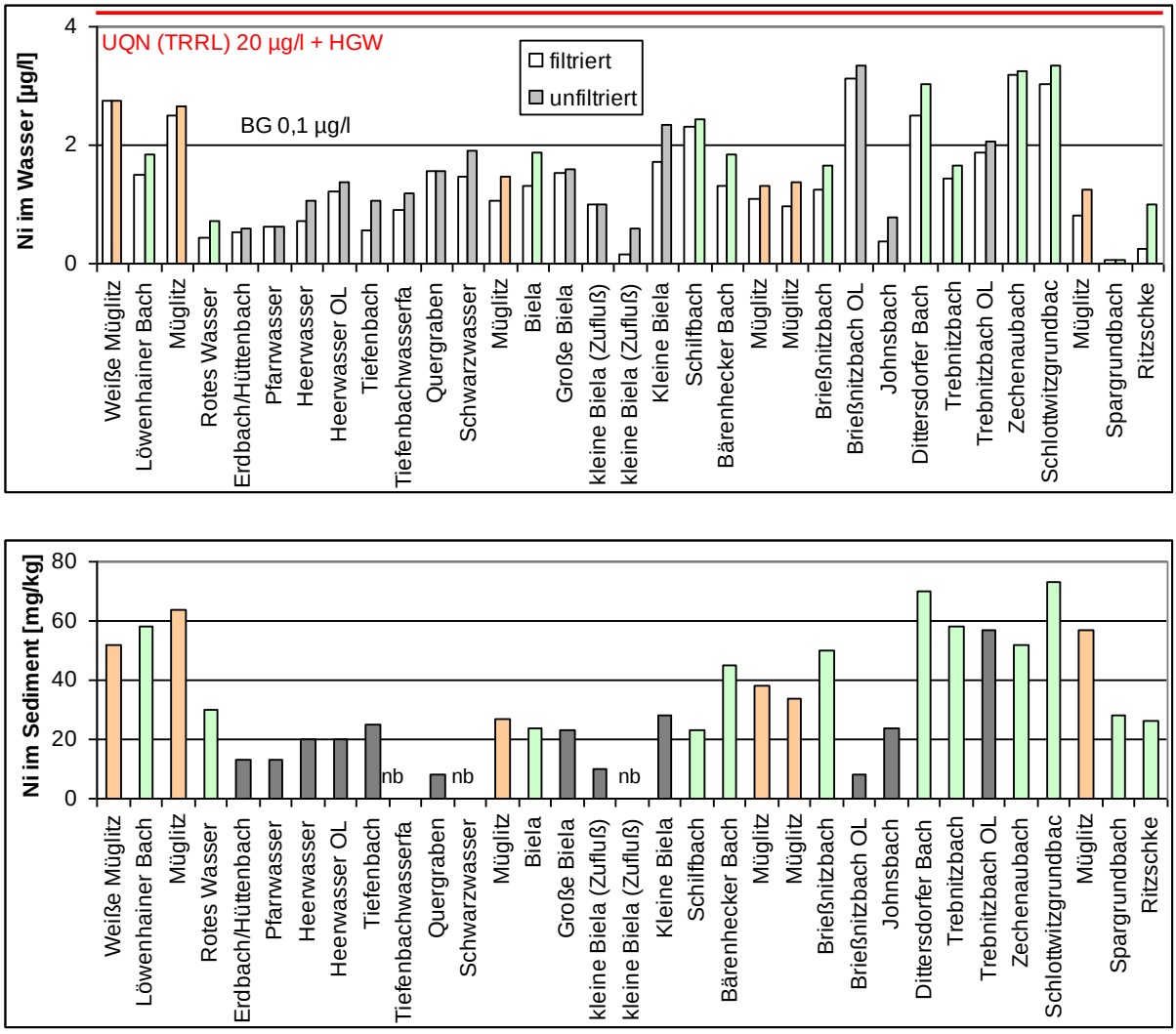


Abb. 6-16: Schwankungsbreite der Ni-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

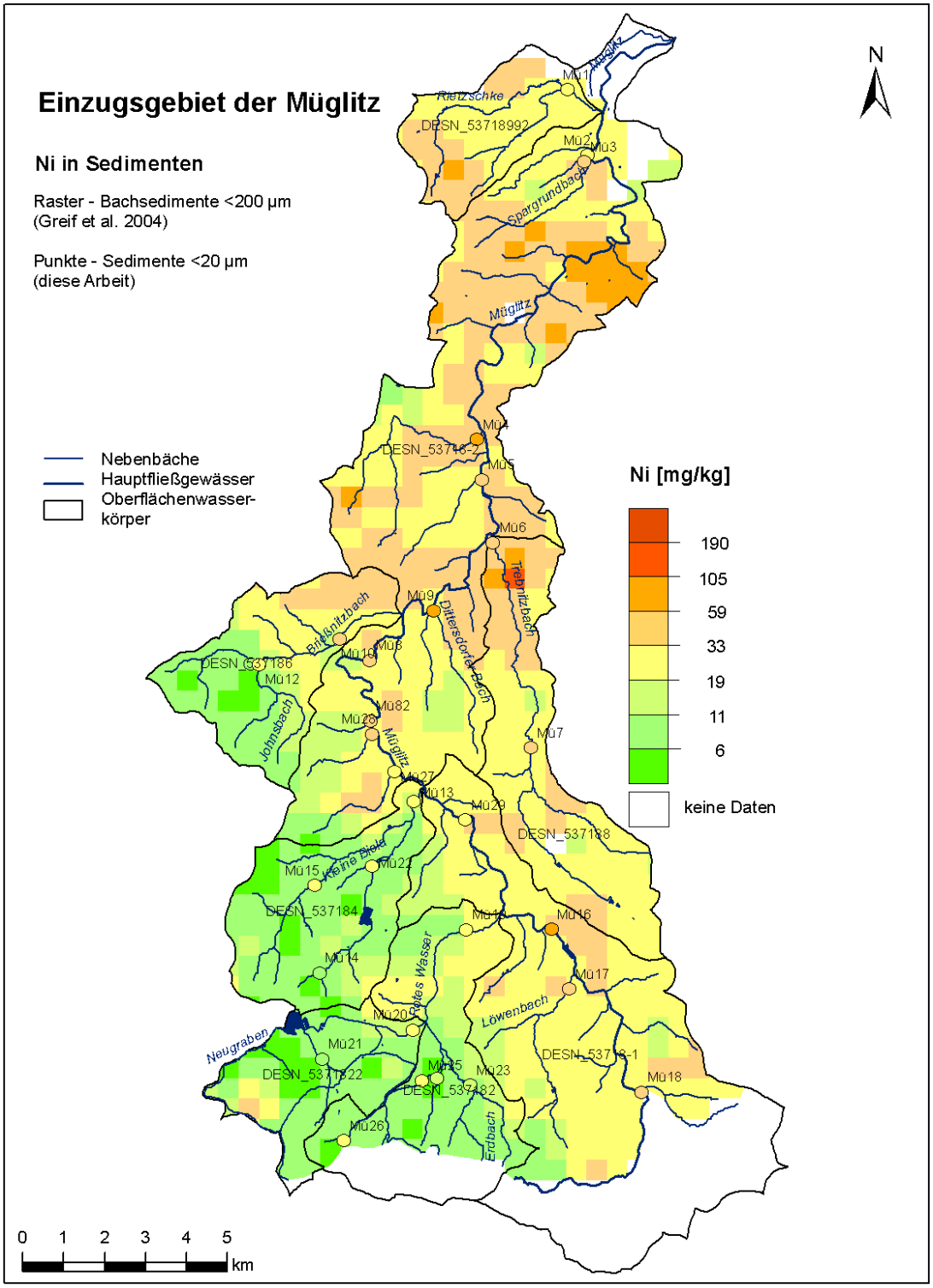


Abb. 6-17: Gegenüberstellung der Ni-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

4.10.5 Weitere Elemente

Silber

Der mittlere Ag-Gehalt der oberen kontinentalen Kruste beträgt nach WEDEPOHL (1995) 0,055 mg/kg.

Die Ag-Konzentrationen in der gelösten Phase der Fließgewässer des Müglitz-Einzugsgebietes lagen alle unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l. Der UQN-Entwurf von 0,02 (in der gelösten Phase) dürfte in der Praxis analytisch schwer zu erreichen sein. Allerdings wird Ag im Unterlauf der Müglitz in einigen Proben der unfiltrierten Wasserprobe in Konzentrationen bis zu 0,57 mg/kg nachgewiesen, die analytisch durch Wiederholungsbestimmungen bestätigt, jedoch derzeit nicht interpretiert werden können (Abb. 6-18).

In den Sedimenten <20 µm wurde das Element Silber nicht analysiert.

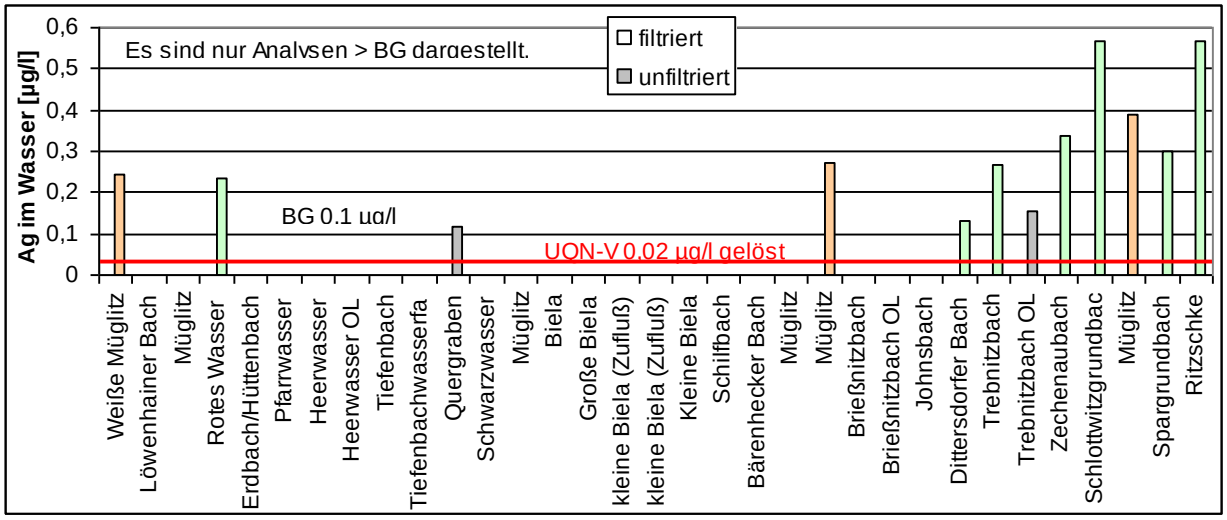


Abb. 6-18: Schwankungsbreite der Ag-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

Barium

Der mittlere Ba-Gehalt für die Gesteine Sachsens liegt mit 420 mg/kg unter dem Clarke der oberen kontinentalen Kruste (668 mg/kg) nach WEDEPOHL (1995). Niedrige Gehalte (<160 mg/kg) finden sich in Gebieten mit Sedimenten der Kreide, Jüngeren Graniten und osterzgebirgischen Rhyolithoiden. Mittlere Ba-Gehalte (320 – 640 mg/kg) treten in Metagranitoiden und –rhyolithoiden sowie den Sedimenten des Rotliegenden, des Tertiärs und Quartärs auf. Leicht erhöhte Gehalte (640 – 1280 mg/kg) weisen z.B. Phyllite und Paragneise auf. Die Differenzierung innerhalb der Magmatite zeigt eine deutliche Ba-Anreicherung in intermediären Gesteinen (KARDEL et al., 1996). Bezogen auf die OWK differenzieren sich die petrogeochemischen Ba-Gehalte zwischen 300 und 680 mg/kg (Tab. 6-14).

Für Böden liegen nur Analysen aus der pedogeochemischen Prospektion (Fraktion <1 mm) vor, die jedoch einen guten Bezug zum Gestein bieten. Bezogen auf die im Prospektionsgebiet liegenden OWK werden mittlere Ba-Gehalte von 250 bis 740 mg/kg ausgewiesen.

In den Bachsedimenten <200 µm (Abb. 6-20) finden sich analog zu den Gesteinen niedrige Ba-Gehalte über Graniten, Rhyolithoiden und Kreidesandsteinen (<320 mg/kg). Mittlere Ba-Gehalte (bis 560 mg/kg) weisen Bachsedimente im Bereich der Metagranitoide und –rhyolithoide auf. Erhöhte Ba-Gehalte (bis 800 mg/kg) werden in

Bachsedimenten über Phylliten und Gneisen nachgewiesen. Bezogen auf die OWK-Körper ergibt sich eine ähnliche Differenzierung der Ba-Gehalte zwischen 360 und 680 mg/kg analog der petrogeochemischen Einheiten.

Tab. 6-14: Übersicht über die Ba-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	680	-	740	-	-	680	330	77
DESN_53718-2	580	-	-	-	-	600	480	87
DESN_537182	570	-	660	-	-	590	600	96
DESN_5371822	430	-	250	-	-	360	580	84
DESN_537184	460	-	450	-	-	520	820	99
DESN_537186	600	-	640	-	-	620	560	84
DESN_537188	680	-	-	-	-	680	510	81
DESN_53718992	300	-	-	-	-	420	150	63

- keine Angabe

In den untersuchten Proben schwanken die Ba-Gehalte in den Sedimenten <20 µm zwischen 90 und 1400 mg/kg, wobei der UQN-V von 430 mg/kg in 18 von 30 Proben überschritten wird. In Anbetracht des Clarke-Wertes der oberen kontinentalen Kruste von 668 mg/kg (WEDEPOHL 1995) und des mittleren Ba-Gehalts für die sächsischen Gesteine von 420 mg/kg (KARDEL ET AL. 1996) erscheint der UQN-Vorschlag zu gering.

In den Fließgewässern zeigen sich Ba-Konzentrationen zwischen 38 und 182 µg/l. Hier treten die Überschreitungen des UQN-V von 60 µg/l (ohne HGW) nahezu flächendeckend auf (Abb. 6-19).

Eine generelle Abhängigkeit von den lithogenen Gegebenheiten ist aus den Gehalten in den Sedimenten und Wässern nicht abzuleiten.

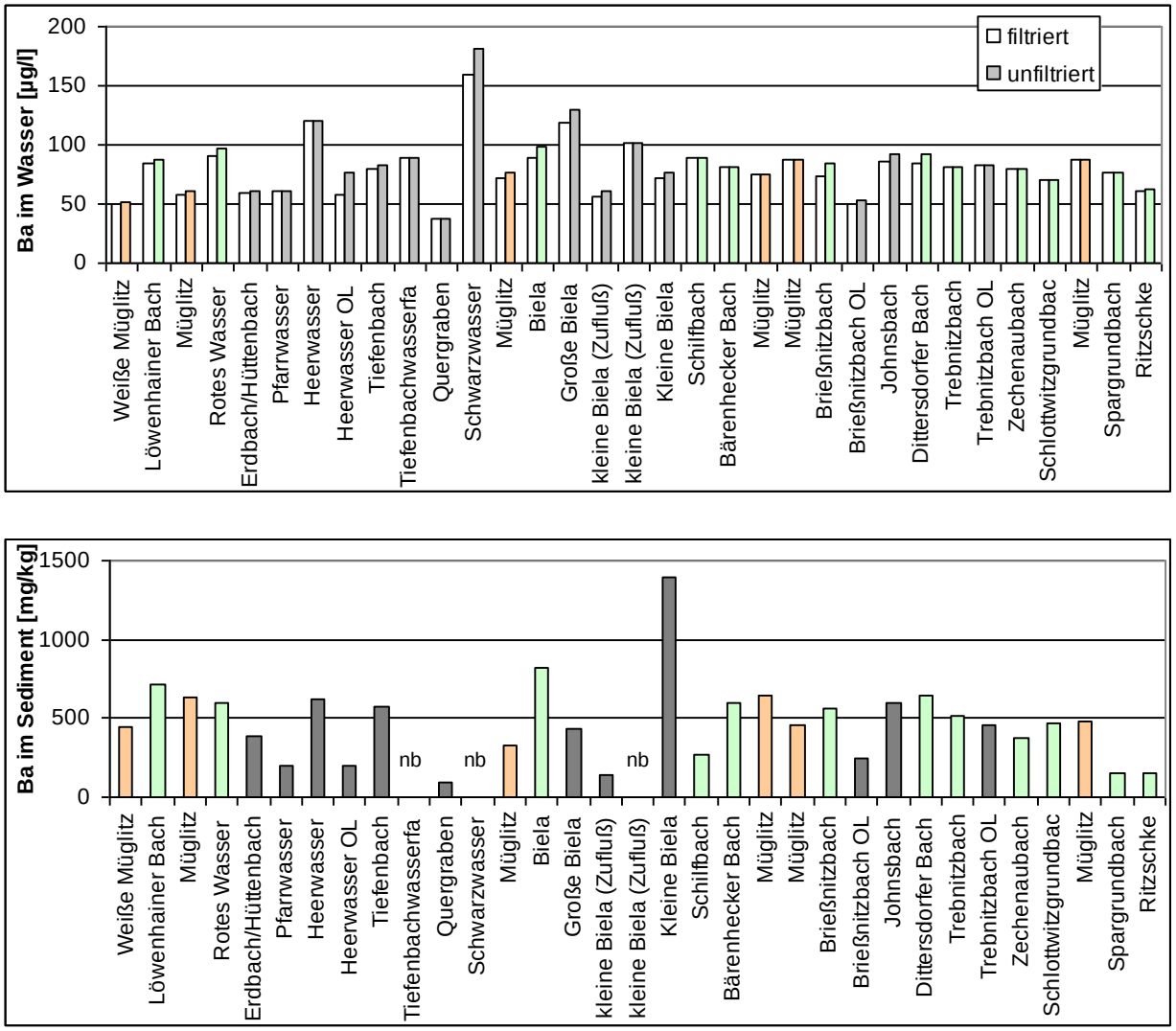


Abb. 6-19: Schwankungsbreite der Ba-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

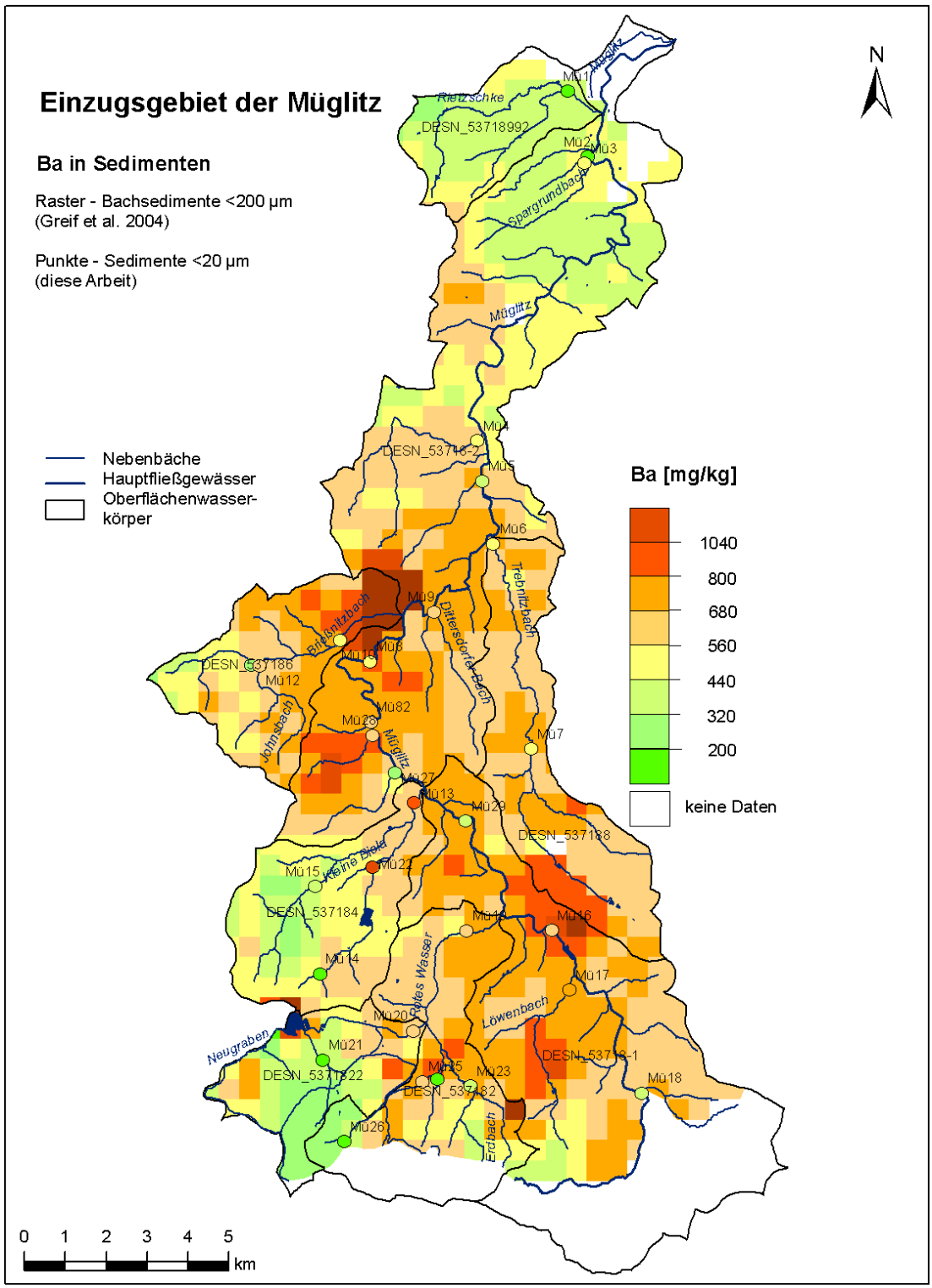


Abb. 6-20: Gegenüberstellung der Ba-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Beryllium

Der Clarke der oberen kontinentalen Kruste nach WEDEPOHL (1995) beträgt 3,1 mg/kg. Die Schwankungsbreite für die sächsischen Gesteine wird als hoch eingeschätzt: die niedrigsten Gehalte finden sich in periglazialen Sanden und Kreidesandsteinen (<1 mg/kg), die höchsten Gehalte in Graniten des Jüngeren Intrusivkomplexes (12 mg/kg). Aufgrund der geochemischen Spezialisierung der Granite des Jüngeren Intrusivkomplexes und des damit genetisch und räumlich verbundenen Auftretens von Sn-Mineralisationen kann es dort zu Be-Anreicherungen kommen (RANK ET AL., 1999). Für die OWK ergibt sich eine petrogeochemische Spezialisierung von 1,4 bis 3,6 mg/kg (Tab. 6-15).

Die regionale Verteilung der Be-Gehalte in den Böden widerspiegelt in hohem Maße die geogene Spezialisierung der Substrate. Die niedrigsten Be-Gehalte im mineralischen Oberboden (<1 mg/kg) finden sich über den sandigen, periglaziären Decksedimenten, Sandstein und über Löss/Sandlöss. Die Gehalte in Verwitterungsböden über Festgestein heben sich mit 2 bis 5 mg/kg deutlich davon ab. Für die OWK glättet sich die Differenzierung der Unterböden (Sachsen) (2,1 bis 2,7 mg/kg). Deutlicher wird die lithogene Differenzierung bei der Auswertung der pedogeochemischen Daten, hier werden für die einbezogenen OWK Be-Gehalte zwischen 2,5 und 4,4 mg/kg ausgewiesen.

In den Bachsedimenten <200 µm werden geringe Be-Gehalte (<2,9 mg/kg) im Müglitz-EZG nur über Kreidesandsteinen und Phylliten angetroffen. Demgegenüber zeichnen sich die Bachsedimente über den Jüngeren Graniten des Osterzgebirges durch deutlich erhöhte Be-Gehalte (>4,6 mg/kg) aus (Abb. 6-22). Für die OWK bedeutet dies eine Spanne von 2,5 bis 8,0 mg/kg (Tab. 6-15).

Tab. 6-15: Übersicht über die Be-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss Stat. Kenngröße Quelle	gesamt Total P50 I	<2 mm Total P50 II	<1 cm Total P50 III	<2 mm KW P50 IV	<2 mm KW P50 IV	<200µm Total P50 V	<20µm KW-MW Einzel VI	unfiltr. HNO_3 Einzel VII
DESN_53718-1	2,5	2,5	3,3	-	-	5,0	28	0,39
DESN_53718-2	2,2	2,5	-	-	-	3,5	9,6	0,11
DESN_537182	3,0	2,6	4,4	-	-	8,0	35	0,78
DESN_5371822	3,1	2,7	4,8	-	-	6,0	32	0,62
DESN_537184	3,6	2,6	4,0	-	-	7,0	75	2,1
DESN_537186	2,8	2,5	2,5	-	-	4,5	17	0,50
DESN_537188	2,3	2,5	-	-	-	3,0	5,1	<0,1
DESN_53718992	1,4	2,1	-	-	-	2,5	0,92	<0,1

- keine Angabe

Bei der aktuellen Beprobung kann ebenfalls der Einfluss der spezialisierten Granite sowohl im Wasser als auch in den Sedimenten im Oberlauf der Müglitz nachgewiesen werden (Abb. 6.21). Die Ähnlichkeit zwischen dem Verlauf der Be-Konzentrationen in Wässern und Sedimenten ist (mit Ausnahme des Oberlaufs der Brießnitz) bemer-

kenswert. Im Gebiet werden Be-Konzentrationen von 0,11 bis 3,0 µg/l im Wasser und 0,92 bis 140 mg/kg im Sediment <20 µm erreicht.

Der QN-V für Sedimente hat eine Spanne von 0,4 bis 4 mg/kg, deren oberer Grenze nur 3 Analysen des Einzugsgebietes genügen. Bei den Wässern wird der QN-V von 0,1 µg/l bei der Mehrheit der Analysen nicht erreicht.

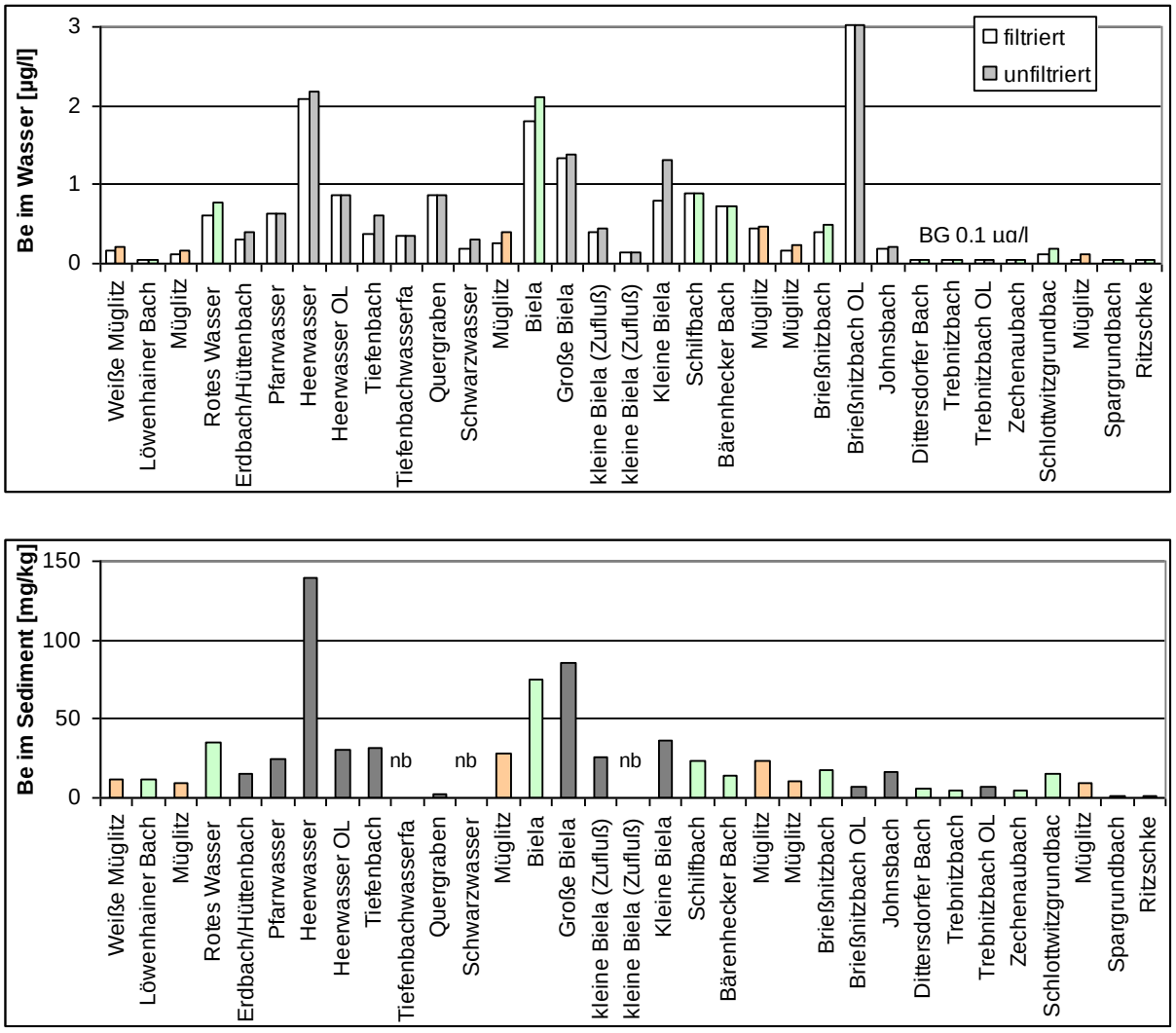


Abb. 6-21: Schwankungsbreite der Be-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

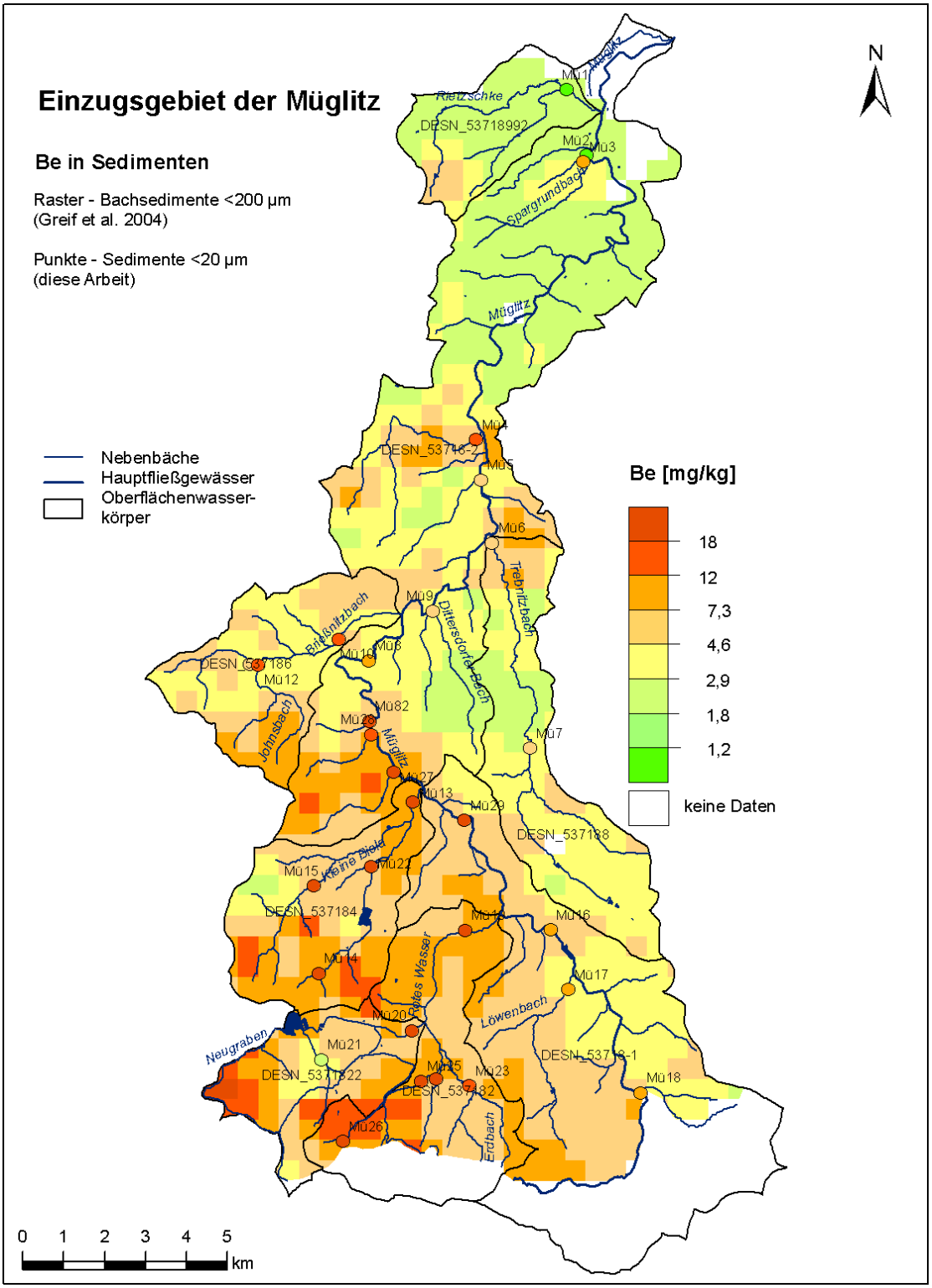


Abb. 6-22: Gegenüberstellung der Be-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Bismut

Der Clarkewert der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,12 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Für Sachsen liegen relativ wenige Untersuchungen von Gesteinen vor. Durch FÖRSTER et al. (1999) wurden im Granit von Schellerhau 12 mg/kg Bi gefunden. Für alle anderen bisher untersuchten Gesteinsgruppen sind Gehalte <0,2 mg/kg typisch (RANK et al. 1999). Besondere Aufmerksamkeit ist den Mineralisationsprozessen im Erzgebirge zu schenken, die mit einer starken Bi-Anreicherung in den Gesteinen/Böden genetisch verbunden ist. Neben den hydrothermalen Gangvererzungen der Quarz-Arsenid-Assoziation („Bi-Co-Ni-Formation“) und der Karbonat-Pechblende-Assoziation kommt es untergeordnet auch bei der Bildung der Zinnvererzungen (Altenberg – Schellerhau) und in polymetallischen Lagerstätten zur Bi-Akkumulation. Maßgebliche anthropogene Einträge erfolgten in der Vergangenheit vor allem bei der Verhüttung dieser Erze. Die Bi-Gehalte im mineralischen Oberboden zeigen die für die Erzelemente charakteristische regionale Verteilung: niedrige Gehalte über den Substraten der periglaziären Deckschichten und Löss - hohe Gehalte in den Verwitterungsböden über Festgesteinen des Erzgebirges. Kleinere lokale Maxima befinden sich im Osterzgebirge (Raum Altenberg: z.B. Granit von Schellerhau). Eine verstärkte Bindung von Bi an die organische Substanz ist wahrscheinlich. Besonders hohe Gehalte finden sich vor allem in der Kammregion des Erzgebirges und im Einflussbereich von Emittenten (Hütten).

Die Berechnung der Bi-Hintergrundwerte für die Unterböden in den OWK (0,18 bis 0,55 mg/kg) geben einen Anhaltspunkt für die Größenordnung und die Schwankungsbreite der Bi-Gehalte im Einzugsgebiet der Müglitz.

In den Sedimenten <20 µm wurden keine Bi-Konzentrationen analysiert. Die Bi-Konzentrationen in der Wasserphase lagen mit Ausnahme der Müglitz am Punkt MÜ8 (3,0 µg/l) unter der Bestimmungsgrenze von 0,5 µg/l. Für Bi existieren keine UQN-Vorgaben.

Cobalt

Der mittlere Co-Gehalt in den sächsischen Gesteinen beträgt wie der Clarke der oberen kontinentalen Kruste 12 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Co ist gemeinsam mit Cr, Cu, Ni, Fe und Mn hauptsächlich in basischen bis ultrabasischen Gesteinen angereichert. Eine deutliche Co-Verarmung (1 – 4 mg/kg) ist in sauren bis intermediären Magmatiten des Erzgebirges und in Sedimenten der Kreide anzutreffen (KARDEL ET AL., 1996). Aufgrund der hohen Anteile von sauren Gesteinen im westlichen EZG differenziert sich der petrogeochemische Co-Anteil in den OWK von 2,3 bis 11 mg/kg (Tab. 6-16).

Tab. 6-16: Übersicht über die Co-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	7,7	-	6,9	8,2	8,4	6,5	7,7	<0,1
DESN_53718-2	11	-	-	8,4	8,7	7,0	19	0,11
DESN_537182	3,8	-	4,3	4,1	3,7	4,0	18	0,10
DESN_5371822	2,3	-	2,0	1,0	1,0	1,5	32	0,46

DESN_537184	2,7	-	3,1	3,3	5,1	3,5	22	1,1
DESN_537186	5,4	-	4,6	7,1	6,1	4,5	18	<0,1
DESN_537188	8,6	-	-	8,3	8,6	6,0	17	<0,1
DESN_53718992	7,0	-	-	-	.-	9,0	10	<0,1

- keine Angabe

Die Böden zeigen ebenfalls die beschriebene lithogene Differenzierung in den OWK (Tab. 6-16): Unterböden pedogeochemische Prospektion 2,0 – 6,9 mg/kg, reale Unterböden 1,0 – 8,4 mg/kg, reale Oberböden 1,0 – 8,7 mg/kg.

Die Co-Gehalte in den Bachsedimenten <200 µm des Müglitzeinzugsgebietes differieren ebenfalls deutlich aufgrund ihres geologischen Untergrunds. Die geringsten Co-Gehalte (<6 mg/kg) besitzen die Bachsedimente im Einzugsbereich der Granite, Rhyolithe und Gneise. Bachsedimente über Phylliten erreichen mittlere Co-Gehalte bis max. 18 mg/kg. Deutlich positive Co-Anreicherungen treten in Bachsedimenten im EZG selten auf, da basische Gesteine gering verbreitet sind (Abb. 6-24).

Im Untersuchungsgebiet schwanken die Co-Konzentrationen im Wasser zwischen <0,1 und 1,4 µg/l, wobei ein Zusammenhang zum geologischen Untergrund nur selten (Weiße Müglitz) zu sehen ist. In den Sedimenten <20 µm zeigt sich dieser Zusammenhang deutlicher (Oberlauf Müglitz bis Mündung Rotes Wasser, Schlottwitzgrundbach). Dabei sind auch mineralisationsbedingte Zusammenhänge und/oder Folgen der Aufbereitung (Tiefenbach, Biela) wahrscheinlich. Generell schwanken die Co-Gehalte in den Sedimenten <20 µm zwischen 3,9 und 39 mg/kg (Abb. 6-23).

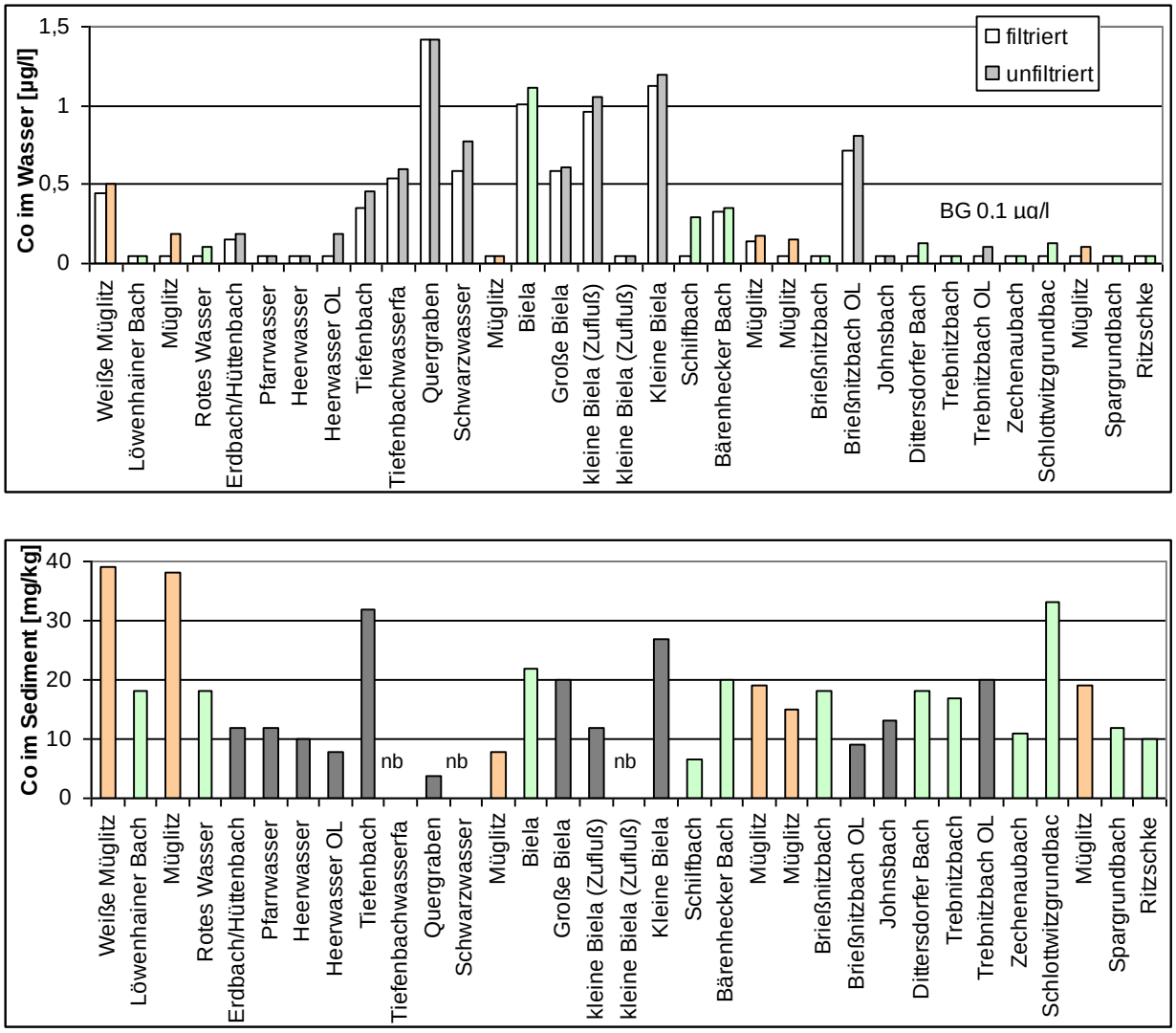


Abb. 6-23: Schwankungsbreite der Co-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

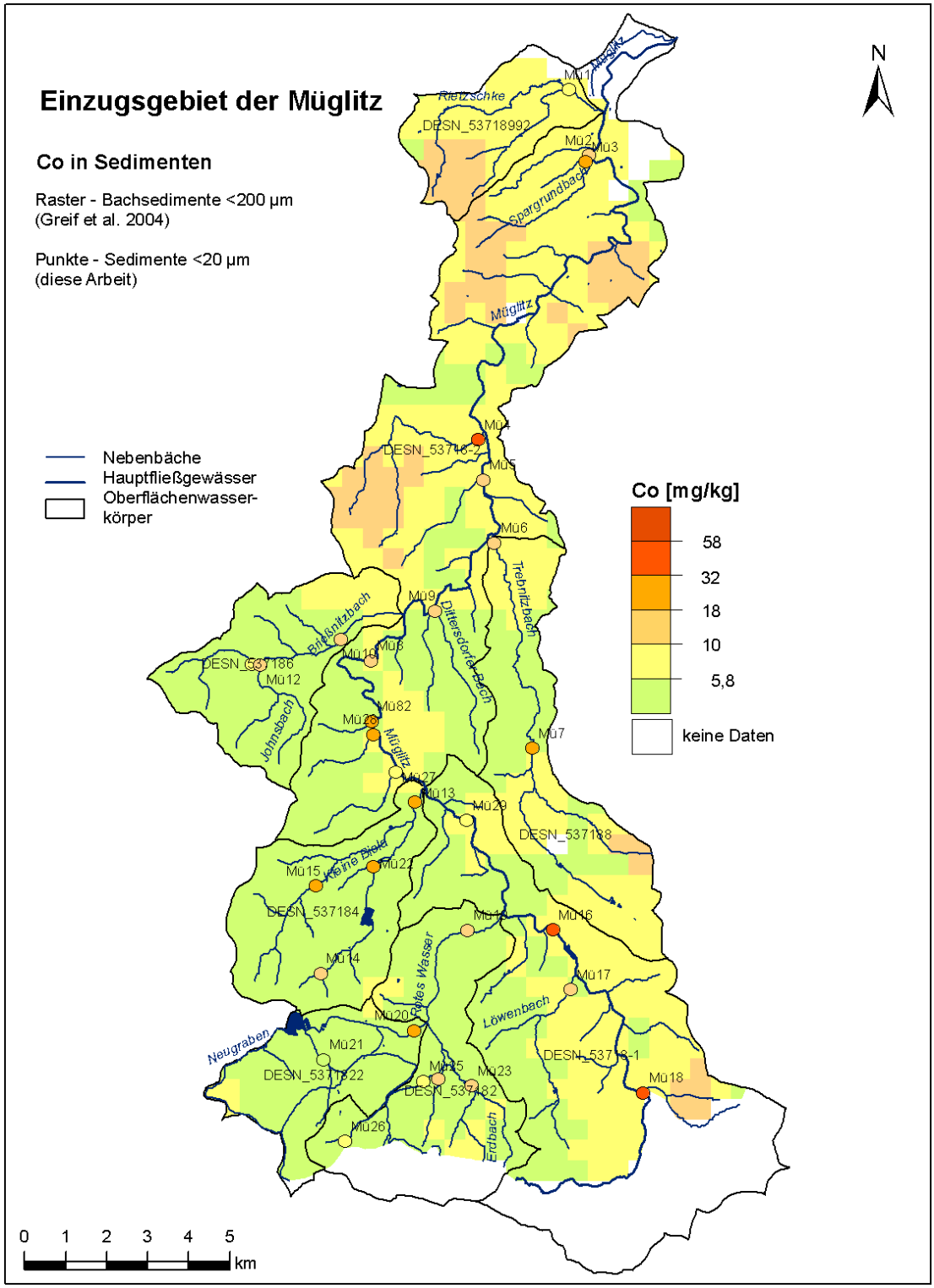


Abb. 6-24: Gegenüberstellung der Co-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Molybdän

Die Mo-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 1,4 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Für die sächsischen Gesteine liegen nur wenige Daten vor. Die regionale Verteilung der Mo-Gehalte ist in den sächsischen Böden durch die geogene Spezialisierung der Substrate bestimmt, wobei die Verwitterungsböden über Festgestein die höchsten Gehalte aufweisen. Chalkogene Mo-Anreicherungen finden sich vor allem in Bereichen mit Wolfram-Molybdän- und Zinn-Wolfram-Mineralisationen gemeinsam mit Bi, W, F und Be. Die Mo-Verteilung in den mineralischen Ober- und Unterböden differiert stark voneinander. Möglicherweise wird damit der erhöhte ubiquitäre, luftgetragene Eintrag widergespiegelt (analog Pb und Bi). Die Mo-Maxima im Unterboden werden fast ausschließlich von den bereits beschriebenen geogenen Prozessen verursacht (RANK ET AL. 1999). Eine Mo-Anreicherung (> 4 mg/kg) in den Bachsedimenten <200 µm ist im Bereich der Sn-Mineralisationen im südöstlichen Teil des Einzugsgebietes zu erkennen (Abb. 6-26).

Bei den aktuellen Untersuchungen fallen besonders die punktuell stark erhöhten Mo-Gehalte in den Oberflächenwässern (20 - 50 µg/l) auf, die primär mineralisationsbedingt und besonders unterhalb von Lokalitäten der Halden der Aufbereitungsrückstände (Tiefenbach, Biela) zu finden sind. Im weiteren Verlauf ist das Mo auch in der Wasserphase der Müglitz in Konzentrationen von 10 bis 15 µg/l anzutreffen (Abb. 6-25). Das gleiche Bild zeigt sich auch in den Sedimenten <20 µm. Der Maximalgehalt von 259 mg/kg wurde in der kleinen Biela unterhalb der Spülhalde Altenberg gefunden. Die Biela (97 mg/kg) ist vermutlich der Haupteinträger von Mo in die Müglitz (bis 54 mg/kg). Die angesprochenen Mo-Konzentrationen liegen über den UQN-Vorschlägen für Wässer von 7 µg/l (+HGW) und Sedimenten von 8 mg/kg.

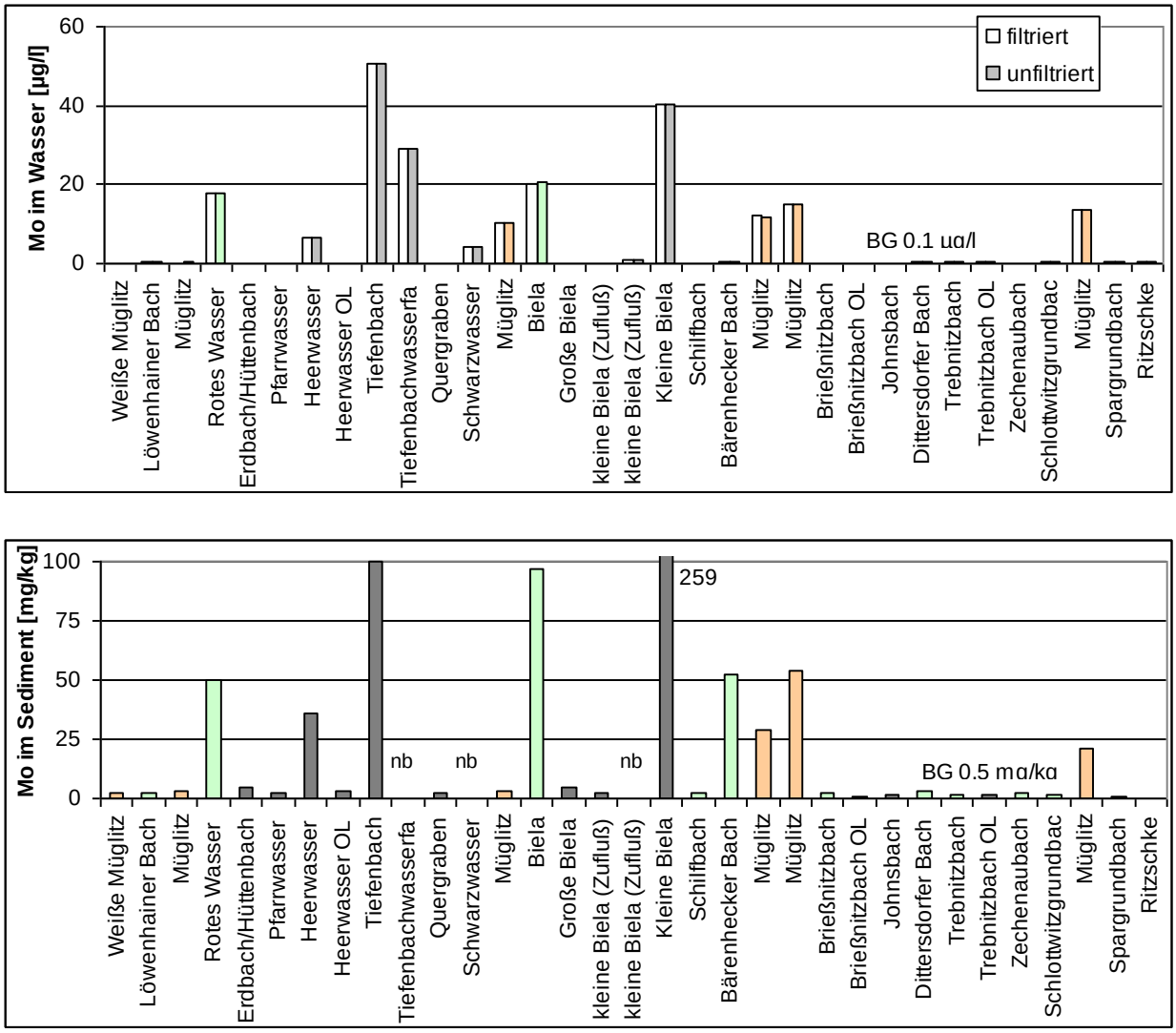


Abb. 6-25: Schwankungsbreite der Mo-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

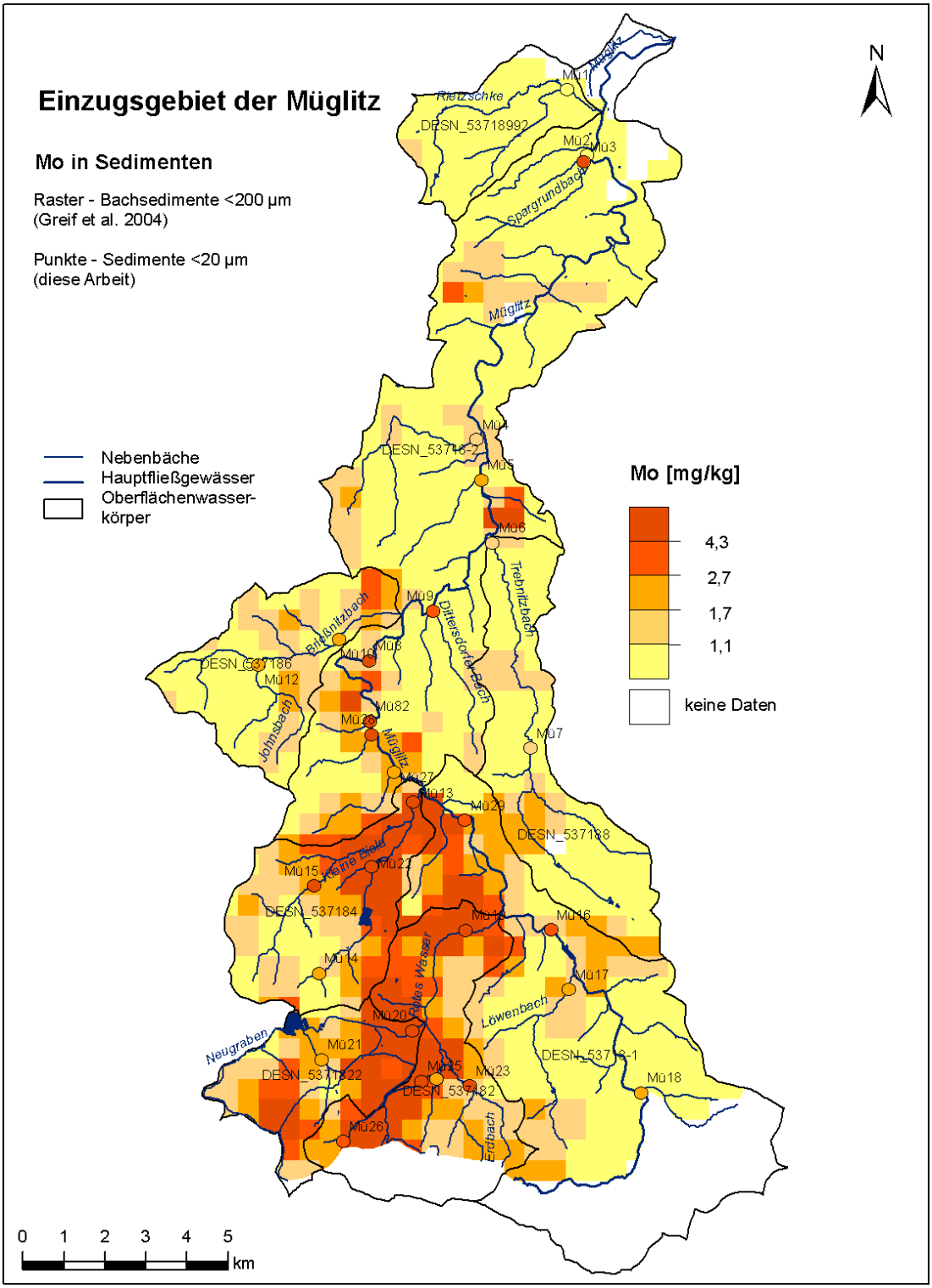


Abb. 6-26: Gegenüberstellung der Mo-Gehalte in Sedimenten <200 µm (Raster, Totalgehalte, GREIF ET AL. 2004) und <20 µm (Punkte, Königswasser, diese Arbeit) im Einzugsgebiet der Müglitz

Antimon

Die Sb-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,31 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). In den Böden des Untersuchungsgebietes konnten mittlere OWK-bezogene Sb-Gehalte zwischen <1 und 1,5 mg/kg berechnet werden.

Die Sb-Konzentrationen liegen in den Wässern zwischen <0,1 und 0,14 µg/l und in den Sedimenten <20 µm zwischen 0,82 und 3,1 mg/kg (Abb. 6-27). Der QN-V von 20 µg/l (Wasser) bzw. 110 mg/kg (Sediment) wird nicht tangiert.

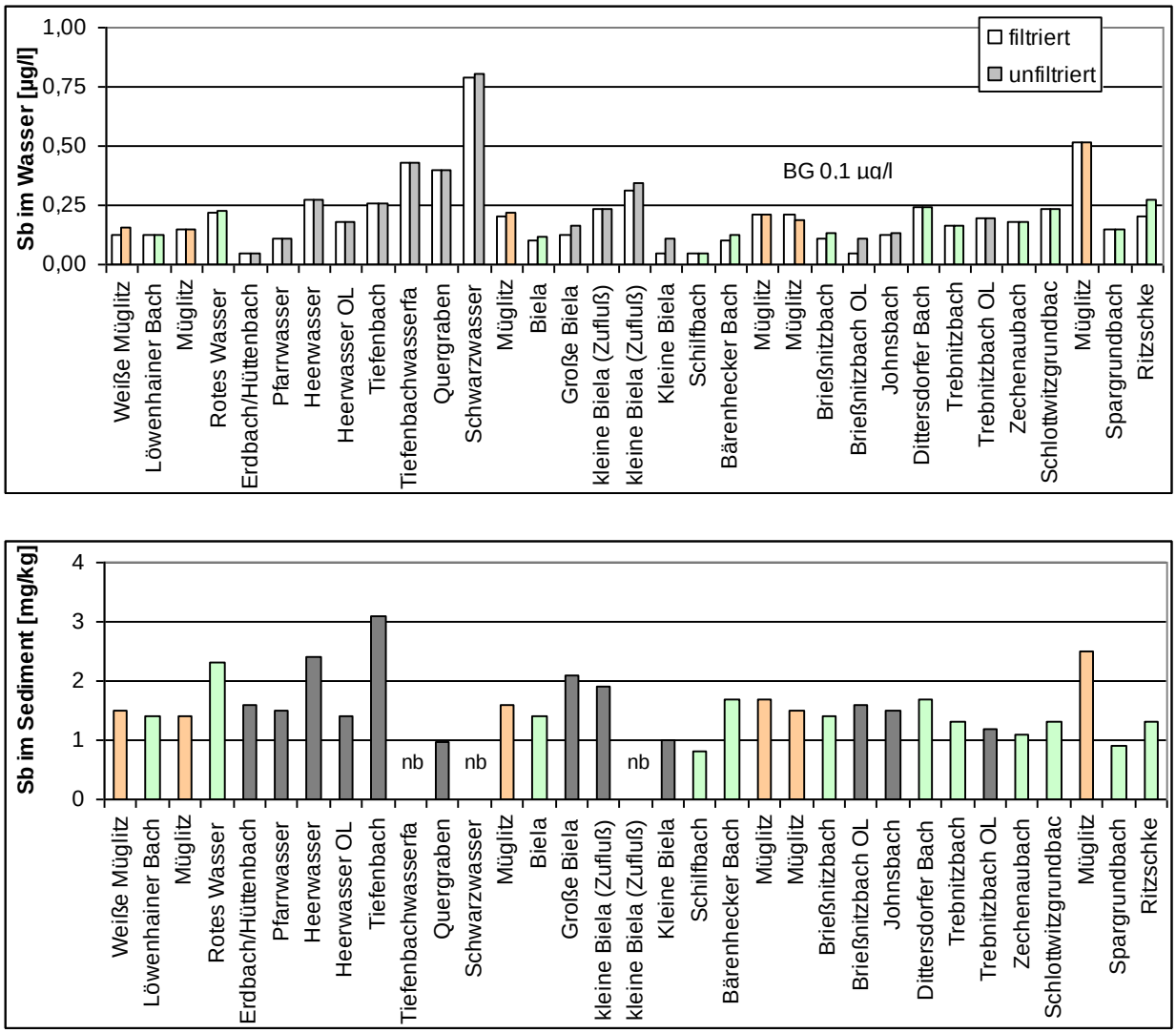


Abb. 6-27: Schwankungsbreite der Sb-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

Selen

Selen zählt zu den seltenen Elementen in der oberen kontinentalen Kruste, seine Konzentration beträgt 0,083 mg/kg (WEDEPOHL, 1995).

Die Se-Konzentrationen liegen in den Wässern zwischen <0,5 und 1,7 µg/l und in den Sedimenten <20 µm zwischen 1,3 und 17 mg/kg (Abb. 6-28).

Der UQN-Entwurf für Selen in Oberflächenwässern von 3 µg/l (gelöst) wird nicht erreicht.

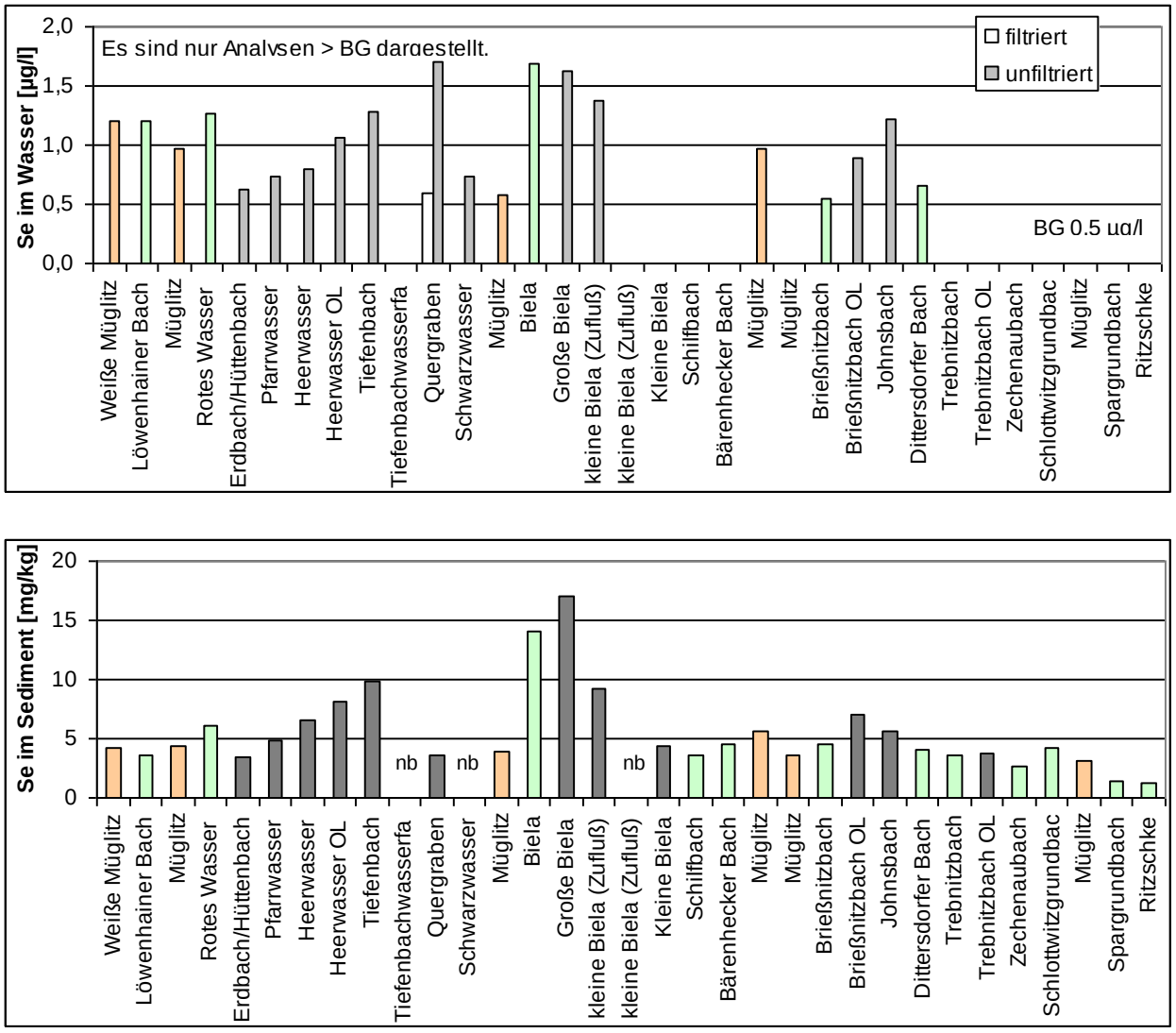


Abb. 6-28: Schwankungsbreite der Se-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

Thallium

Die Tl-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 0,75 mg/kg (WEDEPHL, 1995). Für die sächsischen Hauptgesteinstypen liegen bisher nur wenige Analysen vor. Die höchsten Gehalte wurden in den Graniten des Jüngeren Intrusivkomplexes (ca. 5 mg/kg) festgestellt. Geogene Tl-Anreicherungen sind vor allem im Bereich dieser Granitintrusionen und in den Lagerstättengebieten mit Zinn-Wolfram-Vererzungen zu erwarten. Das Element ist als Gemengebestandteil sulfidischer Fe-, Cu-, Pb- und Zn-Erze weit verbreitet. In den Böden sind in der Regel Tl-Konzentrationen <1 mg/kg anzutreffen. Trotz des viel geringeren Oberflächenanschnitts der Granite und Zinnvererzungen im Osterzgebirge (Altenberg, Zinnwald u.a.), werden diese geochemischen Tl-Anreicherungen der Substrate selbst im Raster von 4 x 4 km widergespiegelt. Die Tl-Verteilung in den mineralischen Ober- und Unterböden ist nahezu identisch. Daraus lässt sich ableiten, dass die atmosphärischen Tl-Einträge nur eine geringe Rolle spielen dürften (RANK ET AL. 1999).

Für die OWK werden mittlere petrogeochemische Tl-Gehalte zwischen 0,4 und 1,3 mg/kg und für die Unterböden zwischen 0,6 und 1,3 mg/kg ermittelt (Tab. 6-17). Die Tl-Gehalte liegen in den realen Böden im Mittel unter 1 mg/kg (bezogen auf OWK).

Tab. 6-17: Übersicht über die Tl-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Ge-	Unterbo-	Unterbo-	Unterbo-	Oberbo-	Bachsedi-	Sedi-	Was-
Korngröße Aufschluss	gesamt Total	<2 mm Total	<1 cm Total	<2 mm KW	<2 mm KW	<200µm Total	<20µm KW-MW	unfiltr. HNO_3
Stat. Kenngröße	P50	P50	P50	P50	P50	P50	Einzel	Einzel
Quelle	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
DESN_53718-1	0,5	0,9	-	0,6	0,7	-	1,1	<0,1
DESN_53718-2	0,5	0,8	-	0,6	0,6	-	0,9	<0,1
DESN_537182	0,7	1,0	-	0,6	0,9	-	2,0	<0,1
DESN_5371822	1,1	1,3	-	1,0	0,5	-	4,5	<0,1
DESN_537184	1,3	1,1	-	0,8	0,7	-	1,7	<0,1
DESN_537186	0,6	0,9	-	0,6	0,6	-	0,6	<0,1
DESN_537188	0,5	0,9	-	0,5	0,6	-	0,4	<0,1
DESN_5371899	0,4	0,6	-	0,8	0,7	-	0,1	<0,1

- keine Angabe bzw. * statistisch nicht gesichert

Die Tl-Konzentrationen in der Wasserphase betragen <0,1 bis 0,12 µg/l (Abb. 6-29), wobei nur an 4 Punkten messbare Konzentrationen angetroffen wurden. Damit wird der Entwurf für die UQN in Oberflächenwässern von 0,2 µg/l in der gelösten Wasserphase nicht überschritten.

In den Sedimenten <20 µm reicht die analysierte Spanne von 0,1 bis 4,5 mg/kg. Die Maximalgehalte wurden im Heerwasser und im Tiefenbach gefunden. Ab der Brießnitz sind nur noch Tl-Gehalte < 1 mg/kg anzutreffen. Dieser Wert gilt als UQN-Vorschlag.

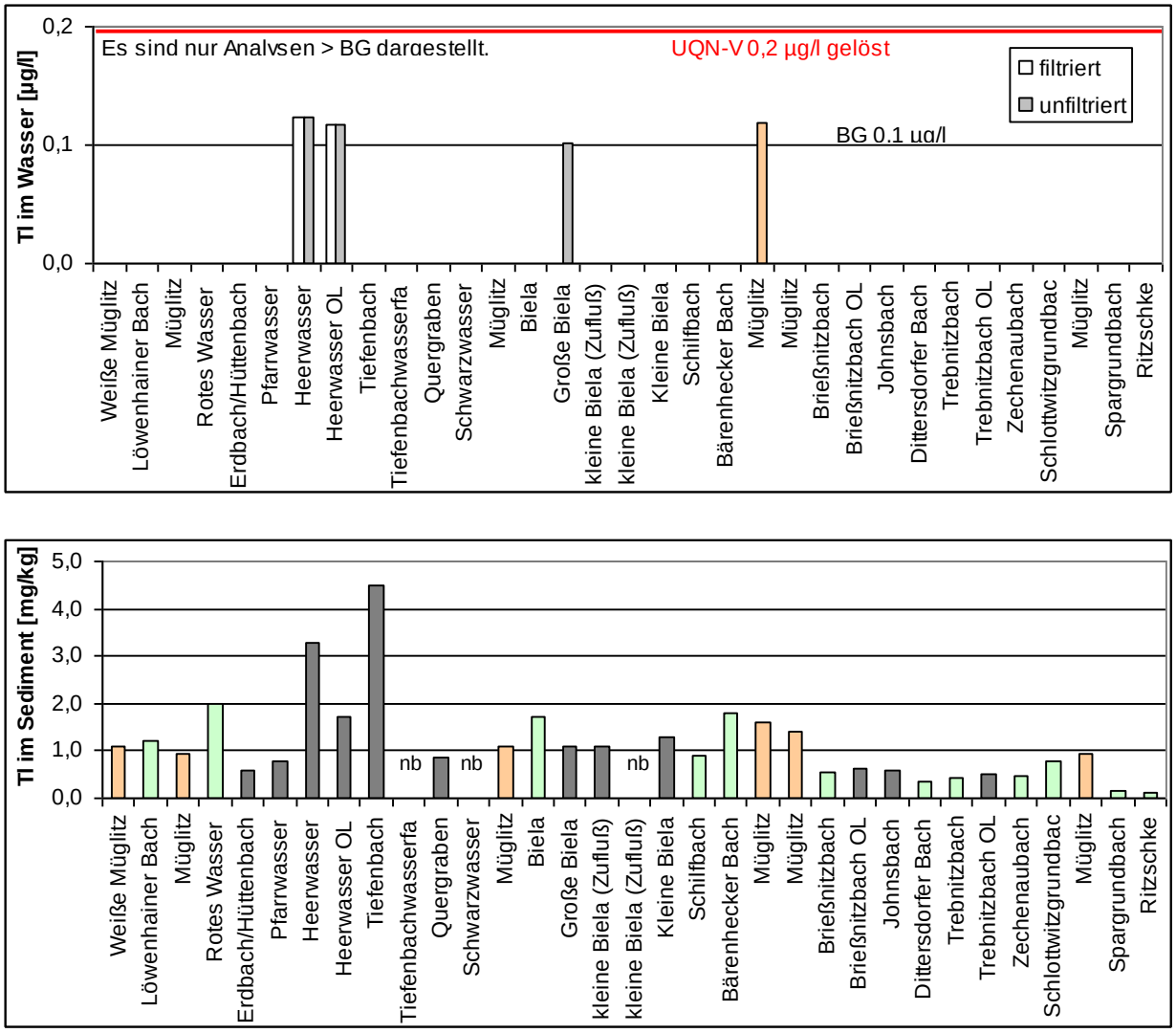


Abb. 6-29: Schwankungsbreite der Tl-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

Uran

Die Uran-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 1,7 mg/kg (WEDEPOHL, 1995). Der Schellerhauer Granit weist mit 11 mg/kg den höchsten mittleren U-Gehalt im Untersuchungsgebiet auf. Das zeigt sich auch in den gemittelten U-Gehalten in den OWK, die zwischen 1,3 und 6,2 mg/kg schwanken (Tab. 6-18).

Die regionale Verteilung der U-Gehalte in den sächsischen Ober- und Unterböden ist nahezu identisch und wird vor allem durch die geogene Spezialisierung der Substrate (Granitoide, Rhyolithoide) bestimmt (RANK ET AL. 1999). Die aus den sächsischen Unterböden ermittelten U-Gehalte zeigen beim Bezug auf die OWK des EZG der Müglitz ein homogenes Bild (2,3 bis 2,9 mg/kg), welches der tatsächlichen Differenzierung nicht entsprechen dürfte. Die Betrachtung realer Unterböden aus dem Untersuchungsgebiet führt zu einer geringfügig stärkeren Differenzierung (1,3 bis 3,3 mg/kg).

Tab. 6-18: Übersicht über die U-Gehalte in verschiedenen Kompartimenten, gegliedert nach OWK, Angaben in mg/kg bzw. µg/l (Wasser), I KARDEL ET AL. 1996, II RANK ET AL. 1999, III LFULG 2010c, IV LFULG 2010b, V GREIF ET AL. 2004, VI diese Arbeit (jeweils Endpunkt des Einzugsgebietes), Angaben in mg/kg (Wasser in µg/l)

Kompartiment	Gestein	Unterboden	Unterboden	Unterboden	Oberboden	Bachsediment	Sediment	Wasser
Korngröße Aufschluss Stat. Kenngröße Quelle	gesamt Total P50 I	<2 mm Total P50 II	<1 cm Total P50 III	<2 mm KW P50 IV	<2 mm KW P50 IV	<200µm Total P50 V	<20µm KW-MW Einzel VI	unfiltr. HNO_3 Einzel VII
DESN_53718-1	2,3	2,4	3	1,4	1,8	-	8,0	0,74
DESN_53718-2	2,1	2,4	-	2,1	2,8	-	9,5	1,1
DESN_537182	5,3	2,6	4	1,9	2,4	-	56	1,8
DESN_5371822	5,7	2,9	4	3,3	2,6	-	52	1,7
DESN_537184	6,2	2,7	3	1,3	2,1	-	170	3,7
DESN_537186	4,3	2,5	4	2,1	2,7	-	9,0	<0,1
DESN_537188	1,8	2,4	-	2,4	2,8	-	8,0	0,16
DESN_53718992	1,3	2,3	-	-	-	-	1,9	1,9

- keine Angabe

Bei den aktuellen Untersuchungen zeigt sich sowohl bei den Wässern als auch bei den Sedimenten <20 µm eine deutliche Differenzierung (Abb. 4-30) in den U-Konzentrationen.

Der UQN-Entwurf von 1 µg/l (gelöst) stellt hohe Anforderungen, dem die Oberflächenwässer des Einzugsgebietes aus geogener Sicht schwer nachkommen können. Einzelwerte reichen bis zu 10,4 µg/l Uran (gelöst) und sind bergbaubedingt. Andererseits können (scheinbar?) erhöhte Konzentrationen im Spargrundbach (4,7 µg/l) nicht interpretiert werden.

Der QN-V von 0,5 mg/kg für Schwebstoffe/Sedimente ist im Einzugsgebiet der Müglitz nicht realisierbar, der kleinste U-Gehalt beträgt in den Sedimenten <20 µm 1,7 mg/kg. Die Spanne reicht bis 170 mg/kg, was eine Spannweite von zwei Größenordnungen bedeutet. Geschuldet sind diese Unterschiede dem primären Vorkommen von U in den Graniten, vereinzelt auch Mineralisationen und vermutlich auch Aufbereitungsrückständen.

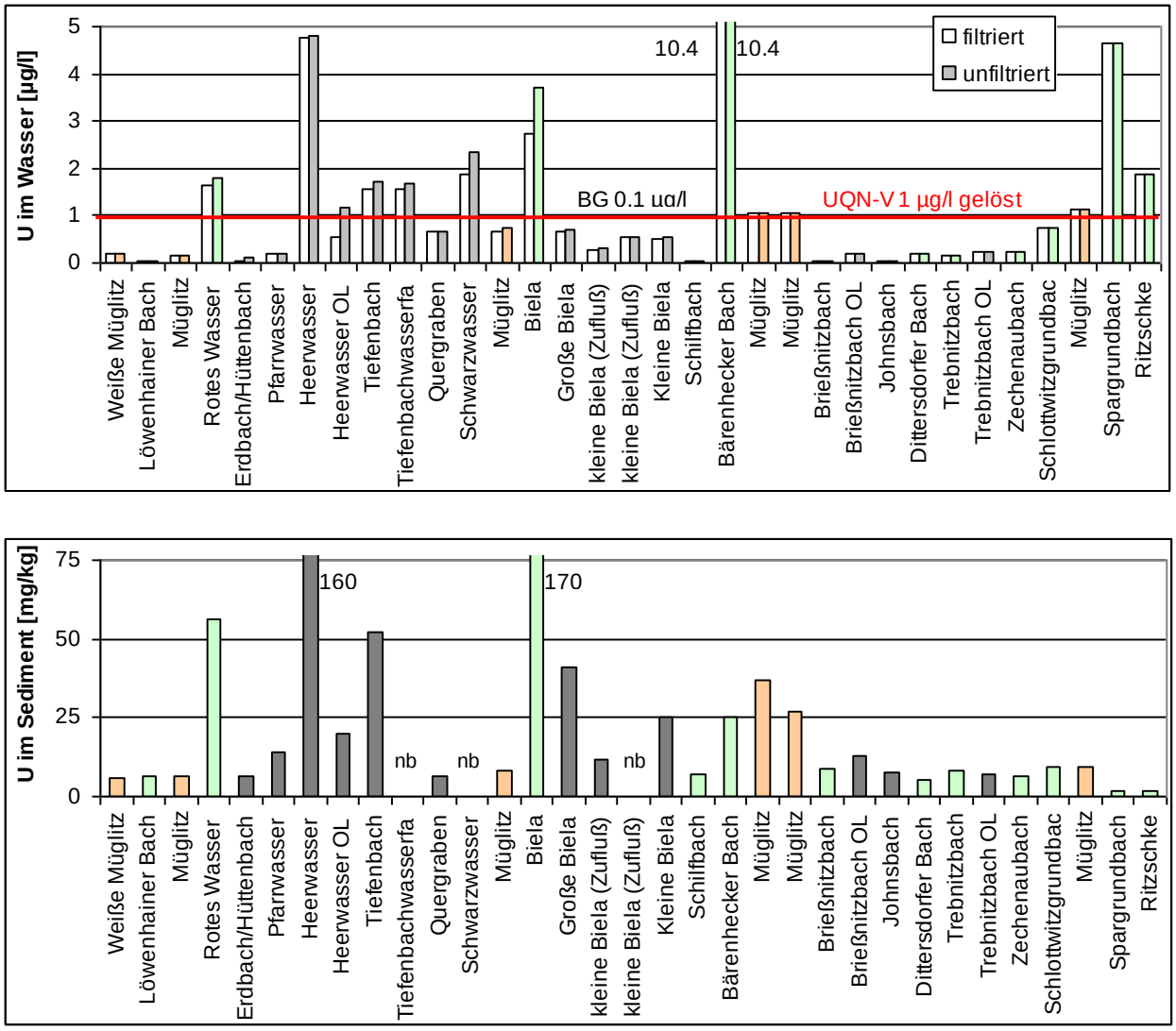


Abb. 6-30: Schwankungsbreite der U-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

Vanadium

Die V-Konzentration in der oberen kontinentalen Kruste beträgt 53 mg/kg (WEDEPOHL 1995), kann aber in den unterschiedlichen Gesteinstypen stark schwanken. Die mittleren V-Gehalte (Median) der sächsischen Hauptgesteinstypen variieren von 1,5 bis 260 mg/kg (RANK ET AL. 1999), bezogen auf die OWK im Einzugsgebiet zwischen 8 und 68 mg/kg.

Im mineralischen Ober- und Unterboden sind die flächenhafte Verteilung und die Medianwerte nahezu identisch, was für geringe anthropogene V-Einträge über den Luftpfad spricht. Für die Unterböden wurden theoretisch 49 bis 84 mg/kg in den einzelnen OWK ermittelt. Die Daten aus der pedogeochemischen Prospektion zeigen eine enge Beziehung zum Gestein.

Die Fließgewässer weisen V-Konzentrationen von 0,2 bis 2,5 µg/l (Gesamtgehalte) auf. Der Entwurf der UQN von 2 µg/l (gelöst) wird an keiner Probenahmestelle überschritten.

In den Sedimenten <20 µm schwanken die V-Konzentrationen zwischen 20 und 63 mg/kg. Der UQN-V (35 mg/kg) wird aufgrund des engen lithologischen Bezugs nur in Gebieten mit sauren Gesteinen eingehalten (Abb. 6-31).

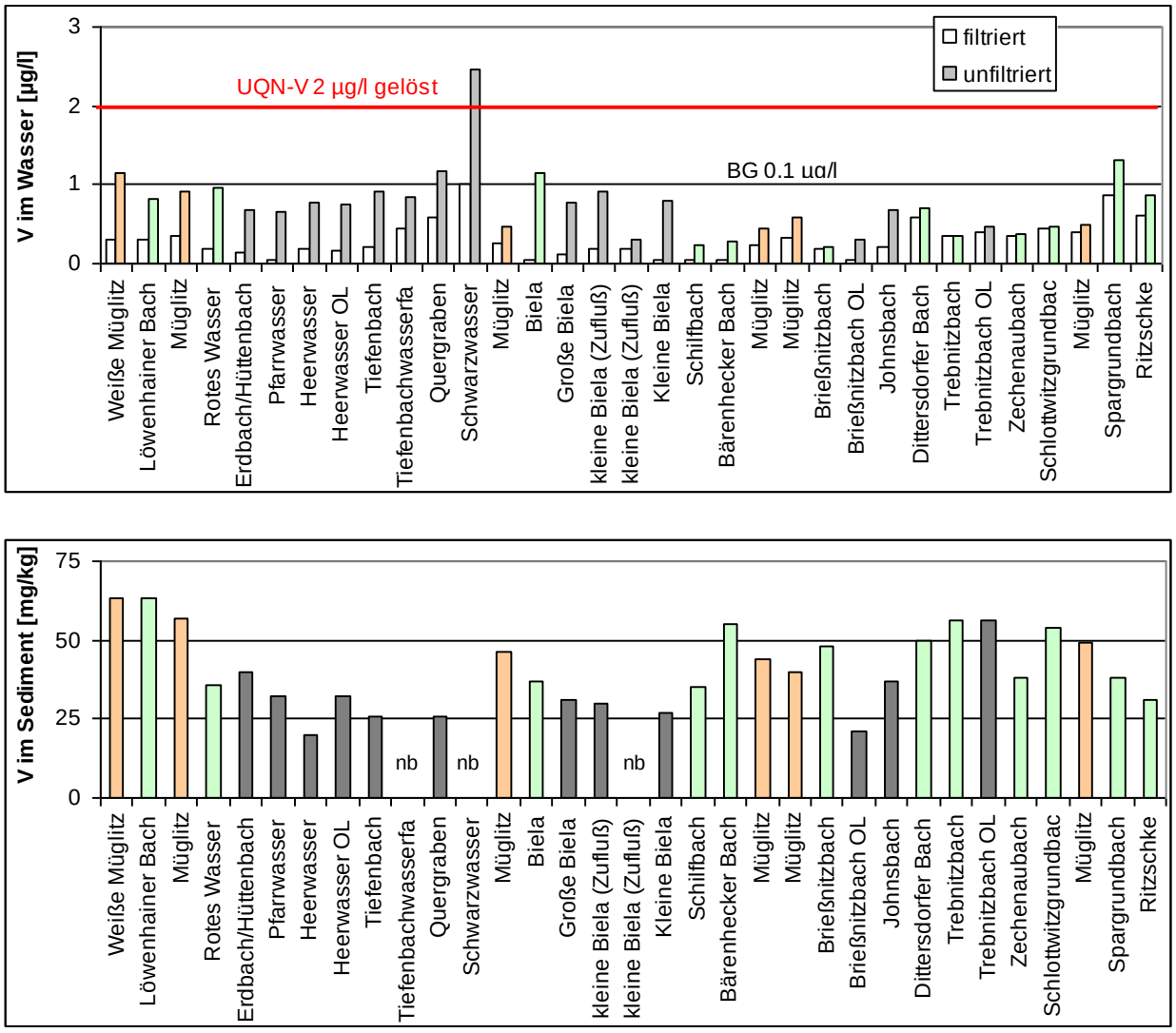


Abb. 6-31: Schwankungsbreite der V-Gehalte in den Wässern und Sedimenten des Einzugsgebietes der Müglitz

4.10.6 Grubenwässer

Im Herbst 2010 wurden folgende ausfließende Stollenwässer beprobt: Tiefer Bünau Stolln, Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Zwitterstocks Tiefer Erbstolln, Neuer Bielastolln und Silberstolln. Analysendaten des LfULG vom St. Erasmus Stolln aus dem Jahr 2007 wurden ergänzt. Die Analysen der Grubenwässer weisen große Unterschiede auf (Tab. 6-19). Die Wässer des Zwitterstocks Tiefen Erbstolln und des St. Erasmus Stolln zeigen die geringsten Konzentrationen umweltrelevanter Elemente. Der erstmals beprobte Silberstolln spielt mit geringen Elementge-

halten (für erzgebirgische Grubenwässer) und aufgrund seiner sehr geringen Wasserschüttung nur eine geringe Rolle als Emittent.

Tab. 6-19: Übersicht über die Elementgehalte (Gesamtgehalte) in den Stollenwässern im Einzugsgebiet der Müglitz (TU BAF, Jahr 2010), ergänzt durch eine Analyse des LfULG von 2007, Angaben in µg/l

	TU BAF Tiefer Bünau Stolln 21.09.10	TU BAF Tiefer Hilfe Gottes Stolln 21.09.10	TU BAF Zwitterstocks Tiefer Erbstolln 21.09.10	TU BAF Silberstolln 21.09.10	TU BAF Bielastolln 21.09.10	LfULG St. Erasmus Stolln 17.12.07
Ag	0,187	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Al	686	712	79,4	203	6380	16
As	10	3,33	2,12	0,725	4,88	8
B	22,3	5,75	3,39	4,57	3,68	14
Ba	272	212	76,3	83,4	117	42
Be	7,35	2,87	0,341	1,44	12,8	<0,2
Bi	0,739	0,704	<0,5	<0,5	<0,5	<0,2
Cd	3,45	0,729	0,092	0,253	3,45	0,2
Co	0,34	0,131	<0,1	0,129	6,64	2
Cr	2,6	1,14	0,731	0,711	0,13	<1
Cu	45,1	14,6	7,93	4,86	812	3,5
Fe	184	44,7	<5	<5	<5	<30
Hg	0,147	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Mn	42,1	22,3	4,5	13,6	1630	<1
Mo	22,3	4,82	0,51	<0,1	91,9	1,1
Ni	1,38	1,15	0,975	0,948	2,65	<0,5
Pb	4,8	1,32	0,216	0,286	0,149	<0,2
Sb	0,51	0,145	<0,1	<0,1	<0,1	-
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,29	-
Tl	0,373	0,165	<0,1	<0,1	0,226	<0,1
U	31,4	8,65	0,538	0,399	43,8	1,8
V	0,377	0,334	0,188	0,156	0,157	<0,3
Zn	198	24,3	5,77	37,4	298	7,5

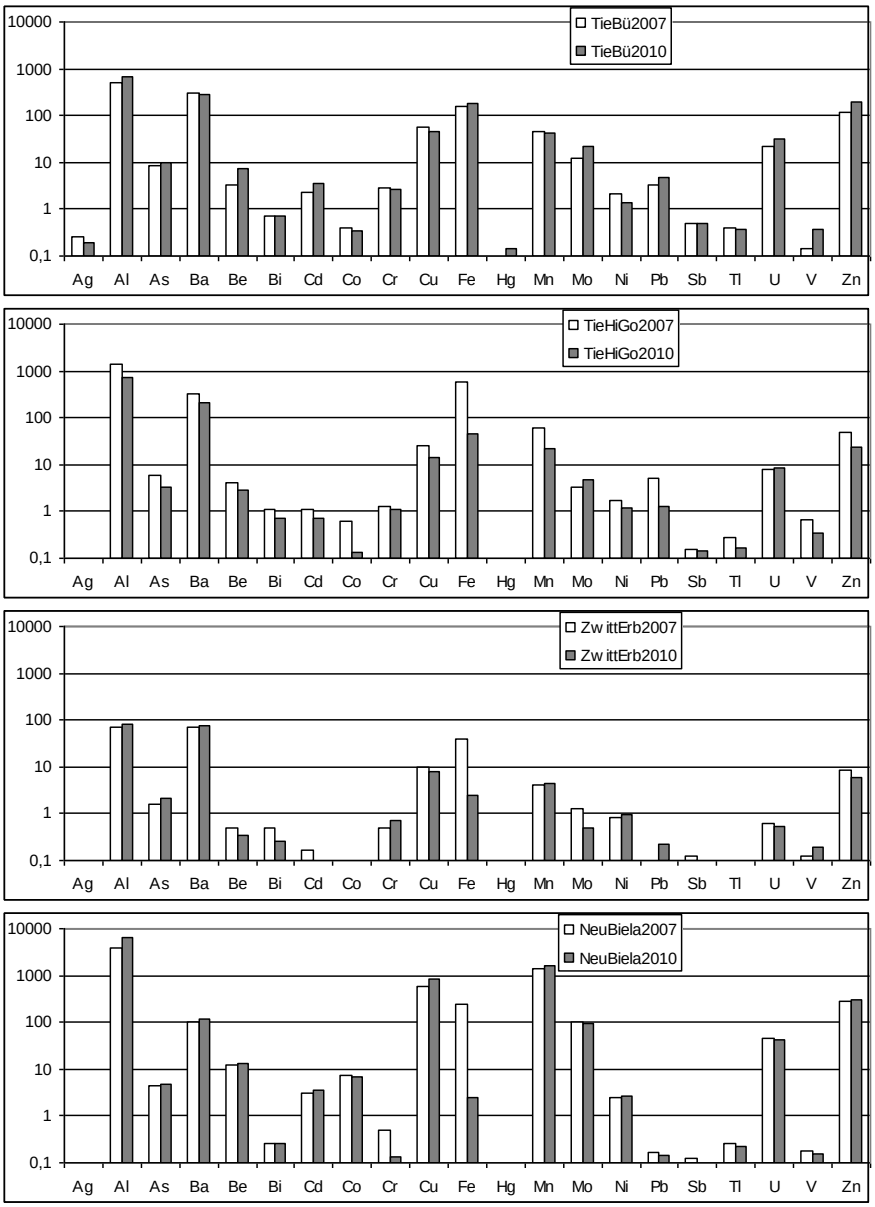


Abb. 6-32: Vergleich der Elementkonzentrationen in den 2007 und 2010 beprobten Stollenwässer im Einzugsgebiet der Müglitz, Angaben in µg/l

Im Tiefen Hilfe Gottes Stolln fanden zwischen 2007 und 2010 umfangreiche Sanierungsarbeiten statt. Die Wasserableitung aus dem Zinnwalder Grubenrevier soll zukünftig auf diesem Nievau erfolgen. Die Elementkonzentrationen waren bei der Beprobung 2010 gegenüber 2007 etwas geringer (Abb. 6-32). Die beiden Stolln, auf denen auch weiterhin besonderes Augenmerk liegen sollte, sind der Tiefe Bünau Stolln und der Neue Bielastolln, die hinsichtlich ihrer Elementkonzentrationen als auch ihrer Wasserschüttung einen großen Beitrag zur Elementfracht im Heerwasser bzw. in der Biela und nachfolgend der Müglitz leisten.

Hervorzuheben sind besonders die hohen Konzentrationen der Elemente Be, Cd, Cu, Mo und U, die tw. auch unter toxikologischen Aspekten Relevanz erlangen.

Nach den derzeitigen Vorgaben der UQN der EU-Tochterrichtlinie wird in den Grubenwässern ebenfalls ein Problem beim Element Cadmium ersichtlich. Die gelöste Cd-Konzentrationen liegen im Tiefen Hilfe Gottes Stolln und im St. Erasmus Stolln (Daten von 2007) im Bereich der UQN (0,1 µg/l), im Zwitterstocks Tiefen Erbstolln leicht (0,17 µg/l) und im Tiefen Bünau Stolln sowie im Bielastolln erheblich darüber (2,3 bzw. 3,1 µg/l) (Tab. 6-20). Legt man die Umweltqualitätsnormvorschläge (UQN Entwurf) für die Einstufung des ökologischen Zustands (Wässer) zugrunde, ergeben sich Konflikte bei den Elementen Tl, U und V.

Tab. 6-20: Übersicht über die gelösten Elementgehalte in den Stollenwässern im Einzugsgebiet der Müglitz (TU BAF, Jahr 2007, Greif & Klemm 2008), ergänzt durch eine Analyse des LfULG von 2007, Angaben in µg/l, Gegenüberstellung mit den UQN bzw. dem UQN-Vorschlag

	TU BAF Tiefer Bünau Stolln 21.11.07	TU BAF Tiefer Hilfe Gottes Stolln 21.11.07	TU BAF Zwitterstocks Tiefer Erbstolln 21.11.07	TU BAF Bielastolln 21.11.07	LfULG St. Erasmus Stolln 17.12.07	UQN TochterRL [(1)] bzw.
Cd	2,33	0,10	0,17	3,08	0,1	0,08 … 0,09[(1)]
Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,02	0,05[(1)]
Ni	2,10	1,31	0,81	2,40	<0,5	20[(1)]
Pb	1,27	0,05	0,10	0,03	<0,2	7,2[(1)]
Ag	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,02[(2)]
Se	<2	<2	<2	<2		3[(2)]
Tl	0,41	0,16	<0,1	0,25	<0,1	0,2[(2)]
U	20,5	5,61	0,63	23,1	1,3	1[(2)]
V	0,14	0,261	0,12	0,163	<0,3	2[(2)]

[(1)] Jahresdurchschnitt [(2)] Umweltqualitätsnormvorschläge (UQN Entwurf) für die Einstufung des ökologischen Zustands (Wässer) (http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf)

4.10.7 Korngrößenvergleich

Von den 6 Sedimentprobenpaaren der Fraktion <20 und <63 µm mussten die Ergebnisse eines Paares aufgrund mangelnder Homogenität verworfen werden. Da die Probenmenge zu gering war, konnte kein zweiter Aufschluss angefertigt werden. Die Auswertung der 5 Probenpaare zeigt eine teilweise beachtliche Variation in den Elementgehalten (Tab. 6-21).

Die Schwankungsbreite zwischen der Fraktion <20 µm und <63 µm reicht von Faktor 0,6 bis 2,9 (ohne Ti). Von der Einbeziehung von Sn-, Ti-, Sb- und W-Gehalten in derartige Auswertungen sollte Abstand genommen werden, da der „milde“ KW-Aufschluss im Vergleich zum Totalaufschluss erhebliche Minderbefunde erbringt (GREIF & KLEMM 2005). In der Mehrzahl der Fälle ist davon auszugehen, dass die Elementgehalte in der feineren Fraktion (<20 µm) erwartungsgemäß höher sind als in der gröberen Fraktion (<63 µm). Dabei lässt sich jedoch kein genereller elementspezifischer Faktor ableiten. Die elementspezifische Schwankungsbreite reicht von 1,0 bis 1,2 (Ca) bis 1,1 bis 2,9 (Hg). Bei den untersuchten Probenpaaren ist keine Abhängigkeit der Anreicherungsfaktoren von der jeweiligen Konzentration festzustellen.

Tab. 6-21: Korngrößenvergleich der Fraktionen <20 µm und <63 µm an ausgewählten Sedimenten, Angaben in mg/kg

PNUM	Fraktion	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb
MÜ3	<20 µm	240	480	9,6	5,3	19	56	220	1,4	21	57	130
MÜ3	<63 µm	200	460	9,1	4,6	17	54	200	0,95	22	51	110
Faktor	<20/<63	1,2	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,5	1,0	1,1	1,2
MÜ6	<20 µm	60	510	5,1	10	17	55	67	0,30	1,4	58	160
MÜ6	<63 µm	40	370	3,4	6,2	12	47	46	0,14	1,0	44	110
Faktor	<20/<63	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,2	1,5	2,1	1,4	1,3	1,5
MÜ17	<20 µm	81	720	12	23	18	64	110	0,37	2,4	58	190
MÜ17	<63 µm	76	640	11	19	15	58	92	0,32	2,1	51	160
Faktor	<20/<63	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2
MÜ23	<20 µm	110	390	15	3,2	12	19	22	0,67	4,6	13	140
MÜ23	<63 µm	94	370	16	3,3	13	20	35	0,60	2,1	14	140
Faktor	<20/<63	1,2	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	0,6	1,1	2,2	1,0	1,0
FM15HA	<20 µm	310	670	4,8	52	25	50	230	2,3	1,8	50	1200
FM15HA	<63 µm	250	660	3,4	37	21	38	190	0,79	1,5	41	880
Faktor	<20/<63	1,2	1,0	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	2,9	1,2	1,2	1,4

Tab. 6-21: Fortsetzung

PNUM	Fraktion	Sb	Se	Ti	Tl	U	V	Fe	Mn	P	Zn	Ca
MÜ3	<20 µm	2,5	3,2	680	0,94	9,5	49	47000	2000	2300	550	7300
MÜ3	<63 µm	2,5	3,2	760	0,97	9,2	48	43000	1400	2100	510	6900
Faktor	<20/<63	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,4	1,1	1,1	1,1
MÜ6	<20 µm	1,3	3,6	320	0,44	8,0	56	35000	1600	1700	340	5300
MÜ6	<63 µm	0,80	2,6	680	0,31	5,9	48	26000	1100	1300	240	4600
Faktor	<20/<63	1,6	1,4	0,5	1,4	1,4	1,2	1,3	1,5	1,3	1,4	1,2
MÜ17	<20 µm	1,4	3,6	410	1,2	6,7	63	52000	2600	2800	800	5700
MÜ17	<63 µm	1,2	3,6	570	1,2	6,1	57	44000	2200	2600	700	5600
Faktor	<20/<63	1,2	1,0	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
MÜ23		1,6	3,5	440	0,58	6,5	40	41000	1800	1100	300	4000
MÜ23	<63 µm	1,5	3,6	368	0,59	6,4	40	41250	1800	1250	323	3700
Faktor	<20/<63	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
FM15HA	<20 µm	32	4,8	780	0,64	4,5	54	40000	2000	2300	5000	5400
FM15HA	<63 µm	22	3,4	530	0,45	3,4	39	31000	1600	1600	3700	4400
Faktor	<20/<63	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,2

4.10.8 Einfluss von Bauarbeiten auf die Wasserqualität

Wie bereits im Kapitel 6.4.3 angemerkt wurde, gab es mehrere aktive Baustellen im Flussbett der Müglitz zwischen der Mündung des Roten Wassers und der Mündung des Brießnitzbaches (MÜ29 bis MÜ8). Die oberhalb von MÜ8 gelegene Großbaustelle mit intensivem Flussbettkontakt machte bereits am späten Vormittag des 23.09.2010 aufgrund der hohen Trübung eine Probenahme unmöglich. Der am 24.09.2010 vormittags erneut aufgesuchte Probenahmepunkt konnte noch ohne augenscheinlich wahrzunehmende Trübungen beprobt werden (MÜ8). Bei der Weiterfahrt flussaufwärts rollte wenige Minuten später erneut die Trübungsfront der Baustelle heran und wurde einmalig beprobt (MÜ81). Eine Übersicht über die Elementgehalte gibt Tab. 6-22.

Der Schwebstoffgehalt steigt von 3,4 auf 70,1 mg/l an. Damit einher geht ein Anstieg der Gesamtgehalte. Die Elemente Al, Bi, Co, Fe, Mn werden um mehr als eine Größenordnung freigesetzt. Da die filtrierten Elementkonzentrationen auf ähnlichem Niveau verbleiben, ist der Anstieg der Konzentrationen den freigesetzten partikulären Anteilen zuzuordnen.

Tab. 6-22: Einfluss der Trübungsfront einer Flussbaustelle auf die Wasserqualität der Müglitz oberhalb von Glashütte, Angaben in µg/l, Anreicherungsfaktor MÜ81/MÜ8 dimensionslos, unfiltrierte Werte fett

	Ag_f	Ag_uf	Al_f	Al_uf	As_f	As_uf	Ba_f	Ba_uf	Be_f	Be_uf	Bi_f	Bi_uf	Cd_f	Cd_uf
MÜ8	<0,1	0,272	91,3	383	12,7	19,1	87	87	0,169	0,24	<0,5	3,0	0,236	0,267
MÜ81	<0,1	0,227	73,3	8220	10,6	165	75,6	165	0,154	1,43	<0,5	52,5	0,215	0,784
MÜ81/MÜ8	-	0,8	0,8	21,5	0,8	8,6	0,9	1,9	0,9	6,0	-	17,5	0,9	2,9

	Co_	Co_u	Cr_f	Cr_u	Cu_	Cu_u	Fe_	Fe_u	Mn_	Mn_u	Mo_	Mo_u	Ni_f	Ni_u
MÜ8	<0,1	0,151	0,63	0,97	10,9	13,3	<5	329	14,3	22,8	14,9	14,9	0,97	1,39
MÜ81	<0,1	2,52	0,54	8,47	10,6	73,7	<5	8310	46,1	353	12,3	27,7	0,95	6,39
MÜ81/MÜ	-	16,7	0,9	8,7	1,0	5,5	-	25,3	3,2	15,5	0,8	1,9	1,0	4,6

	Pb_f	Pb_u	Sb_f	Sb_u	Se_	Se_u	Tl_f	Tl_uf	U_f	U_u	V_f	V_uf	Zn_	Zn_u
MÜ8	0,44	1,64	0,21	0,214	<0,5	<0,5	<0,	<0,1	1,05	1,05	0,32	0,59	12,1	12,5
MÜ81	0,18	24,3	0,18	0,381	<0,5	0,793	<0,	0,62	0,96	4,49	0,26	7,17	6,21	64,3
MÜ81/MÜ	0,4	14,8	0,9	1,8	-	>1	-	>1	0,9	4,3	0,8	12,0	0,5	5,1

Für eine Frachtbilanz der ökotoxischen Elemente bedeutet dies bei gleichbleibender Wassermenge eine 18fache Pb-Fracht, 9fache As-Fracht, 6fache Cu- und Be-Fracht, 4fache Ni- und U-Fracht und eine 3fache Cd-Fracht (ausgehend von den Gesamtgehalten). Davon wird sich ein großer Teil relativ schnell wieder absetzen und im weiteren Flussverlauf zu neuen Sedimentschichten auf der Gewässersohle führen, wie bereits am Punkt MÜ8 ersichtlich ist (Abb. 6-33).



Abb. 6-32: Starke Trübung der Müglitz aufgrund von Bauarbeiten oberhalb Glashütte (links: Punkt MÜ81), frisch sedimentierte partikuläre Substanz auf der Gewässersohle (rechts: Punkt MÜ8)

4.11 Zusammenfassung und Diskussion

Der aktuelle Werkvertrag untersuchte das geochemische Potential der Fließgewässer und ihrer Sedimente <20 µm im Einzugsgebiet der Müglitz als einem direkten Zufluss der Elbe. Den neuen Beprobungen im Einzugsgebiet gehen umfangreiche Studien des geochemischen Inventars der zu den Gewässern in Bezug stehenden Kompartimente Gestein, Boden und Bachsediment <200 µm voraus, die bezogen auf die Geometrien der Oberflächenwasserkörper (OWK) ausgewertet wurden und wichtige Hinweise auf den Stoffbestand liefern.

Aus den mittleren Elementgehalten für einzelne Elemente in Bachsedimenten <200 µm der ausgewiesenen OWK zeigen sich gegenüber den mittleren Gehalten für Sachsen elementspezifische Besonderheiten, die lithogener, chalkogener aber auch chalkogen-anthropogen überprägter Natur sein können. Für die untersuchten Teil-Einzugsgebiete sind die im folgenden aufgeführten Elemente geochemisch relevant, wobei das Auftreten von As, Be, Cd, Pb, Zn auch unter ökotoxikologischen Gesichtspunkten zu sehen ist:

- Müglitz-1 (DESN_53718-1): As, Be, Cd, Li, Pb, Sn, W, Zn

- Müglitz-2 (DESN_53718-2): As, Sn
- Rotes Wasser (DESN_537182) und Schwarzwasser (DESN_5371822): As, Be, Li, Pb, Sn
- Biela (DESN_537184): As, Be, Li, Pb, Sn, W
- Brießnitzbach (DESN_537186): As, Be, Sn, W
- Trebnitzbach (DESN_537188): As, Cd, Li
- Rietzschke (DESN_53718992): keine.

Mit der Art der Anlage der Probenahme wurde versucht, den Einfluss der verschiedenen Teileinzugsgebiete (untergliedert in Gewässerkörper) auf die Wasser- und Sedimentqualität der Müglitz zu untersuchen und daraus auf natürliche Hintergrundkonzentrationen im Einzugsgebiet zu schließen. Es wurden 34 Probenahmepunkte angefahren und dort Wasserproben (filtriert und unfiltriert) sowie das frische schwebstoffbürtige Feinsediment entnommen. Die Probenvorbereitung erfolgte nach der Methodik der BfUL Neusörnewitz, wobei sich zu den vorher bearbeiteten Gebieten Änderungen im Aufschluss der Sedimente <20 µm ergaben (Analyse dieser Sedimentaufschlüsse in der BfUL). Zur Absicherung der Analysenqualität wurden Vergleichsproben durch das Geochemische Labor des Instituts für Mineralogie an der TU BAF und der BfUL Neusörnewitz untersucht. Das Programm der analytischen Qualitätssicherung verlief erfolgreich. Zusätzlich wurden an ausgewählten Proben Vergleichuntersuchungen an der Korngrößenfraktion <63 µm vorgenommen, da diese Korngröße die Korngröße <20 µm in der Umweltanalytik ablösen wird.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte elementbezogen, wobei sowohl der geogene Status als auch die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen betrachtet wurden.

Der geogene Status ergibt sich aus der Summe lithogener und chalkogener Einflüsse:

- Lithogen wird das Einzugsgebiet der Müglitz von Gneisen des Grundgebirgsstockwerkes dominiert (51 %). Die westlich des Hauptlaufes Müglitz gelegenen Teileinzugsgebiete des Roten Wassers, der Biela und der Brießnitz werden durch verschiedene saure Gesteine (Granit Schellerhau, Granitporphyr Altenberg, Teplitzer Rhyolith) geprägt (29 %). Der Übergang zum Molassestockwerk (Sandsteine) und Deckgebirge (Auensedimente) findet in Mündungsnähe (Rietzschke) statt.
- Chalkogen ist das Einzugsgebiet der Müglitz durch reiche Zinnmineralisationen (Altenberg, Zinnwald, Sachsenhöhe, Hegelshöhe, Schenkenshöhe) geprägt, die im Altenberger Revier bis 1990 abgebaut wurden. Weiterhin sind historischer Ag-Bergbau (Glashütte) und fluorbarytische Mineralisationen/Lagerstätten (Johnsbach, Schlottwitz) anzutreffen. Daher sind lagerstättentypische Elemente wie Sn, As, W, Cu in erhöhten Konzentrationen in den Bachsedimenten anzutreffen.

Aufgrund des geogenen Status ergibt sich eine Zweiteilung des Untersuchungsgebietes. Das Verbreitungsgebiet der sauren Gesteine deckt sich mit dem hoch mineralisierten Gebiet westlich des Hauptlaufes. Dazu zählen große Teile der OWK Müglitz-1, Rotes Wasser einschließlich Schwarzwasser, Biela und Brießnitzbach und ein Teil des OWK Müglitz-2. In den OWK Trebnitzbach und Rietzschke sowie im nördlichen Teil des OWK Müglitz-2 ist von geringen geogenen Einflüssen auszugehen. Dies ist auch bei der Auswertung der Ergebnisse mit Blick auf die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen zu beobachten:

- Bei den Elementen der ECO-Liste ist Arsen in den Sedimenten <20 µm das Hauptproblemelement. Es überschreitet nahezu flächendeckend (in 28 von 30 Proben) die Umweltqualitätsnorm von 40 mg/kg. Auch bei den

Elementen Zink (UQN 800 mg/kg) und Kupfer (UQN 160 mg/kg) gibt es Überschreitungen der UQN in 7 bzw. 10 Fällen. Die UQN für Chrom (640 mg/kg) wird flächendeckend eingehalten.

- Bei den Elementen der CHEM-Liste und der EG-TochterRL ist das Element Cadmium als Hauptproblemelement in der Wasserphase anzusehen. Während für die Gesamtprobe (UQN 1 µg/l) eine Überschreitung vorliegt, sind es bei der gelösten Phase (nach EG-TochterRL JD-UQN 0,08 µg/l bei <50 mg CaCO3 /l) 31 Überschreitungen (ohne Berücksichtigung eines HGW). Für Hg wird die UQN für die Wassergesamtprobe (1 µg/l) eingehalten, die Ergebnisse der gelösten Wasserphase (<0,1 mg/l) liegen nahe der UQN der EG-TochterRL (JD-UQN 0,05 mg/l) Vier Ergebnisse liegen >0,1 µg/l. Bei den Elementen Pb (JD-UQN 7,2 µg/l) und Ni (JD-UQN 20 µg/l) gibt es keine Überschreitungen der UQN in der gelösten Wasserphase.

Deutlich anthropogene Einflüsse sind an den Punkten MÜ22, MÜ13 (kleine Biela, Mündung Biela) und MÜ28 (Bärenhecker Bach) anzutreffen. Diese wurden parallel zu den Proben aus der Müglitz (MÜ16, MÜ29, MÜ82, MÜ81, MÜ8, MÜ3) ausgeschlossen. Partiell anthropogene Einflüsse durch die Erzaufbereitung führen ebenfalls zur Eliminierung einzelner Punkte - MÜ19 (Mündung Rotes Wasser), MÜ20 (Tiefenbach), MÜ25 (Heerwasser oh. Pfarrwasser) - vor der Betrachtung des geogenen Hintergrunds. Hierbei ist generell anzumerken, dass nahezu alle Punkte aus dem Teil-EZG des Roten Wassers von erhöhten Elementkonzentrationen geprägt sind, die nicht 100%ig natürlichen Quellen zuzuordnen sind. Diese sollten als „vorzeitig dispergierte Anteile primär chalkogener Herkunft“ verstanden werden.

Unter Berücksichtigung der verbleibenden Proben wurden die mittleren Elementgehalte der aktuellen Untersuchungen der Sedimente <20 µm und Wässer (filtriert, gesamt) für das EZG der Müglitz ermittelt und denen der Gesteine, Unterböden sowie Bachsedimente <200 µm aus den theoretischen Betrachtungen in Tab. 7-2 und 7-3 gegenübergestellt. Alle Werte wurden auf 2 signifikante Stellen gerundet.

Tab. 7-2: Mittlere Elementgehalte in Gesteinen (G) (KARDEL ET AL. 1996, PÄLCHEN 2009), Unterböden (UB) (RANK ET AL. 1999) sowie Bachsedimenten <200 µm (BS) (GREIF ET AL.. 2004) sowie in aktuell beprobten Sedimenten (S) <20 µm des Untersuchungsgebietes der Müglitz, Angaben in mg/kg

		As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Li	Mo	Ni	Pb	Tl	Sn	U	V	W	Zn
G	P50	13*	16	580	2,5	0,17*	7,7	38	19	0,03*	-	-	16	22	0,61*	5,1	3,1	46	2,1	71
UB	P50	23	49	-	2,5	0,50	-	51	19	0,07	-	0,57	21	59	0,89	-	2,5	74	2,9	100
BS	P50	38	32	610	4,5	0,65*	5,0	35	23	0,08*	60	1,0	22	75	-	26	-	-	13	170
BS	P90	96	52	800	10	-	11	63	70	0,18	170	4,0	48	140	-	420	-	-	72	360
S	P50	64	<10	390	12	4,1	12	31	50	0,24	-	2,2	26	150	0,63	-	7,1	38	-	340
S	P90	150	12	640	30	16	33	57	240	0,46	-	4,6	70	260	1,2	-	20	63	-	780

Tab. 7-3: Mittlere Elementgehalte in Wässern (W_f - filtriert, W_uf - gesamt) des Untersuchungsgebietes der Müglitz, Angaben in µg/l

		Ag	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	U	V	Zn
W_f	P50	<0,1	1,6	78	0,18	0,17	<0,1	0,57	2,4	<0,1	0,19	1,5	0,19	0,17	<0,5	<0,1	0,22	0,30	7,4
W_f	P90	<0,1	6,6	110	1,2	0,74	<0,1	1,2	5,0	0,17	3,5	3,1	1,9	0,42	<0,5	<0,1	1,9	0,80	26
W_uf	P50	<0,1	1,6	80	0,26	0,20	<0,1	1,8	2,9	<0,1	0,23	1,7	0,82	0,17	<0,5	<0,1	0,22	0,70	10
W_uf	P90	0,50	12	120	1,2	0,76	<0,1	3,8	8,5	0,31	3,5	3,3	6,1	0,42	1,5	<0,1	2,2	1,3	27

4.12 Literaturverzeichnis

BAUMANN, L.; KUSCHKA, E.; SEIFERT, T. (2000): Lagerstätten des Erzgebirges. – Enke Verlag, Stuttgart, 300 S.

BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

BEUGE, P. (1976): Zur Geochemie des Quecksilbers in Magmatiten und Einzelmineralen. – Freiberger Forsch.-H. C 313, Dt. Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig

FÖRSTER, H.-J.; TISCHENDORF, G.; GOTTESMANN, B. & SELTMANN, R. (1999): Der permokarbonische Magmatismus. - unveröff. Manuskript: Geologie von Sachsen, zitiert in Rank et al. (1999)

GOLDSTEIN, S. (2005): Mikrowellenverfahren in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GOLDSTEIN, S. (2007): Bestimmungsgrenzen in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GOLDSTEIN, S. (2010): Umstellung der Mikrowellenverfahren in der Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GREIF, A.; PÄLCHEN, W.; RANK, G.; WEIDENSDÖRFER, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 2: Spurenelementgehalte in Bachsedimenten. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 65 S.

GREIF, A.; KLEMM, W. (2005): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. – Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2007a): Erarbeitung fachlicher Grundlagen und Problemstudien zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen, Teilprojekt: Studie zur Belastung von Gewässern durch den Altbergbau. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2007b): Das Einzugsgebiet der Mulde im Spiegel der EU-WRRL - Ableitung geogener Hintergrundwerte für Schwermetalle und Arsen. – Z. geol. Wiss., Berlin, 35, 6, S. 349-359

GREIF, A.; KLEMM, W. (2008): Zusammenstellung von Grubenwasseranalysen im Erzgebirge 2007/2008. – unveröff. Material, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2009): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2010): Geogene Hintergrundbelastungen. – Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 10/2010, 264 S., http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4717_1.pdf

GRWV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV), 9. November 2010, BGBl. I S. 1513

HÖSEL, G.; TISCHENDORF, G.; WASTERNACK, J. (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/ Krušné hory 1 : 100.000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg

KARDEL, K.; RANK, G.; PÄLCHEN W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. - Materialien zum Bodenschutz,. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Radebeul

KARDEL, K. (2009): Zusammenstellung mittlerer Spurenelementgehalte in sauren Gesteinen von Typuslokalitäten im Osterzgebirge, unveröffentlichtes Datenmaterial, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg

KUNKEL, R.; VOIGT, H.-J.; WENDLAND, F.; HANNAPPEL, S. (2004): Die natürliche, ubiqitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. - Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 47

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – http://www.lawa.de

LFUG (2005a): Qualitätsnorm-Vorschläge, persönliche Mitteilung von Frau Rohde

LFUG (2005b): Hydrologisches Handbuch - Teil 3: Gewässerkundliche Hauptwerte. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

LFUG (2006b): Hydrologisches Handbuch, Teil 1: Pegelverzeichnis. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, siehe auch http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/wasser_4498.html

LFULG (2010a): Gewässergütedaten 1999-2008 - http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/5340.htm

LFULG (2010b): Übergabe der Bodendaten aus Bodenmessnetzen und weiteren aktuellen Bodenuntersuchungen durch Herrn Pickert 12/2010

LFULG (2010c): Übergabe pedogechemischer Daten historischer Untersuchungen im Osterzgebirge durch Herrn Pickert. 12/2010 - aus: Pälchen, W.; Rank, G.; Harpke, B.; Strohbach, S. (1989): Suche Zinn - Erzfeld Alten-

berg - Dippoldiswalde / Pedogeochemische Prospektion, Maßstab 1:25.000, unveröffentlichter Erkundungsbericht, VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg

LFULG (2010d): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht August 2010, siehe http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Monatsbericht_2010_08.pdf

LFULG (2010e): Analyse und Prognose der meteorologischhydrologischen Situation, Monatsbericht September 2010, siehe http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Monatsbericht_2010_09.pdf

OGEWV (2010): Entwurf zur Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV), Stand: 01.08.2010, http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; BERGER, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; LANGE, H. & TISCHENDORF, G. (1987): Regionale Clarkewerte - Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung am Beispiel des Erzgebirges (DDR). - Chem. Erde, Bd. 47, S. 1-17

PÄLCHEN, W. (2009) (Hrsg.): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 307 S.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

ROHDE, K. (2007): Vergleichende Bewertung oberflächennaher Schwermetallbelastungen der Elbaue oberhalb und unterhalb des Zuflusses der Müglitz in Heidenau. – unveröff. Diplomarbeit, TU Bergakademie Freiberg

ROHDE, S. (2010): persönliche Mitteilung

SÄCHSWRRLVO (2004): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer. - vom 7. Dezember 2004, SächsGVBl S. 610, geändert am 26. Juni 2008, SächsGVBl. S. 456

SMWA (2008): Neubewertung von Spat- und Erzvorkommen. Steckbriefkatalog. - Erarbeitung vom Geokompetenzzentrum Freiberg e.V. im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Dresden

TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959), geändert durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

UBA (2003): siehe http://webetox.uba.de

WAGENBRETH, O.; WÄCHTLER, E.; BECKE, A.; DOUFFET, H.; JOBST, W. (1990): Bergbau im Erzgebirge: Technische Denkmale und Geschichte. – Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

WASTERNACK, J.; TISCHENDORF, G.; HÖSEL, G.; KUSCHKA, E.; BREITER, K.; CHRT, J.; KOMÍNEK, J.; ŠTEMPROK, M. (1995): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krušné hory, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsiches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie Freiberg, Czech Geological Survey Praha

WEDEPOHL, K.H. (1995): The composition of the continental crust. - Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, 1217-1232

WISMUT (2002): Chronik der Wismut. – CD, Wismut GmbH

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

4.13 Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber (LfULG)
AN	Auftragnehmer (TU Bergakademie Freiberg)
AQS	Analytische Qualitätssicherung
BG	Bestimmungsgrenze
BÜK400	Bodenkundliche Übersichtskarte im Maßstab 1:400.000
EZG	Einzugsgebiet
f	filtriert
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GÜK400	Geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:400.000
HGW	Hintergrundwert
HW, HW4, HW5	Hochwert (im 4. bzw. 5. Meridianstreifen)
HQ	Hochwasserabfluss
KW	Königswasser
Mdg.	Mündung
MHQ	mittlerer Hochwasserabfluss
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
MQ	mittlerer Abfluss
NQ	Niedrigwasserabfluss
OB	Oberboden
OWK	Oberflächenwasserkörper
P50	50. Percentil
P90	90. Percentil
QN-V	Vorschlag für Umweltqualitätsnorm
RSD	Relative Standardabweichung
RW, RW4, RW5	Rechtswert (im 4. bzw. 5. Meridianstreifen)
TS	Talsperre
TU BAF	TU Bergakademie Freiberg
UB	Unterboden
uf	unfiltriert
UQN, QN	Umweltqualitätsnorm
VB	Vorbecken
VS	Vorsperre
WWRL	Wasserrahmenrichtlinie

4.14Anlagen

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes

Anlage 2: Ergebnisse der Stollenwasserbeprobung

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, allgemeine Angaben

PNUM	Fluss	Ort	Datum	RW5	HW5

MÜ1	Ritzschke	Mdg. (oh. Ortslage)	22.09.10	5418970	5648590
MÜ2	Spargrundbach	Mdg.	22.09.10	5419400	5646960
MÜ3	Müglitz	oh. Spargrundbach	24.09.10	5419300	5646800
MÜ4	Schlottwitzgrundbach	Mdg.	23.09.10	5416400	5640110
MÜ5	Zechenaubach	Mdg.	23.09.10	5416480	5639120
MÜ6	Trebnitzbach	Mdg.	22.09.10	5416700	5637560
MÜ7	Trebnitzbach	uh. Liebenauer Bach	22.09.10	5417420	5632500
MÜ8	Müglitz	oh. Glashütte	24.09.10	5413560	5634800
MÜ9	Dittersdorfer Bach	Mdg. (Glashütte)	23.09.10	5415180	5635960
MÜ10	Brießnitzbach	oh. Sportplatz Glashütte	22.09.10	5412850	5635350
MÜ11	Brießnitzbach	oh. Johnsbach	23.09.10	5410650	5634840
MÜ12	Johnsbach	oh. Brießnitzbach	23.09.10	5410860	5634800
MÜ13	Biela	Mdg.	22.09.10	5414500	5631300
MÜ14	Kleine Biela	oh. Spülhalde	22.09.10	5412050	5627200
MÜ15	Große Biela	oh. Mdg. Kleine Biela	22.09.10	5412000	5629340
MÜ16	Müglitz	Lauenstein (oh. Rotes Wasser)	21.09.10	5417740	5628070
MÜ17	Löwenhainer Bach	Mdg.	21.09.10	5418120	5626550
MÜ18	Weiße Müglitz	Müglitz-Gottgetreu	21.09.10	5419780	5623950
MÜ19	Rotes Wasser	Lauenstein (Mdg.)	21.09.10	5415650	5628110
MÜ20	Tiefenbach	Geising (Parkplatz Schellhas)	21.09.10	5414250	5625700
MÜ21	Quergraben	Altenberg (oh. Galgenteich)	21.09.10	5412020	5625080
MÜ22	Kleine Biela	oh. Bielastolln	24.09.10	5413420	5629750
MÜ23	Erdbach/Hüttenbach	Geising (oh. Hüttenteich)	21.09.10	5415600	5624290
MÜ24	Pfarrwasser	Geising (Mdg.)	21.09.10	5414790	5624490
MÜ25	Heerwasser	Geising (oh. Pfarrwasser)	21.09.10	5414430	5624450
MÜ26	Heerwasser	Zinnwald (nahe Grenzübergang)	21.09.10	5412470	5623060
MÜ27	Schilfbach	Mdg.	23.09.10	5414060	5632040
MÜ28	Bärenhecker Bach	Mdg.	23.09.10	5413550	5632990
MÜ29	Müglitz	oh. Biela, Bärenstein, Abzweig Börnchen	24.09.10	5415750	5630800
MÜ30	kleine Biela (Zufluß)	oh. Spülhalde	09.11.10	5412060	5627150
MÜ31	Tiefenbachwasserfall	oh. Geising	09.11.10	5413800	5625690
MÜ32	Schwarzwasser	uh. B170 Grenze	09.11.10	5412450	5624750
MÜ81	Müglitz	oh. Glashütte, oh. MÜ8,	24.09.10	5412920	5634680
MÜ82	Müglitz	Bärenhecke, neue Straßenbrücke	24.09.10	5413520	5633320

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, allgemeine Angaben, Vort-Ort-Parameter

PNUM	Wasser filtriert	Wasser unfiltriert	Sediment <20 µm	Sediment <63 µm	W-Temp. [°C]	pH	el. Leitf. [µS/cm]	Eh [mV]	Schweb [mg/l]
MÜ1	x	x	x		12,5	8,1	160	412	4,30
MÜ2	x	x	x		11,9	8,4	210	409	6,96
MÜ3	x	x	x	x	12,3	7,7	56	425	1,40

MÜ4	x	x	x		13,5	7,3	61	453	1,60
MÜ5	x	x	x		13,0	7,4	49	472	2,30
MÜ6	x	x	x	x	10,1	6,8	234	431	0,34
MÜ7	x	x	x		9,6	6,6	236	439	1,48
MÜ8	x	x	x		12,5	7,1	204	451	3,35
MÜ9	x	x	x		12,0	7,4	57	457	1,98
MÜ10	x	x	x		10,3	6,9	188	431	0,66
MÜ11	x	x	x		10,3	6,1	145	487	2,08
MÜ12	x	x	x		10,7	6,6	191	525	0,96
MÜ13	x	x	x		8,8	6,4	212	450	1,64
MÜ14	x	x	x		8,5	5,6	158	397	3,30
MÜ15	x	x	x		8,1	5,8	157	415	0,60
MÜ16	x	x	x		10,5	7,1	149	446	1,32
MÜ17	x	x	x	x	9,1	7,1	181	473	1,12
MÜ18	x	x	x		7,6	7,1	116	417	2,93
MÜ19	x	x	x		9,7	6,6	204	501	1,48
MÜ20	x	x	x		10,2	6,8	58	465	3,88
MÜ21	x	x	x		10,8	5,3	54	504	1,48
MÜ22	x	x	x		12,0	7,3	250	440	2,76
MÜ23	x	x	x	x	9,8	6,7	75	402	2,70
MÜ24	x	x	x		9,8	6,3	85	428	1,28
MÜ25	x	x	x		10,3	6,9	218	430	1,52
MÜ26	x	x	x		11,4	6,7	140	433	1,62
MÜ27	x	x	x	x	10,3	6,3	157	513	1,16
MÜ28	x	x	x		11,0	7,0	195	477	1,56
MÜ29	x	x	x		14,0	7,1	197	415	0,74
MÜ30	x	x			4,9	7,3	285	457	1,18
MÜ31	x	x			4,2	7,3	211	460	3,84
MÜ32	x	x			4,4	6,9	235	257	17,4
MÜ81	x	x			4,9	7,3	285	457	70,1
MÜ82	x	x	x		12,2	7,2	195	441	1,15

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, Elementgehalte im Wasser

PNUM	Ag_f [µg/l]	Ag_uf [µg/l]	Al_f [µg/l]	Al_uf [µg/l]	As_f [µg/l]	As_uf [µg/l]	Ba_f [µg/l]	Ba_uf [µg/l]	Be_f [µg/l]	Be_uf [µg/l]	Bi_f [µg/l]	Bi_uf [µg/l]	Cd_f [µg/l]	Cd_uf [µg/l]
MÜ1	<0,1	0,568	12,1	188	1,62	1,62	61,2	63,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,0141	0,021
MÜ2	<0,1	0,301	10,5	354	1,34	1,34	76,1	76,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,0176	0,025
MÜ3	<0,1	0,388	58,7	75,7	10,80	10,8	87,1	87,1	<0,1	0,109	<0,5	<0,5	0,149	0,15
MÜ4	<0,1	0,568	19,5	27,8	2,73	2,73	70,7	70,7	0,11	0,19	<0,5	<0,5	0,127	0,127
MÜ5	<0,1	0,338	14,4	39,7	1,49	1,49	79,6	79,6	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,167	0,167
MÜ6	<0,1	0,267	14,3	14,3	1,63	1,63	81,2	81,2	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,138	0,138
MÜ7	<0,1	0,153	20,7	48,5	1,69	1,69	83,1	83,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,143	0,143
MÜ8	<0,1	0,272	91,3	383	12,67	19,14	87	87	0,169	0,24	<0,5	3,0	0,236	0,267
MÜ9	<0,1	0,13	15,8	55,1	6,77	7,29	84,4	92,4	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,356	0,359
MÜ10	<0,1	<0,1	108	140	0,811	0,835	73,9	84,1	0,407	0,496	<0,5	<0,5	0,284	0,322
MÜ11	<0,1	<0,1	1020	1100	0,567	0,567	49,3	53,8	3,02	3,03	<0,5	<0,5	0,906	0,976
MÜ12	<0,1	<0,1	31,2	96,9	0,872	0,872	85,5	92,1	0,187	0,204	<0,5	<0,5	0,096	0,108
MÜ13	<0,1	<0,1	258	966	11,8	36,2	89,6	99,2	1,80	2,10	<0,5	<0,5	0,693	0,766
MÜ14	<0,1	<0,1	380	747	1,83	1,95	55,6	60,5	0,403	0,446	<0,5	<0,5	0,351	0,397
MÜ15	<0,1	<0,1	245	410	0,612	0,927	119	130	1,34	1,39	<0,5	<0,5	0,587	0,587
MÜ16	<0,1	<0,1	71,4	123	2,32	2,53	57,8	61,4	0,127	0,16	<0,5	<0,5	0,191	0,228
MÜ17	<0,1	<0,1	31,7	158	2,93	3	84,9	86,9	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,204	0,225
MÜ18	<0,1	0,246	106	229	2,09	2,71	50,5	51,5	0,174	0,214	<0,5	<0,5	0,264	0,278
MÜ19	<0,1	0,233	117	252	7,86	8,56	90,8	96,3	0,599	0,779	<0,5	<0,5	0,264	0,29
MÜ20	<0,1	<0,1	170	417	9,78	14,4	79,2	83,5	0,375	0,619	<0,5	<0,5	0,273	0,353
MÜ21	<0,1	0,115	828	839	2,51	2,53	37,5	37,5	0,86	0,86	<0,5	<0,5	0,438	0,438
MÜ22	<0,1	<0,1	206	827	61,5	231	72,4	76,4	0,796	1,32	<0,5	<0,5	0,518	0,675
MÜ23	<0,1	<0,1	112	216	1,11	1,57	59,8	60,2	0,315	0,393	<0,5	<0,5	0,092	0,111
MÜ24	<0,1	<0,1	141	141	<0,5	0,566	60,7	60,7	0,629	0,631	<0,5	<0,5	0,163	0,163
MÜ25	<0,1	<0,1	189	332	2,8	3,24	120	120	2,08	2,19	<0,5	<0,5	0,854	0,854
MÜ26	<0,1	<0,1	132	299	1,26	12,1	57,3	77,3	0,876	0,876	<0,5	<0,5	0,165	0,336
MÜ27	<0,1	<0,1	404	565	<0,5	<0,5	89,2	89,2	0,886	0,886	<0,5	<0,5	0,804	0,834
MÜ28	<0,1	<0,1	162	266	0,809	0,978	81,1	81,4	0,722	0,722	<0,5	<0,5	3,48	3,82
MÜ29	<0,1	<0,1	83,7	152	7,12	8,45	72,5	76,5	0,26	0,391	<0,5	<0,5	0,177	0,215
MÜ30	<0,1	<0,1	90	108	0,914	1,08	101	101	0,14	0,14	<0,5	<0,5	0,071	0,08
MÜ31	<0,1	<0,1	348	776	6,21	10,3	88,9	88,9	0,36	0,36	<0,5	<0,5	0,261	0,314
MÜ32	<0,1	<0,1	525	1920	6,71	24,9	159	182	0,181	0,316	<0,5	<0,5	0,12	0,174
MÜ81	<0,1	0,227	73,3	8220	10,6	165	75,6	165	0,154	1,43	<0,5	52,5	0,215	0,784
MÜ82	<0,1	<0,1	113	225	9,05	9,2	75,5	75,5	0,44	0,474	<0,5	<0,5	0,32	0,32

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, Elementgehalte im Wasser

PNUM	Co_f [µg/l]	Co_uf	Cr_f [µg/l]	Cr_uf	Cu_f [µg/l]	Cu_uf	Hg_f [µg/l]	Hg_uf	Mn_f [µg/l]	Mn_uf	Mo_f [µg/l]	Mo_uf	Ni_f [µg/l]	Ni_uf [µg/l]
MÜ1	<0,1	<0,1	0,97	1,43	1,69	4,91	<0,1	<0,1	49,1	73,5	0,43	0,439	0,24	0,99
MÜ2	<0,1	<0,1	1,24	1,84	1,13	1,37	<0,1	<0,1	2,61	16,0	0,35	0,357	<0,1	<0,1
MÜ3	<0,1	0,109	0,77	1,01	6,89	6,89	<0,1	<0,1	18,4	18,5	13,4	13,4	0,82	1,25
MÜ4	<0,1	0,128	0,65	0,78	3,01	3,01	<0,1	<0,1	0,86	1,69	0,33	0,338	3,04	3,34
MÜ5	<0,1	<0,1	0,41	0,51	2,17	2,17	<0,1	<0,1	0,78	2,76	0,15	0,150	3,19	3,26
MÜ6	<0,1	<0,1	0,52	0,55	2,54	2,54	<0,1	<0,1	0,87	1,02	0,26	0,263	1,45	1,66
MÜ7	<0,1	0,103	0,61	0,72	3,62	3,62	<0,1	<0,1	3,3	7,18	0,28	0,281	1,86	2,07
MÜ8	<0,1	0,151	0,63	0,97	10,9	13,3	<0,1	<0,1	14,3	22,8	14,9	14,9	0,97	1,39
MÜ9	<0,1	0,124	0,67	1,03	5,12	5,35	<0,1	0,126	1,14	2,74	0,46	0,460	2,50	3,04
MÜ10	<0,1	<0,1	0,33	0,37	1,16	4,4	<0,1	<0,1	8,65	9,76	0,14	0,159	1,26	1,66
MÜ11	0,71	0,813	0,19	1,68	0,65	0,652	<0,1	<0,1	131	135	<0,1	<0,1	3,14	3,34
MÜ12	<0,1	<0,1	0,24	3,01	1,8	1,8	<0,1	<0,1	1,23	3,4	0,11	0,134	0,36	0,78
MÜ13	1,01	1,11	0,43	5,09	23,3	47,4	<0,1	<0,1	625	652	20,3	20,8	1,32	1,87
MÜ14	0,96	1,06	0,72	3,93	1,4	1,4	<0,1	<0,1	68,3	68,3	0,14	0,161	1,01	1,01
MÜ15	0,58	0,607	0,66	3,49	1,43	1,43	<0,1	<0,1	73,1	73,1	<0,1	<0,1	1,52	1,6
MÜ16	<0,1	0,186	0,51	3,25	6,07	12,3	<0,1	<0,1	24,5	29,4	0,23	0,257	2,49	2,65
MÜ17	<0,1	<0,1	0,40	2,97	3,59	3,59	0,12	0,123	7,2	9,41	0,53	0,532	1,50	1,84
MÜ18	0,45	0,502	0,50	4,24	6,14	8,96	<0,1	<0,1	85,5	88,2	0,11	0,118	2,76	2,76
MÜ19	<0,1	0,104	0,63	4,36	4,66	11,3	<0,1	<0,1	7,57	11,1	17,8	17,8	0,44	0,72
MÜ20	0,34	0,458	1,01	3,54	3,35	3,39	<0,1	<0,1	70,6	84,5	50,6	50,6	0,55	1,05
MÜ21	1,42	1,42	0,72	2,73	2,61	2,61	<0,1	<0,1	141	141	0,13	0,137	1,56	1,56
MÜ22	1,12	1,19	0,31	4,1	2,55	2,71	<0,1	0,324	1950	1950	40,4	40,4	1,73	2,34
MÜ23	0,15	0,189	0,15	2,28	0,81	0,814	<0,1	<0,1	67,3	67,3	0,11	0,118	0,53	0,58
MÜ24	<0,1	<0,1	<0,1	2,97	0,69	0,696	<0,1	<0,1	13,1	13,1	<0,1	<0,1	0,62	0,62
MÜ25	<0,1	<0,1	0,75	3,03	10,4	10,5	<0,1	<0,1	16,4	16,4	6,74	6,74	0,72	1,07
MÜ26	<0,1	0,185	0,50	2,26	1,75	12,4	0,35	0,356	16,1	64,8	0,22	0,226	1,21	1,38
MÜ27	<0,1	0,29	0,26	1,09	4,78	4,78	0,19	0,19	16,5	16,5	0,16	0,230	2,30	2,45
MÜ28	0,32	0,351	0,12	1,34	19,3	21,1	0,11	0,116	142	142	0,28	0,283	1,32	1,84
MÜ29	<0,1	<0,1	0,55	1,55	5,53	6,00	<0,1	<0,1	4,13	12,1	10,3	10,3	1,06	1,48
MÜ30	<0,1	<0,1	0,90	1,37	2,8	2,8	<0,1	0,39	8,22	8,95	1,16	1,16	0,14	0,59
MÜ31	0,54	0,596	1,14	1,76	4,26	7,35	<0,1	0,206	84,4	87,8	29,1	29,1	0,89	1,20
MÜ32	0,58	0,772	1,56	2,78	3,54	4,50	<0,1	0,212	85,9	89,3	4,44	4,44	1,47	1,92
MÜ81	<0,1	2,52	0,54	8,47	10,6	73,7	<0,1	<0,1	46,1	353	12,3	27,7	0,95	6,39
MÜ82	0,14	0,180	0,52	1,55	10	10	<0,1	<0,1	77,6	77,6	12,1	11,5	1,08	1,31

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, Elementgehalte im Wasser

PNUM	Pb_f [µg/l]	Pb_uf [µg/l]	Sb_f [µg/l]	Sb_uf [µg/l]	Se_f [µg/l]	Se_uf [µg/l]	Tl_f [µg/l]	Tl_uf [µg/l]	U_f [µg/l]	U_uf [µg/l]	V_f [µg/l]	V_uf [µg/l]	Zn_f [µg/l]	Zn_uf [µg/l]
MÜ1	<0,1	1,53	0,204	0,270	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	1,87	1,87	0,616	0,876	0,701	2,93
MÜ2	<0,1	0,746	0,147	0,150	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	4,66	4,66	0,872	1,31	0,882	3,70
MÜ3	0,148	0,412	0,518	0,518	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	1,14	1,14	0,405	0,493	5,34	6,24
MÜ4	<0,1	2,26	0,232	0,232	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,745	0,745	0,454	0,470	5,26	6,65
MÜ5	<0,1	0,386	0,183	0,183	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,225	0,225	0,356	0,374	4,03	4,03
MÜ6	<0,1	0,249	0,162	0,162	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,155	0,155	0,344	0,344	2,69	3,53
MÜ7	0,112	0,588	0,194	0,194	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,223	0,223	0,401	0,471	3,76	4,85
MÜ8	0,443	1,64	0,214	0,214	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	1,05	1,05	0,321	0,596	12,1	12,5
MÜ9	0,114	0,635	0,243	0,244	<0,5	0,653	<0,1	<0,1	0,184	0,184	0,575	0,705	12,7	14,4
MÜ10	<0,1	0,399	0,112	0,131	<0,5	0,549	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,192	0,214	7,2	8,73
MÜ11	1,11	2,88	<0,1	0,110	<0,5	0,883	<0,1	<0,1	0,186	0,193	<0,1	0,300	25,8	28,1
MÜ12	<0,1	0,540	0,125	0,134	<0,5	1,22	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,207	0,670	5,97	11,3
MÜ13	0,136	0,608	0,100	0,121	<0,5	1,69	<0,1	<0,1	2,75	3,70	<0,1	1,16	55,6	70,7
MÜ14	0,606	3,00	0,233	0,233	<0,5	1,37	<0,1	<0,1	0,287	0,323	0,179	0,925	14,7	15,2
MÜ15	1,16	2,02	0,122	0,165	<0,5	1,62	<0,1	0,101	0,662	0,708	0,118	0,778	19	20,8
MÜ16	0,343	2,07	0,147	0,149	<0,5	0,976	<0,1	<0,1	0,14	0,14	0,349	0,921	6,55	9,45
MÜ17	0,191	0,42	0,127	0,127	<0,5	1,21	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,297	0,811	7,58	8,63
MÜ18	0,609	1,07	0,126	0,158	<0,5	1,21	<0,1	<0,1	0,192	0,192	0,312	1,14	16,7	16,7
MÜ19	0,448	1,53	0,222	0,224	<0,5	1,27	<0,1	<0,1	1,63	1,79	0,186	0,957	15,8	18,1
MÜ20	0,541	2,28	0,254	0,255	<0,5	1,28	<0,1	<0,1	1,57	1,72	0,211	0,913	10,9	21,7
MÜ21	4,13	4,13	0,398	0,398	0,598	1,71	<0,1	<0,1	0,664	0,664	0,586	1,17	25,9	25,9
MÜ22	0,104	1,79	<0,1	0,108	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,517	0,543	<0,1	0,793	61,9	98,1
MÜ23	0,247	0,888	<0,1	<0,1	<0,5	0,618	<0,1	<0,1	<0,1	0,116	0,139	0,688	7,08	9,69
MÜ24	0,126	0,326	0,109	0,109	<0,5	0,742	<0,1	<0,1	0,206	0,206	<0,1	0,661	6,67	7,15
MÜ25	0,481	1,20	0,272	0,272	<0,5	0,795	0,123	0,124	4,76	4,81	0,186	0,765	47,5	51,4
MÜ26	0,298	0,59	0,181	0,181	<0,5	1,06	0,117	0,117	0,552	1,18	0,171	0,76	11,7	20,9
MÜ27	<0,1	6,93	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,246	39	43,4
MÜ28	0,543	2,20	0,103	0,127	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	10,4	10,4	<0,1	0,273	289	289
MÜ29	0,292	0,674	0,202	0,215	<0,5	0,572	<0,1	<0,1	0,659	0,739	0,26	0,465	7,14	9,93
MÜ30	0,196	0,344	0,314	0,345	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	0,534	0,534	0,188	0,312	4,62	5,47
MÜ31	1,20	2,93	0,431	0,432	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	1,56	1,68	0,455	0,837	18,9	25,4
MÜ32	2,01	7,40	0,788	0,808	<0,5	0,741	<0,1	<0,1	1,89	2,35	1,00	2,47	8,15	18,7
MÜ81	0,181	24,3	0,185	0,381	<0,5	0,793	<0,1	0,629	0,967	4,49	0,265	7,17	6,21	64,3
MÜ82	0,227	0,618	0,209	0,209	<0,5	0,975	<0,1	0,119	1,06	1,06	0,234	0,449	17,7	18,9

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, Elementgehalte im Sediment <20 µm

PNUM	As_S [mg/kg	B_S [mg/kg	Ba_S [mg/kg	Be_S [mg/kg	Cd_S [mg/kg	Co_S [mg/kg	Cr_S [mg/kg	Cu_S [mg/kg	Fe_S [mg/kg	Hg_S [mg/kg	Mn_S [mg/kg	Mo_S [mg/kg
MÜ1	15	<10	150	0,92	0,64	10	27	23	22000	0,09	1900	<0,5
MÜ2	18	<10	150	1,1	0,73	12	31	28	26000	0,13	990	0,6
MÜ3	240	<10	480	9,6	5,3	19	56	220	47000	1,4	2000	21
MÜ4	54	<10	470	15	7,0	33	51	52	34000	0,23	1600	1,6
MÜ5	49	<10	380	5,1	4,7	11	35	28	26000	0,17	910	2,4
MÜ6	60	<10	510	5,1	10	17	55	67	35000	0,30	1600	1,4
MÜ7	64	10	460	6,5	15	20	56	100	33000	0,27	2000	1,7
MÜ8	580	<10	460	11	7,1	15	41	350	43000	1,3	2200	54
MÜ9	92	<10	640	5,3	16	18	57	160	35000	0,29	1500	2,9
MÜ10	86	<10	560	17	7,8	18	47	50	36000	0,14	1500	2,2
MÜ11	48	<10	250	7,1	0,59	9,0	18	21	20000	0,26	640	1,1
MÜ12	44	<10	600	16	4,4	13	28	62	34000	0,27	2200	1,8
MÜ13	4200	11	820	75	9,7	22	27	2800	54000	0,20	7400	97
MÜ14	180	<10	140	26	2,7	12	18	24	38000	0,26	650	2,1
MÜ15	120	12	430	86	4,1	20	31	75	24000	0,21	1500	4,6
MÜ16	120	10	630	9,5	20	38	57	150	44000	0,22	8800	2,8
MÜ17	81	11	720	12	23	18	64	110	52000	0,37	2600	2,4
MÜ18	150	<10	440	12	16	39	53	240	57000	0,22	5500	2,6
MÜ19	420	<10	600	35	11	18	33	190	46000	0,66	3700	50
MÜ20	1300	11	580	32	17	32	23	160	67000	2,9	5500	100
MÜ21	54	10	90	2,4	0,55	3,9	16	14	17000	0,10	190	2,3
MÜ22	18000	<10	1400	36	11	27	14	95	11000	0,16	25000	259
MÜ23	110	10	390	15	3,2	12	19	22	41000	0,67	1800	4,6
MÜ24	94	10	200	25	3,0	12	17	20	29000	0,46	1300	2,1
MÜ25	270	17	620	140	22	10	20	460	29000	2,1	1800	36
MÜ26	71	13	200	30	3,5	7,9	27	39	19000	0,24	1700	3,1
MÜ27	54	10	270	23	2,6	6,7	32	280	23000	0,17	540	2,6
MÜ28	440	11	600	14	9,3	20	55	290	48000	1,2	2700	52
MÜ29	68	13	330	28	2,9	7,7	41	330	29000	0,16	650	3,4
MÜ30	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ31	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ32	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ81	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ82	470	11	640	24	16	19	43	490	43000	0,49	2800	29

Anlage 1: Ergebnisse der Detailbeprobung des Müglitzeinzugsgebietes, Elementgehalte im Sediment <20 µm

PNUM	Ni_S [mg/kg]	Pb_S [mg/kg]	Sb_S [mg/kg]	Se_S [mg/kg]	Ti_S [mg/kg]	Tl_S [mg/kg]	U_S [mg/kg]	V_S [mg/kg]	Zn_S [mg/kg]	P_S [mg/kg]	Ca_S [mg/kg]
MÜ1	26	46	1,3	1,27	290	0,1	1,9	31	130	780	6600
MÜ2	28	53	0,92	1,48	320	0,14	1,7	38	150	880	6800
MÜ3	57	130	2,5	3,2	680	0,94	9,5	49	550	2300	7300
MÜ4	73	110	1,3	4,2	550	0,77	9,1	54	460	2000	6100
MÜ5	52	100	1,1	2,6	260	0,5	6,5	38	230	930	3900
MÜ6	58	160	1,3	3,6	320	0,44	8	56	340	1700	5300
MÜ7	57	200	1,2	3,8	480	0,51	7,1	56	450	2700	6100
MÜ8	34	170	1,5	3,6	400	1,4	27	40	530	1800	6100
MÜ9	70	260	1,7	4,1	560	0,4	5	50	780	2500	8200
MÜ10	50	150	1,4	4,5	270	0,55	9	48	470	1700	5900
MÜ11	8,4	140	1,6	7,1	150	0,63	13	21	73	1000	1100
MÜ12	24	170	1,5	5,7	210	0,6	7,8	37	430	2500	4800
MÜ13	24	240	1,4	14	360	1,7	170	37	1200	2400	7400
MÜ14	9,9	190	1,9	9,2	200	1,1	12	30	190	1300	2700
MÜ15	23	350	2,1	17	510	1,1	41	31	330	6300	3700
MÜ16	64	170	1,4	4,3	510	1,0	6,6	57	840	2300	6600
MÜ17	58	190	1,4	3,6	410	1,2	6,7	63	800	2800	5700
MÜ18	52	180	1,5	4,2	420	1,1	5,9	63	640	1900	6600
MÜ19	30	210	2,3	6,1	300	2,0	56	36	950	2400	7100
MÜ20	25	140	3,1	9,9	230	4,5	52	26	1200	4200	9600
MÜ21	8,1	99	0,96	3,6	320	0,9	6,3	26	62	380	1200
MÜ22	28	250	1,0	4,4	170	1,3	25	27	1900	3000	9600
MÜ23	13	140	1,6	3,5	440	0,6	6,5	40	300	1100	4000
MÜ24	13	130	1,5	4,8	350	0,8	14	32	280	980	2800
MÜ25	20	300	2,4	6,5	160	3,3	160	20	1600	1400	7000
MÜ26	20	160	1,4	8,1	610	1,7	20	32	430	1400	3500
MÜ27	23	110	0,82	3,6	490	0,9	7,1	35	490	840	2600
MÜ28	45	190	1,7	4,5	730	1,8	25	55	660	2200	8600
MÜ29	27	130	1,6	3,9	790	1,1	8	46	630	1000	3400
MÜ30	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ31	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ32	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ81	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
MÜ82	38	260	1,7	5,7	490	1,6	37	44	910	2400	7100

Anlage 2: Ergebnisse der Stollenwasserbeprobung

PNUM	Stolln	Ort	RW5	HW5	Datum	Temp. [°C]	pH	el. Leitf.	Eh [mV
SilbStl	Silberstolln	Fürstenau	5416400	5623330	21.09.10	7,6	6,4	138	461
TieHi-	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Zinnwald	5413480	5624080	21.09.10	7,6	6,4	156	452
TieBüStl	Tiefer Bünau Stolln	Zinnwald	5413150	5623640	21.09.10	9,3	6,7	83	402
BielaStl	Bielastolln	Bären-	5413670	5629880	24.09.10	11,0	6,9	73	467
ZwittEr-	Zwitterstocks Tiefer Erbs-	Geising	5414520	5626240	09.11.10	7,1	7,3	135	465

PNUM	Stolln	Ag_uf [µg/l]	Al_uf [µg/l]	As_uf [µg/l]	Hg_uf [µg/l]	B_uf [µg/l]	Ba_uf [µg/l]	Be_uf [µg/l]	Bi_uf [µg/l]
SilbStl	Silberstolln	<0,1	203	0,725	<0,1	4,57	83,4	1,44	<0,5
TieHiGoStl	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	<0,1	712	3,33	<0,1	5,75	212	2,87	0,704
TieBüStl	Tiefer Bünau Stolln	0,187	686	10	0,147	22,3	272	7,35	0,739
BielaStl	Bielastolln	<0,1	6380	4,88	<0,1	3,68	117	12,8	<0,5
ZwittErbStl	Zwitterstocks Tiefer Erbstolln	<0,1	79,4	2,12	<0,1	3,39	76,3	0,341	<0,5

PNUM	Stolln	Cd_uf [µg/l]	Co_uf [µg/l]	Cr_uf [µg/l]	Cu_uf [µg/l]	Mn_uf [µg/l]	Mo_uf [µg/l]	Ni_uf [µg/l]	Pb_uf [µg/l]
SilbStl	Silberstolln	0,253	0,129	0,711	4,86	13,6	<0,1	0,948	0,286
TieHiGoStl	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	0,729	0,131	1,14	14,6	22,3	4,82	1,15	1,32
TieBüStl	Tiefer Bünau Stolln	3,45	0,34	2,6	45,1	42,1	22,3	1,38	4,8
BielaStl	Bielastolln	3,45	6,64	0,13	812	1630	91,9	2,65	0,149
ZwittErbStl	Zwitterstocks Tiefer Erbstolln	0,092	<0,1	0,731	7,93	4,5	0,51	0,975	0,216

PNUM	Stolln	Sb_uf [µg/l]	Se_uf [µg/l]	Tl_uf [µg/l]	U_uf [µg/l]	V_uf [µg/l]	Zn_uf [µg/l]
SilbStl	Silberstolln	<0,1	<0,5	<0,1	0,399	0,156	37,4
TieHiGoStl	Tiefer Hilfe Gottes Stolln	0,145	<0,5	0,165	8,65	0,334	24,3
TieBüStl	Tiefer Bünau Stolln	0,51	<0,5	0,373	31,4	0,377	198
BielaStl	Bielastolln	<0,1	2,29	0,226	43,8	0,157	298
ZwittErbStl	Zwitterstocks Tiefer Erbstolln	<0,1	<0,5	<0,1	0,538	0,188	5,77

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Redaktion:
Referat 44 / Oberflächen- und Grundwasser
Ansprechpartnerin: Sylvia Rohde
Telefon: +49 351 8928 4401
Telefax: +49 351 8928 4099
E-Mail: Sylvia.Rohde@smul.sachsen.de

Fotos: Annia Greif
Redaktionsschluss: 22.02.2010

Hinweis:
Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung. Die PDF-Datei ist im Internet unter http://www.smul.sachsen.de/lfulg verfügbar.

Verteilerhinweis
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Infor-mationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

5 Geogene Hintergrundwerte der Grenzgewässer



Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen,

Teil:

Ermittlung von Hintergrundwerten in ausgewählten Grenzwasser-Oberflächenwasserkörpern

Annia Greif

5.1 Einleitung

Für einige Schwermetalle und Arsen zeichnen sich bei den bereits festgelegten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des ökologischen bzw. des chemischen Zustandes Überschreitungen in den Fließgewässern und ihren Sedimenten/Schwebstoffen im Bereich des Erzgebirges ab. Die Ursachen liegen in dem bereits ursächlich geogen bedingt erhöhten Schwermetallstatus der sächsischen Fließgewässer.

Bei der Bewertung von Oberflächenwasserkörpern (OWK) nach der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 können bei der Bewertung von Metallen und Elementen geogene Hintergrundwerte berücksichtigt werden. Aufgrund der hohen geogenen Vielfalt in den Einzugsgebieten des sächsischen Grundgebirges ist dort die Ableitung regionaler Hintergrundwerte für kleinräumige Gebiete erforderlich. Im Rahmen eines Forschungsprojekts sowie in anschließenden Werkverträgen wurden bereits verschiedene Gewässereinzugsgebiete betrachtet.

Im Rahmen der direkten Zusammenarbeit der deutschen und tschechischen Fachdienststellen werden nunmehr für ausgewählte Grenzgewässer-Oberflächenwasserkörper, die sich in geogen geprägten Gebieten befinden, spezielle Hintergrundkonzentrationen benötigt.

Es sollen die Grenzgewässer-OWK ausgewählt werden, deren Einzugsgebiete sich maßgeblich auf deutschem Territorium befinden. Für diese OWK sollen Untersuchungen entsprechend der Vorgaben des Forschungsvorhabens „Oberflächengenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlands“ (TU Bergakademie Freiberg 2007-2009) vorgenommen werden. Bei den Sedimenten sollen die Untersuchungen nunmehr in der <63 µm Fraktion erfolgen.

5.2 Bewertungskriterien

Bei der Bewertung von Oberflächenwasserkörpern (OWK) gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gelten neben vielen organischen Spurenstoffen auch für einige anorganische Stoffe Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Schwebstoffe/Sedimente bzw. für die Wasserphase (Abbildung 1).

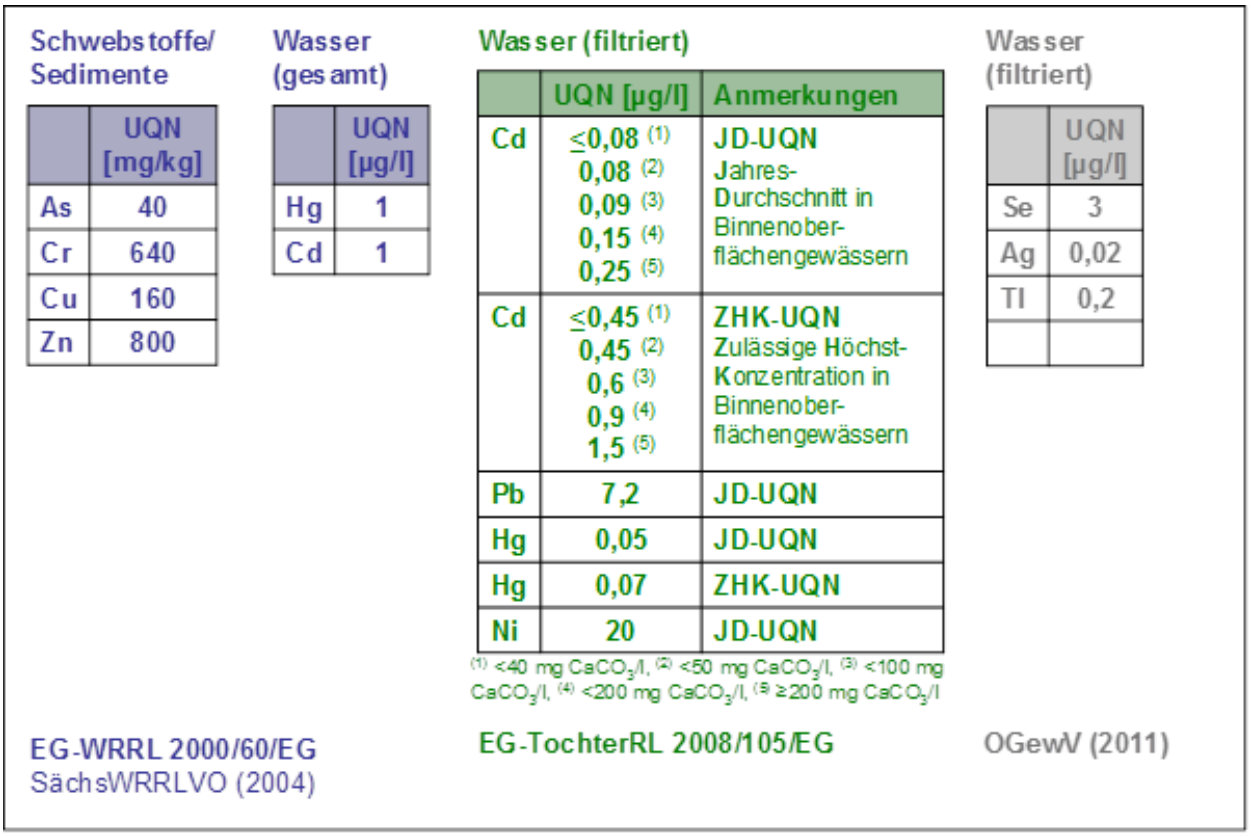


Abbildung 1: Übersicht über die Umweltqualitätsnormen

Bei der Bewertung von Metallen und Elementen können geogene Hintergrundwerte berücksichtigt werden. Rechtliche Grundlagen für die Ausweisung geogener Hintergrundwerte sind:

- die EG-TochterRL 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik vom 24.12.2008, sie sieht die Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni) vor, wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern,
- die am 20. Juli 2011 in Kraft getretene „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ (Oberflächengewässerverordnung - OGewV, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2011, 25.07.2011) sieht die Berücksichtigung der natürlichen Hintergrundkonzentrationen von nichtsynthetischen Schadstoffen (As, Cu, Cr, Zn, Cd, Hg, Ni, Pb, Se, Ag, Tl) vor.

5.3 Kenntnisstand

Aufgrund der hohen geogenen Vielfalt in den Einzugsgebieten des sächsischen Grundgebirges ist dort die Ableitung regionaler Hintergrundwerte für kleinräumige Gebiete erforderlich. Im Rahmen eines Forschungsprojekts sowie in anschließenden Werkverträgen wurden bereits verschiedene Gewässereinzugsgebiete betrachtet.
Zwischen 2007 und 2010 wurden folgende Gebiete bearbeitet: Oberlauf der Zwickauer Mulde, Schwarzwasser, Oberlauf der Freiberger Mulde, Bobritzsch, Weißeritz und Müglitz. Weitere (Einzel-)Untersuchungen (2005) fan-

den im Einzugsgebiet des Rödelbaches, an Zuflüssen zu den Talsperren Neunzehnhain und Saidenbach und an Zuflüssen zur Weißen Elster im Vogtland statt (Abbildung 2).

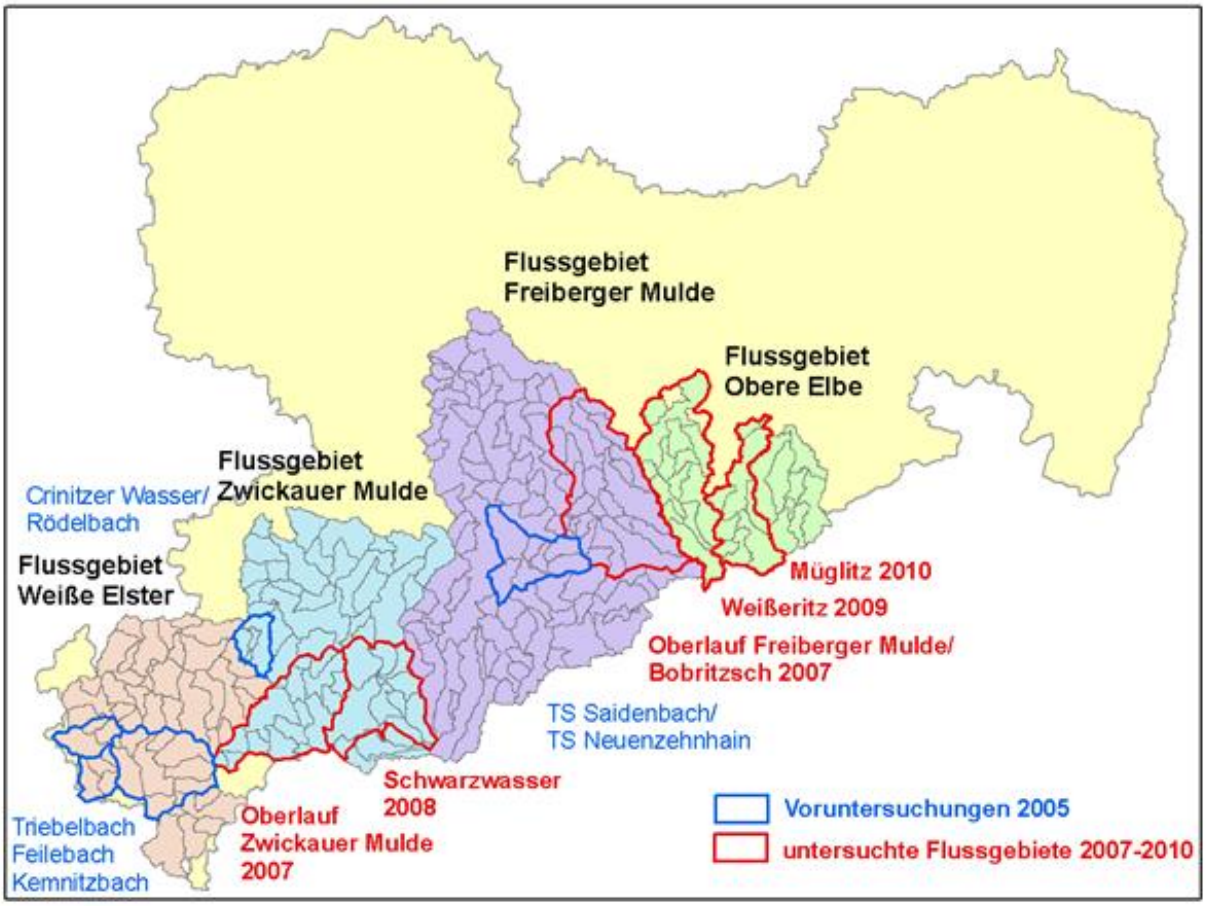


Abbildung 2: Übersicht über die Bearbeitungsgebiete mit Untersuchungen zum geogenen Background sächsischer Fließgewässer

Bei diesen Untersuchungen wurden bereits Grenzgewässer in den Einzugsgebieten der Müglitz (Müglitz-1), Weißeritz (Weißeritz-1), Freiberger Mulde (Freiberger Mulde-1) und Schwarzwasser (Pöhlwasser-1, Schwarzwasser-cz, Breitenbach) berücksichtigt (

Tabelle 1).

Tabelle 1: Grenzgewässer-OWK, die im Rahmen früherer Untersuchungen beprobt wurden

Betreuung	G_Nr	WK_ID_CZ	WK_ID_D	Název (Name)
D	S131	14737000	DESN_53718-1	Mohelnice (Müglitz-1)
D	S139	14739000	DESN_5372-1	Divoká Bystřice (Weißeritz-1)
D	S143	14742000	DESN_542-1	Moldavský potok (Freiberger Mulde-1)

D	S194	14808000	DESN_541284-1	Pöhlwasser-1 (Polavský potok)
CZ	S206	14798000	14798000	Schwarzwasser-cz (Černá)
D	S208	14804000	DESN_54122	Blatenský potok (Breitenbach)

Im Mittelpunkt standen Untersuchungen an Wässern (gesamt und gelöst) und schwebstoffbürtigen Sedimenten der Fraktion <20 µm, ergänzt durch die Auswertung vorhandener Daten von Gesteinen, Böden und Bachsedimenten aus der geochemischen Prospektion der 1970/80er Jahre zur Charakterisierung des geochemischen Potentials der ausgewählten Einzugsgebiete.
Die Ergebnisse sind für die in der WRRL relevanten Elemente gebietsbezogen in Greif & Klemm (2011) zusammengefasst. Grenzgewässer, in denen die Ableitung spezifischer geogener Hintergrundwerte nicht erforderlich ist, werden in

Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Grenzgewässer-OWK, für die keine Ausweisung geogener Hintergrundwerte notwendig ist

Betreuung	G_Nr	WK_ID_CZ	WK_ID_D	Název (Name)
D / CZ	S1	20758001	DESN_674-3	Lužická Nisa (Lausitzer Neiße-3)
D / CZ	S6	20769000	DESN_674144	Lužnička (Lausur)
D / CZ	S7, S10, S14	20764000	DESN_67414-1	Mandava (Mandau-1)
D	S18, S25, S26 (S19, S30)	14696000	DESN_582-1	Spree-1 (Spréva)
D / CZ	S86	14666000	DESN_537118-2	Křinice (Kirnitzsch-1)
D / CZ	S94	14625000	DESN_5-0	Labe (Elbe-cz/de)
D	S99	14710000	DESN_537116	Napajedla (Krippenbach)
D	S106	14724000	DESN_5371328	Liščí potok (Cunnersdorfer Bach)
D	S110	14714000	DESN_537132	Ostrovská Bělá (Biela)

Im Rahmen dieser Studie sollen die Grenzgewässer des Erzgebirges/Vogtlandes zur Tschechischen Republik einer Betrachtung unterzogen werden, aus der Hintergrundwerte für entsprechende Oberflächenwasserkörper abgeleitet werden können.
Für 16 Grenzgewässer-OWK wird die Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte diskutiert (Tabelle 3). Sie erstrecken sich entlang der deutsch-tschechischen Grenze vom Einzugsgebiet der Weißen Elster im Westen bis zur oberen Elbe im Osten (Abbildung 3).

Tabelle 3: Grenzgewässer-OWK, für die eine Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte diskutiert wird

Betreuung	G_Nr	WK_ID_CZ	WK_ID_D	Název (Name)
CZ	S55 (S44a, S45)	14679001	14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)
D	S112 (S111)	14732000	DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)
D	S121	14734000	DESN_5371464	Slatina (Mordgrundbach)
D	S124	14729000	DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)
CZ	S152	14771000	14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)
D / CZ	S162	14779000	DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)
D / CZ	S164	14786000	DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)
D	S167, S169	14790000	DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)
D / CZ	S171	14757000	DESN_54264-2	Přísečnice (Preßnitz-1)
D / CZ	S179	14760000	DESN_542644	Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)
D / CZ	S184, S186	14747000	DESN_542634	Polava (Pöhla)
CZ	S220	14070000	14070000	Zwota-cz1 (Svatava)
D / CZ	S244	14010000	DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)
D / CZ	S264	14822000	DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)
D	S271	14828000	DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)
D / CZ	S279, S280	14817000	DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)

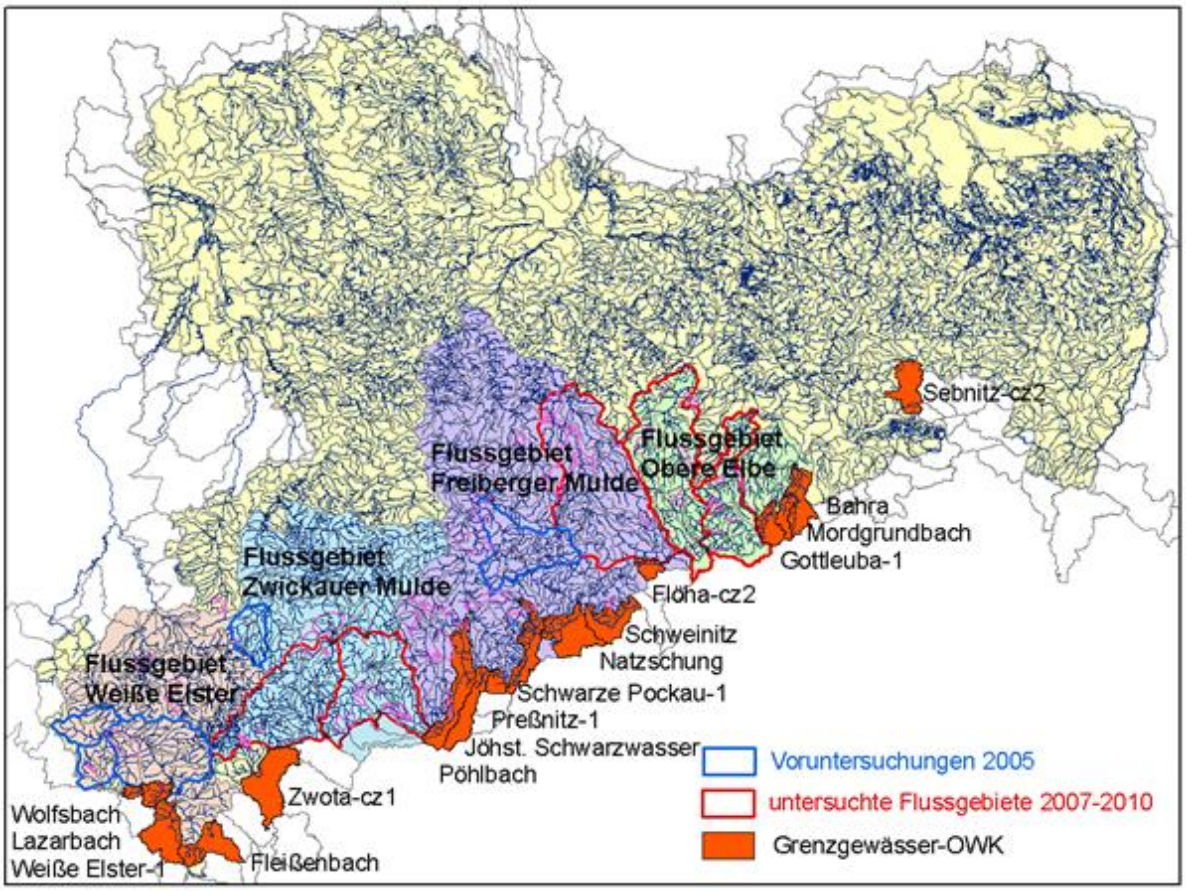


Abbildung 3: Übersicht über die Grenzgewässer-OWK im Kontext zu den bisherigen Untersuchungen

5.4 Charakterisierung der zu untersuchenden Oberflächenwasserkörper

Die Grenzgewässer-OWK wurden hinsichtlich ihrer Größe und Lage im Grenzgebiet beurteilt (Tabelle 4). Sie haben ein Einzugsgebiet von ca. 720 km^2, wovon ca. 60 % in der Tschechischen Republik liegen. An drei OWK mit einer Gesamtfläche von 150 km^2 hat Deutschland nur einen kleinen Anteil. Der Schwerpunkt der Untersuchungen wird auf die Gebiete gelegt, die zum Einzugsgebiet der Freiberger Mulde gehören, da der Kenntnisstand hier besonders gering ist. Dabei wird von einem Einzugsgebiet von ca. 340 km^2 ausgegangen, von denen 44 % in Deutschland liegen.

Unter der bisher verfolgten Strategie der Beprobung mit einer Mindestprobenahmedichte von 1 Probe/ 10 km^2 werden zur Untersuchung der deutschen Anteile an den Grenzgewässern (ca. 290 km^2) ca. 30 Probenahmepunkte benötigt. Dabei sollten mindestens 14 der 16 Gebiete berücksichtigt werden. Die kalkulierte Probenzahl pro OWK ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächenanteile ebenfalls in Tabelle 4 angegeben. Je nach der tatsächlichen Vor-Ort-Situation werden 26 bis 34 Punkte benötigt, um eine Aussage zum deutschen Grenzgebiet treffen zu können.

Tabelle 4: Größe und Lage der Grenzgewässer-OWK, Anzahl (n) der vorgesehenen Proben

WK_ID_D	Název (Name)	Größe (km^2)	Lage	EZG, n
14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	47,2	zu 71 % in CZ	Obere Elbe, 1-2
DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)	47,5	zu 51 % in CZ	Obere Elbe, 2
DESN_5371464	Slatina (Mordgrundbach)	18,6	zu 62 % in CZ	Obere Elbe, 1
DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)	29,7	zu 54 % in CZ	Obere Elbe, 1-2
14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)	16,3	zu 75 % in CZ	Freiberger Mulde, (1)
DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)	51,8	zu 65 % in CZ	Freiberger Mulde, 2-3
DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)	69,8	zu 69 % in CZ	Freiberger Mulde, 2-3
DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)	55,1	zu 43 % in CZ	Freiberger Mulde, 2
DESN_54264-2	Přísečnice (Preßnitz-1)	16,3	zu 61 % in CZ	Freiberger Mulde, 1
DESN_542644	Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	43,6	zu 80 % in CZ	Freiberger Mulde, 1-2
DESN_542634	Polava (Pöhla)	86,8	zu 32 % in CZ	Freiberger Mulde, 5-6
14070000	Zwota-cz1 (Svatava)	84,5	zu 96 % in CZ	Elbe (über CZ), (1)
DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)	54,1	zu 64 % in CZ	Elbe (über CZ), 2-3
DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	64,6	zu 69 % in CZ	Weiße Elster, 2
DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)	22,4	zu 25 % in CZ	Weiße Elster, 1-2
DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)	8,2	zu 40 % in CZ	Weiße Elster, 1

Die OWK im deutsch-tschechischen Grenzgebiet liegen mit Ausnahme der Sebnitz nahe dem Erzgebirgskamm. Geologisch überwiegen metamorphe Gesteine, wie Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite. Magmatische Gesteine sind als granitische Intrusionen bzw. Granodiorite anzutreffen. Untergeordnet treten Sedimente der Kreide, Phonolithe und Basaltoide auf (Tabelle 5).

Tabelle 5: Geologische Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK auf deutschem Gebiet

WK_ID_D	Název (Name)	Geologische Einheiten D
14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	Granodiorit, Granodiorit (Anatexit), Ostlausitzer Granodiorit
DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)	Kreide, Granit (JG), Phyllit, Metagranitoide, Paragneis
DESN_5371464	Slatina (Mordgrundbach)	Paragneis
DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)	Paragneis
14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)	Granit, Paragneis, Rhyolithoide in Gängen
DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)	Metarhyolithoide, Metagranitoide, Paragneis

DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)	Metagranitoide, Paragneis
DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)	Basaltoide, Metarhyolithoide, Metagranitoide, Paragneis
DESN_54264-2	Přísečnice (Preßnitz-1)	Metarhyolithoide, Metagranitoide, Paragneis
DESN_542644	Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	Metarhyolithoide, Metagranitoide, Paragneis
DESN_542634	Polava (Pöhla bzw. Pöhlbach)	Basaltoide, Phonolith, Glimmerschiefer, Metarhyolithoide, Metagranitoide, Paragneis
14070000	Zwota-cz1 (Svatava)	Granit (JG), Tonschiefer/ Grauwacken, Phyllit
DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)	Granit (ÄG), Phyllit, Glimmerschiefer
DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	Granit (ÄG), Phyllit, Glimmerschiefer
DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)	Tonschiefer/ Grauwacken, Phyllit
DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)	Tonschiefer/ Grauwacken

Mineralogisch-lagerstättenkundlich wird das Grenzgebiet durch mannigfaltige Vererzungen durchzogen. Es gibt mehrere Bergbaureviere, in denen die Lagerstätten auf unterschiedliche Elemente gebaut wurden (

Tabelle 6, Tabelle 7). Dabei kann die Quelle möglicher Gewässerbelastungen bereits auf tschechischem Territorium liegen.

Tabelle 6: Mineralisationen der Grenzgewässer-OWK auf deutschem Gebiet (Hösel et al. 1997)

WK_ID_D	Název (Name)	Mineralisationen D
14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	-
DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)	- Li-Glimmer-Greisen u.a.
DESN_5371464	Slatina (Mordgrundbach)	- Baryt-Fluorit-Assoziation - Hämatit-Baryt-Assoziation - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation
DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)	- Fluorit-Quarz-, Quarz-Hornstein-Assoziation
14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)	-
DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)	- Fluorit-Quarz-, Quarz-Hornstein-Assoziation - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation - Kassiterit-Sulfid/Silikat/Quarz-Assoziation

		- Li-Glimmer-Greisen u.a.
DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)	- Karbonat-Sulfarsenit-, Quarz-Arsenit-Assoz. - Fluorit-Quarz-, Quarz-Hornstein-Assoziation - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation
DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)	- Karbonat-Sulfarsenit-, Quarz-Arsenit-Assoz. - Fluorit-Quarz-, Quarz-Hornstein-Assoziation - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation
DESN_54264-2	Přísečnice (Preßnitz-1)	- Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoz. ?? - Baryt-Fluorit-Assoziation ??
DESN_542644	Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	- Karbonat-Sulfarsenit-, Quarz-Arsenit-Assoz. - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation
DESN_542634	Polava (Pöhla bzw. Pöhlbach)	- Karbonat-Sulfarsenit-, Quarz-Arsenit-Assoz. - Baryt-Fluorit-Assoziation - Hämatit-Baryt-Assoziation - Fluorit-Quarz-, Quarz/Hornstein-Assoz. - Quarz-Sulfid-Assoziation, lokal mit zusätzlicher Mineralisation der Kassiterit-Silikat-Assoziation - Kassiterit-Sulfid/Silikat/Quarz-Assoziation
14070000	Zwota-cz1 (Svatava)	- Fluorit-Quarz-, Quarz/Hornstein-Assoz. ??
DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)	-
DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	-
DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)	- Karbonat-Sulfarsenit-, Quarz-Arsenit-Assoz. - Quarz-Hämatit-, Quarz-Paradoxit-Fluorit-Assoziation
DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)	-

Tabelle 7: Lagerstättenkundliche Charakterisierung der Grenzgewässer-OWK

WK_ID_D	Název (Name)	Bergbaureviere D	Bergbaureviere CZ
14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	-	-
DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)	-	-
DESN_5371464	Slatina (Mordgrundbach)	-	Špičák-Krásný Les (fl) ??
DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)	-	Špičák-Krásný Les (fl)
14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)	-	aus Flöha-cz1 vermutl. durch Mackov (ba) beeinflusst

DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)	Seiffen (Sn)	-
DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)	-	-
DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)	Pobershau (Sn, W)	-
DESN_54264-2	Přísečnice (Preßnitz-1)	-	-
DESN_542644	Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	-	Kovářská-Magistrála (fl, ba), Kovářská-Měděnec (Fe)
DESN_542634	Polava (Pöhla bzw. Pöhlbach)	im Oberlauf Bärenstein (U, Ag, Co), Niederschlag (fl, ba), im Unterlauf Annaberg (U, Co, Ag, Ba, fl) randlich, Wiesenbad (Sn)	Kovářská-Magistrála (fl, ba)
14070000	Zwota-cz1 (Svatava)	-	Tisová (Cu)
DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)	-	-
DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	-	-
DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)	-	-
DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)	-	-

5.5 Konkretisierung der Probenahmepunkte nach der Gebietsanalyse

Nach der Auswertung der geologischen und lagerstättenkundlichen Gegebenheiten in den Grenzgewässer-OWK können nunmehr die geplanten Probenahmepunkte konkretisiert werden (Tabelle 8, Tabelle 9, Tabelle 10, Tabelle 11).

Tabelle 8: Probenahmeplanung im Gebiet obere Elbe (Ost)

WK_ID_D	Název (Name)	Punkte	Zweck
14679001	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	1. oh. Sebnitz, nahe Staatsgrenze, 2. Heimichbach oder/und Schwarzbach an Klinik Howald	1. wäre noch Sebnitz, 2. würde Stadtgebiet ausschließen
DESN_537146	Petrovický potok (Bahra)	1. Bahra (Buschbach) oh. Hellendorf, oh. Rückhaltebecken, nahe Staatsgrenze	uh. Quarz-Hämatit-Formation (Fe, Fluorit) bzw. Einfluss Bergbaurevier (CZ), uh. Petrovice (komm. Einfluss)
DESN_5371464	Slatina (Mordgrund-	1. Mordgrundbach bzw. Grenzbach, nahe Staatsgrenze	uh. Quarz-Hämatit-Formation (Fe, Fluorit) bzw. Einfluss Bergbaurevier (CZ), uh. Petrovice

	bach)		(komm. Einfluss)
DESN_53714-1	Rybný potok (Gottleuba-1)	1. Schönwalder Bach (Falkenbach) oh. Rybny 2. Gottleuba oh. Tsp. Gottleuba, Straßenbrücke Breitenau → Tsp. Gottleuba	oh./uh. Quarz-Hämatit-Formation (Fe, Fluorit) bzw. Einfluss Bergbaurevier (CZ)

Tabelle 9: Probenahmeplanung im Gebiet der Freiberger Mulde

WK_ID_D	Název (Name)	Punkte	Zweck
14771000	Flájský potok (Flöha-cz2)	1. Rauschenbach oh. Tsp. Rauschenbach	1. Input in Flöha, Rauschenbach mäandriert entlang Grenzverlauf
DESN_542682	Svídnice (Schweinitz)	1. Schweinitz oh. Deutscheinsiedel 2. Brettmühlenbach/Seiffener Bach 3. Schweinitz, Mdg. In Flöha	1./3. Schweinitz mäandriert im gesamten Grenzabschnitt, Input (aus Cz), Output (in Flöha) 2. Zuflüsse (Einfluss Seiffener Revier)
DESN_542684-2	Načetínský potok (Natzschung)	1. Natzschung, Grenze bei Obernatzschung 2. Steinbach Mdg. 3. Natzschung, Mdg. In Flöha	1./3. Natzschung mäandriert im gesamten Grenzabschnitt, Input (aus Cz), Output (in Flöha) 2. Steinbach
DESN_542686-1	Černá (Schwarze Pockau-1)	1. Schwarze Pockau, Grenze 2. Schwarze Pockau, Mdg. Rote Pockau	1. Input (CZ) 2. Output
DESN_542642-2	Přísečnice (Preßnitz-1)	1. Preßnitz, Landesgrenze (2 a/b Beilbach, Mühlgründelbach)	1. mäandriert im Grenzbereich, Input (aus CZ) (2. Zuflüsse)
DESN_542644	Černá Voda (Jöhst. Schwarzwasser)	1. Jöhstädter Schwarzwasser, Grenze 2. Jöhstädter Schwarzwasser, Mdg.	1. Input (aus CZ) 2. Output (in Preßnitz)
DESN_542634	Polava (Pöhla)	1. Pöhlbach oh. Oberwiesenthal Bereich Zechengrund 1 a/b Hüttenbach/ Schindelbach 2. Pöhlbach oh. Niederschlag 3. Pöhlbach oh. Mdg. Conduppelbach 4. Conduppelbach, Mündung 5. Bach nördl. Pöhlberg (linksseitig) 6. Pöhlbach Mdg.	1. charakterisiert Quellgebiet 1 a/b charakterisieren bergbauarme Zuflüsse 2./3. charakterisiert Zustand oh./uh. der Reviere Niederschlag und Bärenstein 4. charakterisiert bergbauarmen Zufluss 5. mgl. Einfluss Anaberger Revier, Kläranlage 6. Output, erst Messnetz prüfen

Tabelle 10: Probenahmeplanung im Gebiet der oberen Elbe (West)

WK_ID_D	Název (Name)	Punkte	Zweck
14070000	Zwota-cz1 (Svatava)	1. Zwota, Landesgrenze oh. Kläranlage (ohne Quittenbach)	1. entspricht Output (in CZ), Problem: uh. Ortslage Klingenthal → zur Backgroundcharakterisierung sollte Zwota auf deutscher Seite untersucht werden
DESN_53218-1	Fleißenbach (Plesná)	1. Fleißenbach, Landesgrenze 2. Hohendorfer Bach oh. Hohendorf 3. Röthenbach uh. Röthenbach	1. entspricht Output (in CZ), enthält aber Ortslage Bad Brambach 2.+3. oh. Ortslage Bad Brambach, kann auch nach Zusammenfluss oh. Mineral-Bad beprobt werden

Tabelle 11: Probenahmeplanung im Gebiet der Weißen Elster

WK_ID_D	Název (Name)	Punkte	Zweck
DESN_566-1	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	1. Weiße Elster, Landesgrenze	entspricht Input (aus CZ)
DESN_566132	Hranický potok (Lazarbach)	1. Tetterweinbach, Landesgrenze	entspricht Input (aus CZ)
DESN_56144	Wolfsbach (Bystřina)	1. Wolfsbach, Landesgrenze südlich Papstleithen	mäandriert entlang Landesgrenze, Punkt sollte Output (in CZ) entsprechen

5.6 Praktische Arbeiten

Die Vorgehensweise bei der Probenahme folgt der in den Vorgängerprojekten (Greif & Klemm 2009a, Greif & Klemm 2009b, Greif & Klemm 2005) bewährten Methode und baut auf dem Prinzip der geochemischen Prospektion auf. Es wird eine Probendichte von 1 Probe / 10 km^2 angestrebt, die allerdings weit unter der in der Lagerstättenprospektion erreichten Probendichte von z.B. 1,4 Proben/km^2 im Erzgebirge liegt (Pälchen et al. 1982).
Zur Charakterisierung mittlerer Abflussverhältnisse ist die Durchführung der Probenahme bei MQ des jeweiligen Monats (Hydrologisches Handbuch, LfULG 2009) optimal. Extremereignisse sind ebenso wie Abflussverhältnisse über MHQ auszuschließen.

5.6.1 Probenahme

Die Probenahme fand im Zeitraum vom 06.06.2012 bis 03.07.2012 statt. Die hydrologische Situation bewegte sich im moderaten Niedrigwasserbereich, überwiegend zwischen NMQ und HMQ des Monats Juni (Tabelle 12).

Tabelle 12: Hydrologische Situation im Monat Juni 2012 in den Oberläufen

Pegel/ Fluss/ Datum	Q [m3/s]	NMQ_{Juni}	MQ_{Juni}	HMQ_{Juni}
Sebnitz 2/ Sebnitz/ 06.06.2012	1,10	0,873	1,24	3,28
Markersbach/ Bahra/ 06.06.2012	0,121	0,176	0,402	1,66

Deutschgeorgenthal 1/ Flöha/ 17.06.2012, 18.06.2012	0,472, 0,299	0,234	0,502	2,11
Rothenthal/ Natzschung/ 17.06.2012, 18.06.2012	0,839, 0,373	0,598	1,17	5,58
Bad Elster 1/ Weiße Elster/ 19.06.2012	0,267	0,284	0,411	1,93

Insgesamt wurden 31 Punkte beprobt und 31 Wasserproben (Gesamtprobe, unfiltriert), 31 filtrierte Wasserproben, 30 Sedimentproben der Fraktion <63 µm und 9 Sedimentproben der Fraktion <20 µm entnommen (Tabelle 13). Einige der geplanten Probenahmepunkte wurden aus verschiedenen Gründen verworfen: nicht zugänglich, kein Sediment, Bauarbeiten am Gewässer.

Tabelle 13: Übersicht über die Probenahmepunkte in den Grenzgewässern

PNUM	**Fluss**	**Ort**	**Datum**	**Wasser** filtriert	**Wasser** unfiltriert	**Sediment** <20µm	**Sediment** <63µm
SE1	Heimichbach	oh. Hohwaldklinik	06.06.12	X	X	X	X
SE2	Waldflüßchen	oh. Teich	06.06.12	X	X	X	X
BA1	Buschbach	oh. RHB	06.06.12	X	X	X	X
BA2	Mordgrundbach	oh. RHB	06.06.12	X	X		X
GO1	Nasenbach	Mdg.	26.06.12	X	X		X
GO2	Schönwalder Bach	oh. Rybny	26.06.12	X	X		X
GO3	Rybny	Mdg.	26.06.12	X	X		X
FÖ1	Rauschenbach	oh. Weißer Fluß	18.06.12	X	X		X
FÖ2	Flöha	oh. Rauschenbach	18.06.12	X	X		X
FÖ3	Schweinitz	oh. Grenzübergang	18.06.12	X	X		X
FÖ4	Steinbach	ca. 1 km oh. Mdg.	18.06.12	X	X		X
FÖ5	Natzschung	Rübenau oh. Sägewerk	18.06.12	X	X		X
FÖ6	Schwarze Pockau	uh. Kühnhaide	21.06.12	X	X	X	X
FÖ7	Schwarze Pockau	Satzung	21.06.12	X	X		X
	Preßnitz						
ZS1	Mühlgründelbach	oh. Schmalzgrube	21.06.12	X	X	X	X
ZS2	Jöh. Schwarz-	Mdg.	21.06.12	X	X		X
ZS3	wasser	Mdg.	21.06.12	X	X		X
ZS4	Jöh. Schwarz-	nahe Grenze	21.06.12	X	X	X	X
ZS5	wasser	Mdg.	21.06.12	X	X		X
ZS6	Raummühlenbach	Mdg.	21.06.12	X	X		X
	Ampherbach						
PÖ1	Pöhlbach	Zechengrund	03.07.12	X	X		X
PÖ2	Schindelbach	Mdg. (oh. Teich)	03.07.12	X	X	X	X
PÖ3	Conduppelbach	Mdg. (oh. Teich)	03.07.12	X	X		X
PÖ4	Bach von Anna-	Mdg.	03.07.12	X	X		X
PÖ5	berg Pöhlbach	Wehr nahe Mdg.	03.07.12	X	X	X	X

WE1	Kesselbach	Bad Elster, oh. Teich	19.06.12	X	X		X
WE2	Weiße Elster	Bad Elster, Pegel	19.06.12	X	X		X
WE3	Zeidelweidenbach	Mdg.	19.06.12	X	X	X	X
WE4	Tetterweinbach	oberste Str. brücke	19.06.12	X	X		X
WE5	Fleißenbach	Bad Brambach	19.06.12	X	X		X
WE6	Hohendorf Bach	oh. Eisenbahnbrücke	19.06.12	X	X		X

Die Probenentnahme aller Wasserproben erfolgte mit einem Plaste-Probenschöpfer am Teleskopstiel aus der Gewässermitte. Filtrierte Proben wurden durch Vakuum-Filtration einer definierten Probemenge durch Cellulose-acetat-Filter (Fa. Sartorius) bekannten Gewichts (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Beide Proben (filtriert/unfiltriert) für die Spurenelementanalyse wurden direkt nach dem Abfüllen in PE-Flaschen mit 1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml angesäuert und somit stabilisiert.
Das frisch abgelagerte schwebstoffbürtige Sediment wurde in Stillwasserzonen mit einer Plaste-Schöpfkelle von der Oberfläche des Gewässergrundes entnommen und vor Ort mit Originalwasser durch ein 2-mm-Sieb gesiebt. Die erhaltene Suspension wurde in 2-l-PE-Flaschen überführt und im gefrorenen Zustand bis zur Nasssiebung aufbewahrt.
Im Gelände erfolgte die Bestimmung der Parameter pH-Wert, Redoxpotential, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur direkt an der jeweiligen Probenahmestelle.
Die Lage der einzelnen Probenahmestelle wird durch die aus der TK25 abgelesenen Koordinaten (Rechts- und Hochwert) definiert, die für die weitere Verarbeitung im GIS teilweise vom 5. auf den 4. Meridianstreifen umgerechnet werden muss.

5.6.2 Probenaufbereitung und Analytik

Die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration der Oberflächen- und Grubenwässer erfolgte gravimetrisch durch Auswiegen der bei 105 °C getrockneten Filter (Porendurchmesser 0,45 µm).
Aufgrund von Bauvorbereitungen im Geochemisch-Analytischen Labor der TU BAF konnten die Wasseranalysen nicht wie vorgesehen durchgeführt werden, sondern wurden in das Labor der BfUL nach Nossen gebracht. Dort kamen die filtrierten Wasserproben direkt zur Analyse. Die unfiltrierten Wasserproben wurden dort in der Mikrowelle aufgeschlossen (Tabelle 14).
Die Feinfraktion der Sedimente (<63 µm) wurde durch Nasssiebung der im Originalwasser suspendierten Probe gewonnen. Durch Zentrifugieren (ca. 3000 Umdrehungen pro Minute) und Dekantieren erfolgte die Trennung des Feinsediments vom Wasser. Es schloss sich eine Gefriertrocknung an. Die Homogenisierung der Proben erfolgte per Hand in einem Achatmörser. Die Königswasser-Mikrowellen-Auszüge der Sedimente (Tabelle 14) wurden im geochemisch-analytischen Labor am Institut für Mineralogie angefertigt und anschließend der BfUL Nossen zur Analyse übergeben.

Tabelle 14: Aufbereitungsschema der unfiltrierten Wasserproben und der Sedimente in der Mikrowelle

Material	unfiltrierte Wasserproben	Sedimente
Methode	HNO_3-Aufschluss (Goldstein 2005)	Modifizierter Königswasser-Auszug (Goldstein 2010)
Durchführung	Zu einer Probenmenge von 40 ml werden 2,0 ml HNO_3 suprapur gegeben. Der Ansatz wird 5 min auf 100 °C aufgeheizt, weitere 5 min auf 180 °C aufgeheizt (10 min auf 180 °C gehalten), abgekühlt und mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt.	Zu einer Probenmenge von 0,5 g werden 5 ml H_2O, 10 ml HNO_3 (65 %) und 3 ml HCl (32 %) gegeben. Im Mikrowellensystem wird folgendes Temperaturregime gefahren: 20-60 °C 3:30 min; 60°C 3 min; 60-150 °C 6 min; 150 °C 12 min. Nach der Abkühlung wird mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt und filtriert.

Die Analyse der Elementgehalte umfasste folgendes Spektrum:
Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Gd, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Te, Ti, Tl, U, V, Zn (Wasser), Ag, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn (Sediment).

5.6.3 Ergebnisse der methodischen Untersuchungen

Ab dem Jahr 2012 findet eine Veränderung der Korngrößenfraktion von <20 µm auf <63 µm für die Charakterisierung der schwebstoffbürtigen Sedimente statt. Es ist lange bekannt, dass mit abnehmender Korngröße die Elementgehalte steigen. Daher wird es notwendig sein, Faktoren festzulegen, die einen Bezug von Elementgehalten der beiden Korngrößen zueinander zu ermöglichen.
Für die Proben SE1, SE2, FÖ5, ZS1, ZS4, PÖ3, PÖ5, WE2 wurden beide Fraktionen gewonnen und analysiert. Zwischen der Fraktion <20 µm und der Fraktion <63 µm ergeben sich Faktoren zwischen 1,1 und 1,3 (Tabelle 15).

Tabelle 15: Anreicherungsfaktoren und relative Standardabweichung (RSD) zwischen der Korngrößenfraktion <20 µm und <63 µm im Rahmen vergleichender Untersuchungen zum Korngrößenproblem, n=9

Element	Ag	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni
Mittelwert	nb	1,3	nb	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2
RSD [%]	nb	12	nb	10	11	15	12	11	7	33	17	13

Element	Pb	Sb	Se	Ti	Tl	U	V	Ca	Fe	Mn	P	Zn
Mittelwert	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
RSD [%]	12	11	13	32	19	8	10	14	9	11	10	20

5.7 Auswertung

Aufgrund der großen zu betrachtenden Fläche der Grenzgewässerwasserkörper wurde großer Wert auf die Betrachtung, Auswertung und ggf. Nutzung von Probenahmepunkten aus dem Messnetz Oberflächenwasser gelegt. Grundlage bildeten die Daten des LfULG bis 2011, die im April 2012 veröffentlicht wurden. Leider sind nicht alle angelegten Punkte mit Daten zu Schwermetallen und Arsen versehen. Die Sedimente sind stark unterrepräsentiert. Für die nutzbaren Daten wurden Mittelwerte aus den Angaben der letzten drei Jahre (so vorhanden) berechnet.

In einem Excel-Datenblatt wurden Daten aus drei Datenquellen vereinigt:

- Daten aus dem Messnetz Oberflächenwasser (Mittelwerte) (Achtung: Fraktion <20 µm)
- neu erhobene Daten (Einzelwerte 2012) (Achtung: Fraktion <63 µm)
- Daten zu Quellen (Datenübergabe von Frau Rohde, November 2011) (nur Wasser, gelöst).

Die Auswertung erfolgt gebietsbezogen, wobei teilweise mehrere OWK zusammengefasst werden. Zur Beschreibung der Notwendigkeit der Festlegung von Hintergrundwerten wurden die Umweltqualitätsnormen der WRRL gemäß Abbildung 1: Übersicht über die Umweltqualitätsnormen angewendet. Zur Vereinfachung erfolgte für Cd der einheitliche Bezug auf die Klasse 3 (<0,09 µg/l). Die Cd- und Hg-Qualitätsnorm für die Gesamtprobe von jeweils 1 µg/l wurde nicht überschritten, im Weiteren wird nicht mehr auf diese Tatsache verwiesen.

5.7.1 Sebnitz

Als östlichste Einheit wurde das obere Einzugsgebiet der Sebnitz (14679001, Vilémovský potok, Sebnitz-cz2) betrachtet, was die Besonderheit aufweist, auf deutschem Gebiet mehrere – im Vergleich mit der Sebnitz selbst - kleine Zuflüsse zu besitzen. Dabei liegen 71 % des Gebiets auf tschechischem Territorium. Die Sebnitz konnte am Grenzübertritt aufgrund von Baumaßnahmen an den Stützmauern nicht beprobt werden. Die beiden ausgewählten Zuflüsse SE1 und SE2 repräsentieren den nördlichen und östlichen Randbereich des deutschen Einzugsgebietsanteils an Sebnitz-cz2.
Ausgehend von den Konzentrationen der Sebnitz, die bei Eintritt in das sächsische Gebiet die Normen der WRRL tangieren, war die Frage nach möglicherweise festzulegenden Hintergrundwerten. Tabelle 16 und Tabelle 17 vergleichen die mittleren Gehalte der Sebnitz am Grenzübergang (OBF03800) mit den Gehalten aus den Analysen der Randproben SE1 und SE2.

Tabelle 16: Vergleich der Elementgehalte in Wässern der Sebnitz am Grenzübergang (OBF03800) (2008, 2009, 2011) und in den Zuflüssen SE1 und SE2 (2012), Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
OBF03800	<0,05	-	11	0,25	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
SE1	0,03	-	1,0	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
SE2	0,10	-	2,3	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 17: Vergleich der Elementgehalte in Sedimenten der Sebnitz am Grenzübergang (OBF03800) (2008, 2009, 2011, Fraktion <20 µm) und in den Zuflüssen SE1 und SE2 (2012, Fraktion <63 µm), Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
OBF03800	26	100	160	600	2,8	150	160	-
SE1	14	45	16	91	0,90	41	52	3,5
SE2	22	61	23	120	0,69	38	77	1,8

Mit Ausnahme von Cd und Co sind die Konzentrationen in den Randgebieten niedriger als in der Sebnitz (Grenze). Im Heimichbach beträgt die gelöste Cd-Konzentration auch oberhalb der Hohwaldklinik >0,09 µg/l. Im Waldgebiet oberhalb der Klinik befinden sich mehrere Wasserfassungen (nicht in der übergegebenen Quellendatei enthalten). Ein Vergleich mit den dortigen Cd-Gehalten wäre sinnvoll, um eine endgültige Festlegung einer Backgroundkonzentration für Cd in der Wasserphase vorzunehmen.
Für die Sedimente ergibt sich daraus keine Notwendigkeit, regionale geogene Hintergrundkonzentrationen festzulegen.

5.7.2 Bahra, Mordgrundbach und Gottleuba-1

Die drei Einheiten DESN_537146 Petrovický potok (Bahra), DESN_5371464 Slatina (Mord-grundbach) und DESN_53714-1 Rybný potok (Gottleuba-1) befinden sich alle im Einzugsgebiet der Gottleuba und werden dementsprechend zusammen betrachtet. Sie decken damit den sächsischen Teil des Oberlaufs der Gottleuba bis zur Talsperre Gottleuba ab. Jedoch liegt reichlich die Hälfte der Fläche der bezeichneten OWK auf tschechischem Gebiet. Sowohl auf deutscher als auch auf tschechischer Seite werden vorwiegend Fluorit- und Baryt-Mineralisationen beschrieben (Hösel et al. 1997). In allen drei Teilgebieten wurden die Bäche grenznah beprobt, um den Input zu definieren und regionale Unterschiede zu erkennen (Tabelle 18, Tabelle 19).

Tabelle 18: Elementgehalte in Wässern der Proben BA1, BA2, GO1, GO2, GO3 (2012) aus dem Einzugsgebiet der Gottleuba, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
BA1	0,20	-	3,2	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
BA2	0,06	-	0,70	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
GO1	0,60	-	2,4	0,3	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,1
GO2	0,20	-	1,5	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
GO3	0,10	-	0,90	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 19: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben BA1, BA2, GO1, GO2, GO3 (2012) aus dem Einzugsgebiet der Gottleuba, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
BA1	54	46	310	1000	9,1	90	160	5,3
BA2	52	49	38	330	4,3	52	86	8,0
GO1	38	42	36	350	4,7	45	89	8,0
GO2	55	51	39	330	5,0	68	110	7,1
GO3	85	45	42	430	12	54	110	7,0

Bereits aus den Daten des Messnetzes Oberflächenwasser (OBF05300, OBF05301, OBF05600, OBF05400, OBF05401, OBF05500, OBF04700, OBF04800, OBF04703) zeigen sich Probleme bei der Einhaltung der UQ-Normen für Cd in der gelösten Phase und As (partiell auch Cu und Zn) in den Sedimenten. Die Ergebnisse der neuen grenznahen Beprobungen (einschließlich GO1) zeigen, dass von geogen erhöhten Konzentrationen der genannten Elemente ausgegangen werden muss, auch ohne den ursächlichen Einfluss bergbaubedingter Quellen auf tschechischem Gebiet quantifizieren zu können.
Die Ausweisung regionaler HGW ist für Cd in der gelösten Phase sowie As, Cu und Zn in den schwebstoffbürtigen Sedimenten erforderlich.

5.7.3 Flöha-cz2, Schweinitz, Natzschung und Schwarze Pockau-1

Das Einzugsgebiet der Flöha-cz2 ist mit 16,8 km^2 klein und befindet sich zu ¾ auf tschechischem Gebiet. Leider konnten in der Flöha oberhalb des Zuflusses Rauschenbach im Grenzbereich keine schwebstoffbürtigen Sedimente gewonnen werden (FÖ2). Auch im Messnetz gibt es dazu keine Informationen. In den untersuchten Punkten im Grenzbereich werden die UQN für Cd in der gelösten Phase und für As im Sediment überschritten (Tabelle 20, Tabelle 21).

Tabelle 20: Elementgehalte in Wässern der Proben FÖ1 bis FÖ2 (2012) aus dem Einzugsgebiet der Flöha-cz2, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
FÖ1	0,2	-	< 0,5	0,4	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,3
FÖ2	0,2	-	0,8	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,2

Tabelle 21: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Probe FÖ1 (2012) aus dem Einzugsge-biet der Flöha-cz2, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
FÖ1	55	28	21	190	3,5	20	140	14

Die Ausweisung regionaler HGW ist für Cd in der gelösten Phase sowie As in den schwebstoffbürtigen Sedimenten erforderlich.
Die Einzugsgebiete Schweinitz und Natzschung liegen linksseitig im Oberlauf der Flöha, wobei sich 65-69 % der Fläche auf tschechischem Gebiet befinden. Im Vergleich zur Flöha-cz2 wurden in den untersuchten Punkten höhere As-Gehalte im Sediment gefunden (Tabelle 22, Tabelle 23).

Tabelle 22: Elementgehalte in Wässern der Proben FÖ3 bis FÖ5 (2012) aus den Einzugsgebieten der Schweinitz und Natzschung, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
FÖ3	0,2	-	1,4	0,7	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,1
FÖ4	0,5	-	1,2	0,4	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,2
FÖ5	0,1	-	0,8	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,2

Tabelle 23: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben FÖ3 bis FÖ5 (2012) aus den Einzugsgebieten der Schweinitz und Natzschung, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
FÖ3	260	32	19	130	3,4	24	120	5,0
FÖ4	130	35	29	200	6,2	27	110	5,1
FÖ5	180	30	33	320	5,8	28	110	12

Damit ist ebenfalls eine Ausweisung regionaler HGW ist für Cd in der gelösten Phase sowie As in den schwebstoffbürtigen Sedimenten erforderlich. Das Einzugsgebiet der Schwarzen Pockau-1 liegt zu 57 % in Sachsen. Aufgrund seiner Morphologie und dem Mineralisationsgrad wird es separat betrachtet. Die Elementgehalte sind mit Schweinitz und Natzschung vergleichbar (Tabelle 24, Tabelle 25). Es ergeben sich ebenfalls Überschreitungen der UQN für Cd in der gelösten Phase und As im Sediment, wofür die Ableitung regionaler HGW empfohlen wird.

Tabelle 24: Elementgehalte in Wässern der Proben FÖ6 und FÖ7 (2012) aus dem Einzugsgebiet der Schwarzen Pockau-1, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
FÖ7	0,2	-	1,4	0,8	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,2
FÖ6	0,2	-	1,4	0,3	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,1

Tabelle 25: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben FÖ6 und FÖ7 (2012) aus dem Einzugsgebiet der Schwarzen Pockau-1, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
FÖ7	260	30	20	160	2,9	22	99	3,6
FÖ6	190	36	38	250	4,1	41	100	4,0

5.7.4 Preßnitz-1 und Jöhstädter Schwarzwasser

Das Jöhstädter Schwarzwasser als Zufluss zur Preßnitz wird mit dieser gemeinsam betrachtet. Das Einzugsgebiet des Jöhstädter Schwarzwassers befindet sich zu 80 % auf tschechischem Gebiet, bietet jedoch mit seinen beiden Zuflüssen Raummühlenbach und Ampherbach gute Referenzen. Fakt ist, dass es bereits am Grenzübertritt zur Überschreitung der UQN bei As, Cu und Zn in den Sedimenten kommt (Tabelle 29). Diese bestätigen sich bei As. Dazu kommen Cd-Konzentrationen aus den erwähnten Zuflüssen (Tabelle 28), bis deutlich über der UQN liegen. Das obere Einzugsgebiet der Preßnitz, welches zu 61 % in der CZ liegt, ist ebenfalls durch erhöhte As-Gehalte in den Sedimenten gekennzeichnet (Tabelle 27), das Element Cadmium kommt sowohl aus der CZ als auch aus dem Einzugsgebiet (Tabelle 26). Die Ausweisung von HGW der genannten Elemente wird empfohlen.

Tabelle 26: Elementgehalte in Wässern der Proben ZS1 und ZS2 (2012) im Einzugsgebiet der Preßnitz-1, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
ZS1	0,1	-	1,7	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
ZS2	0,4	-	3,4	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 27: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben ZS1 und ZS2 (2012) im Einzugsgebiet der Preßnitz-1, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
ZS1	70	29	36	640	8,9	60	75	6,2
ZS2	90	31	41	460	9,9	88	140	3,8

Tabelle 28: Elementgehalte in Wässern der Proben ZS3 bis ZS6 (2012) im Einzugsgebiet des Jöhstädter Schwarzwassers, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
ZS4	0,09	-	1,2	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
ZS6	0,5	-	4,2	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
ZS5	0,2	-	1,8	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
ZS3	0,1	-	1,3	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 29: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben ZS3 bis ZS6 (2012) im Einzugsgebiet des Jöhstädter Schwarzwassers, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
ZS4	96	33	260	1000	12	60	120	4,3
ZS6	75	32	28	500	9,9	99	110	8,4
ZS5	35	39	30	350	5,1	61	94	6,8
ZS3	55	37	150	910	13	69	120	5,7

5.7.5 Pöhlbach

Der Pöhlbach (Polava) stellt mit seinem Einzugsgebiet von 86,8 km^2, welches zu 2/3 in Sachsen liegt und mehrere Lagerstättenreviere tangiert (im Oberlauf Kovářská-Magistrála (fl, ba), Bärenstein (U, Ag, Co), Niederschlag (fl, ba), im Unterlauf Annaberg (U, Co, Ag, Ba, fl), Wiesenbad (Sn)), was Aussagen über einen geogenen Background erschwert. Die Komplexität zeigt sich bereits in zahlreichen Probenpunkten, die im Messnetz Oberflächenwasser angelegt wurden. Es wurden fünf neue Punkte angelegt, wobei sich die mündungsnahe Probe PÖ5 nicht zur Hintergrunddiskussion eignet (Tabelle 30, Tabelle 31). Daraus ist abzuleiten, dass die Lagerstättenreviere Bärenstein – Niederschlag den größten Einfluss auf die Wasser- und Sedimentqualität des Pöhlbaches haben. Der Pöhlbach weist allerdings bereits im Zechengrund (grenznah) mineralisationsbedingt die höchsten As- und Zn-Gehalte in den Sedimenten auf. Ebenfalls wurden hier hohe Cd-Gehalte in der gelösten Phase ermittelt. Regionale HGW sind für die genannten Elemente notwendig.

Tabelle 30: Elementgehalte in Wässern der Proben PÖ1 bis PÖ5 (2012) im Einzugsgebiet des Pöhlbachs, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
PÖ1	0,6	-	1,3	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
PÖ2	0,2	-	< 0,5	0,7	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
PÖ3	0,6	-	4,9	0,3	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
PÖ4	0,1	-	0,8	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
PÖ5	0,09	-	1,4	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	4,7

Tabelle 31: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben PÖ1 bis PÖ5 (2012) im Einzugsgebiet des Pöhlbach, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
PÖ1	250	22	99	1300	12	66	140	4,3
PÖ2	78	38	44	460	12	32	89	5,7
PÖ3	160	32	46	400	10	54	95	3,1
PÖ4	39	50	55	440	3,8	34	98	4,5
PÖ5	86	54	120	800	9,7	69	130	140

Hinzuweisen ist auf die Urankonzentrationen. Im mündungsnahen Bereich des Pöhlbaches wurden 4,7 µg/l im Wasser (gelöst) und 140 mg/kg im Sediment (63 µm) analysiert. Die lagerstättennah ermittelten U-Gehalte im Wasser oberhalb Bärenstein (im Mittel 21 µg/l) werden durch die Zuflüsse verdünnt.

5.7.6 Zwota

Die Bearbeitung der Einheit Zwota-cz1 14070000 (Svatava) kann nicht in diesem Gebiet vorgenommen werden, da sich 96 % der Fläche auf tschechischem Gebiet befindet. Der Punkt OBF46900, Pegel Klingenthal, repräsentiert den Output der Zwota aus Sachsen bzw. Input in die Tschechische Republik. Tabelle 32 und Tabelle 33 zeigen die mittleren Elementgehalte in Wässern und Sedimenten in jüngerer Zeit (LfULG 2012).

Tabelle 32: Mittlere Elementgehalte in Wässern der Zwota-cz1 am Punkt OBF46900 (2009-2011), Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
OBF46900	0,10	0,02	4,8	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	0,37

Tabelle 33: Mittlere Elementgehalte in Sedimenten der Zwota-cz1 am Punkt OBF46900 (2006-2008, 2011), Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
OBF46900	210	67	290	1300	7,9	160	150	31

In der gelösten Wasserphase ergibt sich eine geringfügige Überschreitung beim Element Cadmium. Für die schwebstoffbürtigen Sedimente werden die Normen für As, Cu und Zn erheblich überschritten. Aufgrund der komplexen Mineralisationen und Lagerstätten im Oberlauf der Zwota wird hier eine Ableitung von Hintergrundwerten empfohlen. Dabei sollten die Zuflüsse Wolfsbach, Glasbach, Brunndöbrabach und Steindöbrabach sowie ihre Seitenstrukturen berücksichtigt werden. Untersuchungen im angrenzenden Gebiet des Oberlaufs der Zwickauer Mulde lassen erhöhte geogene Hintergrundkonzentrationen für das Einzugsgebiet der Zwota erwarten.

5.7.7 Fleißenbach

Das Einzugsgebiet des Fleißenbaches liegt ebenfalls überwiegend (zu 64 %) auf tschechischem Territorium. Es ist kein wesentlicher mineralisationsbedingter Einfluss dokumentiert. In den Sedimenten ergibt sich eine Überschreitung der UQN für As (Tabelle 34, Tabelle 35). Für dieses Element ist eine Ableitung eines HGW erforderlich.

Tabelle 34: Elementgehalte in Wässern der Proben WE5 und WE6 (2012) im Einzugsgebiet des Fleißenbaches, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
WE5	0,05	-	0,6	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,2
WE6	0,09	-	0,6	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	0,4

Tabelle 35: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben WE5 und WE6 (2012) im Einzugsgebiet des Fleißenbaches, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
WE5	81	42	42	580	5,7	43	42	13
WE6	72	23	28	310	2	21	44	31

5.7.8 Weiße Elster-1

Das erste Teileinzugsgebiet der Weißen Elster befindet sich zu 69 % in der Tschechischen Republik. In der Weißen Elster (OBF49500 bzw. WE2) zeigen sich im grenznahen Bereich erhöhte As-Gehalte in den Sedimenten (Tabelle 36, Tabelle 37). Die Ableitung eines geogenen HGW wird empfohlen.

Tabelle 36: Elementgehalte in Wässern der Proben WE1 bis WE3 (2012) im Einzugsgebiet der Weißen Elster-1, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
WE2	0,03	-	2,5	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
WE1	< 0,03	-	3,3	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1
WE3	< 0,03	-	2,1	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 37: Elementgehalte in Sedimenten (<63 µm) der Proben WE1 bis WE3 (2012) im Einzugsgebiet der Weißen Elster-1, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
WE2	46	82	77	720	1,8	62	84	3,3
WE1	120	28	29	220	0,5	85	52	2,2
WE3	36	26	26	160	0,74	66	56	2,0

5.7.9 Lazarbach (Tetterweinbach)

Der Tetterweinbach entwässert in die Weiße Elster. Der Input aus der CZ wurde an der Grenze ermittelt. Danach besteht keine Notwendigkeit zur Festlegung geogener Hintergrundwerte (Tabelle 38, Tabelle 39).

Tabelle 38: Elementgehalte in Wässern der Probe WE4 (2012) im Einzugsgebiet des Tetterweinbaches, Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
WE4	< 0,03	-	1,7	< 0,2	< 0,1	< 0,8	< 0,1	< 0,1

Tabelle 39: Elementgehalte im Sediment (<63 µm) der Probe WE4 (2012) im Einzugsgebiet des Tetterweinbaches, Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
WE4	11	57	95	340	0,57	52	74	2,5

5.7.10 Wolfsbach

Das Einzugsgebiet des Wolfsbaches ist nur 8,2 km^2 groß und liegt zu 40 % in der CZ. Der Wolfsbach entwässert in die Regnitz (Saale). Er wurde im Messnetz Oberflächenwasser gut untersucht (

Tabelle 40, Tabelle 41), weswegen auf eigene Beprobungen/Analysen verzichtet wurde.

Tabelle 40: Elementgehalte in Wässern (Messnetz Oberflächenwasser), Angaben in µg/l

	Cd_gel	Hg_gel	Ni_gel	Pb_gel	Ag_gel	Se_gel	Tl_gel	U_gel
OBF64030	0,05	-	4,0	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
OBF64050	< 0,05	-	5,1	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
OBF64040	0,11	-	8,0	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
OBF64010	< 0,05	-	4,1	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
OBF64011	< 0,05	-	1,9	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,2
OBF64000	< 0,05	< 0,02	5,8	< 0,2	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,1

Tabelle 41: Elementgehalte im Sediment im Einzugsgebiet des Wolfsbaches (<20 µm) (Messnetz Oberflächenwasser), Angaben in mg/kg

	As_S	Cr_S	Cu_S	Zn_S	Cd_S	Ni_S	Pb_S	U_S
OBF64000	24	43	26	300	2,4	61	56	3,0

Es liegt eine geringfügige Überschreitung in den gelösten Cd-Konzentrationen im Puchtabach vor. Es besteht keine Notwendigkeit der Ableitung geogener Hintergrundkonzentrationen für die Sedimente.

5.8 Zusammenfassung

Bei den untersuchten Einzugsgebieten handelt sich häufig um Gebiete, die sich zu mehr als der Hälfte auf tschechischem Territorium befinden. Aus diesen Gebieten können ebenfalls Einflüsse bergbaurelevanter Elemente aus Mineralisationen und ggf. Bergbauaktivitäten stammen, wie am Grenzübertritt mehrerer Gewässer beobachtet werden kann. Daher sind äquivalente Untersuchungen auf tschechischem Gebiet sehr wünschenswert. Ohne die genaue Herkunft der Elementanreicherungen zu kennen, sind Aussagen zum Background nicht möglich. Derzeit kann nur die Annahme getroffen werden, dass die grenzüberschreitenden Gewässer mit ihren Input als „gegeben geogen“ definiert werden. Tabelle 42 zeigt die Gebiete, für die eine Ableitung geogener HGW nach den aktuellen Anforderungen der WRRL empfohlen wird.

Tabelle 42: Grenzgewässer-OWK, für die eine Ableitung regionaler geogener Hintergrundwerte empfohlen wird

Betreuung	Název (Name)	Wasser (gelöst)	Sediment (<20 bzw. <63 µm)
CZ	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	(Cd)[1]	-
D	Petrovický potok (Bahra), Slatina (Mordgrundbach), Rybný potok (Gottleuba-1)	Cd	As, Cu, Zn
CZ	Flájský potok (Flöha-cz2)	Cd	As
D / CZ	Svídnice (Schweinitz), Načetínský potok (Natzschung)	Cd	As
D	Černá (Schwarze Pockau-1)	Cd	As
D / CZ	Přísečnice (Preßnitz-1), Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	Cd	As, Cu, Zn
D / CZ	Polava (Pöhla)	Cd	As, Zn
CZ	Zwota-cz1 (Svatava)	(Cd)[2]	As, Cu, Zn
D / CZ	Fleißenbach (Plesná)	-	As
D / CZ	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	-	As
D	Hranický potok (Lazarbach)	-	-
D / CZ	Wolfsbach (Bystřina)	(Cd)[3]	-

[1] Wasserfassungen prüfen

[2] zwingend gesamtes Einzugsgebiet betrachten

[3] Einfluss des Puchtabaches vernachlässigen?

Unter der Annahme, dass von anthropogenen Einflüssen weitgehend unbeeinflusste Proben entnommen wurden und das die aus der tschechischen Republik zufließende Bäche/Flüsse als „Quasi geogen“ betrachtet werden, werden folgende Maximalgehalte (als Anhaltspunkt für die HGW) ermittelt. In keinem der Einzugsgebiete wurde die für eine P90-Angabe erforderliche Anzahl von 20 Punkten erreicht. Daher wird auf das Maximum zurückgegriffen. Die errechneten Mittelwerte der Elementkonzentrationen in den Sedimenten (<20 µm) wurden anhand der ermittelten Faktoren (Tabelle 15) auf die Fraktion <63 µm hochgerechnet. Die Konzentrationen in den Quellen wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 43: Maximalwerte der relevanten Elemente in den OWK (Gruppen) als Vorschlag für regionale geogene Hintergrundwerte in den Grenzgewässer-OWK

Betreuung	Název (Name)	Cd (gel.) µg/l	As (<63) mg/kg	Cu (<63) mg/kg	Zn (<63) mg/kg
CZ	Vilémovský potok (Sebnitz-cz2)	0,23	-	-	-
D	Petrovický potok (Bahra), Slatina (Mordgrundbach), Rybný potok (Gottleuba-1)	0,60	85	310	1000
CZ	Flájský potok (Flöha-cz2)	0,20	55	-	-
D / CZ	Svídnice (Schweinitz), Načetínský potok (Natzschung)	0,50	260	200	
D	Černá (Schwarze Pockau-1)	0,39	260	-	-
D / CZ	Přísečnice (Preßnitz-1), Černá Voda (Jöhstädter Schwarzwasser)	0,50	100	260	1000
D / CZ	Polava (Pöhla)	0,60	260	-	1300
CZ	Zwota-cz1 (Svatava)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
D / CZ	Fleißenbach (Plesná)	0,11	93	-	-
D / CZ	Bílý Halštrov (Weiße Elster-1)	-	120	-	-
D	Hranický potok (Lazarbach)	-	-	-	-
D / CZ	Wolfsbach (Bystřina)	-	-	-	-

Die Angaben in Tabelle 43 sind nur als erste Orientierung zu verstehen. Ausgehend von den erzielten Ergebnissen wird eine Vorgehensweise analog Schwarzwasser, Müglitz etc., d.h. Ergänzung durch Probenahme für folgende Einzugsgebiete (OWK-Gruppen) empfohlen:

- OL Flöha: Flöha-cz2 bis Mdg. Schwarze Pockau ? (einschließlich Schweinitz und Natzschung, Schwarze Pockau-1)
- OL Flöha: Mdg. Schwarze Pockau ? bis Mdg. Zschopau (Zuordnung Schwarze Pockau muss geprüft werden)
- OL Zschopau: Zschopau-1 bis Mdg. Preßnitz (einschließlich Preßnitz-1) (Trennung am Zufluss Preßnitz muss geprüft werden)
- OL Zschopau: Mdg. Preßnitz bis Mdg. Flöha (einschließlich Pöhlbach)
- Zwota (einschließlich Zwota-cz1).

5.9 Literaturverzeichnis

GOLDSTEIN, S. (2005): Mikrowellenverfahren in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GOLDSTEIN, S. (2010): Umstellung der Mikrowellenverfahren in der Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

GREIF, A.; KLEMM, W. (2011): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Übertragung von Hintergrundwerten auf ausgewählte Oberflächenwasserkörper. - Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2010): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Müglitz. - Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2010): Geogene Hintergrundbelastungen. – Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 10/2010, 264 S., http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4717_1.pdf

GREIF, A.; KLEMM, W. (2009): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz. - Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2008): Zusammenstellung von Grubenwasseranalysen im Erzgebirge 2007/2008. – unveröff. Material, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2007a): Erarbeitung fachlicher Grundlagen und Problemstudien zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen, Teilprojekt: Studie zur Belastung von Gewässern durch den Altbergbau. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2007b): Das Einzugsgebiet der Mulde im Spiegel der EU-WRRL - Ableitung geogener Hintergrundwerte für Schwermetalle und Arsen. – Z. geol. Wiss., Berlin, 35, 6, S. 349-359

GREIF, A.; KLEMM, W. (2005): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. – Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; PÄLCHEN, W.; RANK, G.; WEIDENSDÖRFER, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 2: Spurenelementgehalte in Bachsedimenten. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 65 S.

LfULG (2009): Hydrologisches Handbuch.- Teil 3: Gewässerkundliche Hauptwerte. - https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13700/documents/19162

HÖSEL, G.; TISCHENDORF, G.; WASTERNACK, J. (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/ Krušné hory 1 : 100.000“, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg

KARDEL, K.; RANK, G.; PÄLCHEN W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. - Materialien zum Bodenschutz,. Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie, Radebeul

OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV) vom 20. Juli 2011, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2011, 25.07.2011

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; BERGER, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

PÄLCHEN, W.; RANK, G.; LANGE, H. & TISCHENDORF, G. (1987): Regionale Clarkewerte - Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung am Beispiel des Erzgebirges (DDR). - Chem. Erde, Bd. 47, S. 1-17

PÄLCHEN, W. (2009) (Hrsg.): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 307 S.

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

SÄCHSWRRLVO (2004): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer. - vom 7. Dezember 2004, SächsGVBl S. 610, geändert am 26. Juni 2008, SächsGVBl. S. 456

WASTERNACK, J.; TISCHENDORF, G.; HÖSEL, G.; KUSCHKA, E.; BREITER, K.; CHRT, J.; KOMÍNEK, J.; ŠTEMPROK, M. (1995): Mineralische Rohstoffe Erzgebirge – Vogtland / Krušné hory, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie Freiberg, Czech Geological Survey Praha

WEDEPOHL, K.H. (1995): The composition of the continental crust. - Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, 1217-1232

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autor:
Annia Greif
TU Bergakademie Freiberg
Institut für Mineralogie
Brennhausgasse 14
09599 Freiberg
Telefon: + 49 – 3731-39-3540
Telefax: + 49-3731-39-3129
E-Mail: greif@mineral.tu-freiberg.de

Redaktion:
Vorname Nachname
Abteilung/Referat
Adresse der Dienststelle
Telefon: + 49 351 XXXX-X
Telefax: + 49 351 XXXX-X
E-Mail:

Fotos:
Annia Greif

Redaktionsschluss:
23.10.2012

ISSN:
XXXXXX (Wird von ÖA LfULG vergeben)

Hinweis:
Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter https://publikationen.sachsen.de/bdb/ heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.
Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Infor-mationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.
Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

6 Geogene Hintergrundwerte der Zwickauer Mulde und der Zschopau

Bericht zum Werkvertrag

„Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen,

Teil: **Ermittlung von Hintergrundwerten in ausgewählten Oberflächenwasserkörpern in den Einzugsgebieten der Zwickauer Mulde und der Zschopau (zusätzlich Flöha)**

Auftraggeber (AG): Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, fachliche Ansprechpartnerin: Frau S. Rohde, Referat 44 "Oberflächen- und Grundwasser“

Auftragnehmer (AN): TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie,
Projektleiter: Herr Prof. Dr. G. Heide
Projektbearbeiter: Herr Dr. F. Haubrich

Projektzeitraum: August 2013 bis November 2013

Bearbeitungszeitraum: 16. August bis 15. November 2013

Stand Bericht: 15.12.2013

6.1 Einleitung

Für einige Schwermetalle und Arsen zeichnen sich bei den bereits festgelegten Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des ökologischen bzw. des chemischen Zustandes Überschreitungen in den Fließgewässern und ihren Sedimenten/Schwebstoffen im Bereich des Erzgebirges ab. Die Ursachen liegen in dem bereits ursächlich geogen bedingt erhöhten Schwermetallstatus der sächsischen Fließgewässer.

Bei der Bewertung von Oberflächenwasserkörpern (OWK) nach der neuen Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 können bei der Bewertung von Metallen und weiteren Elementen geogene Hintergrundkonzentrationen berücksichtigt werden. Aufgrund der hohen geogenen Vielfalt in den Einzugsgebieten des sächsischen Grundgebirges ist dort die Ableitung regionaler Hintergrundwerte für kleinräumige Gebiete erforderlich. Im Rahmen eines Forschungsprojekts (TU Bergakademie Freiberg 2007) sowie in anschließenden Werkverträgen (bis 2012) wurden bereits verschiedene Gewässereinzugsgebiete betrachtet.

Im Rahmen dieser Studie sollen für OWK im Gebiet der Zwickauer Mulde und der Zschopau (Flöha) Hintergrundkonzentrationen gemäß der Methodik aus dem Forschungsvorhaben „Oberflächenwasserkörpergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlands“ (TU Freiberg 2007-2009) abgeleitet werden. Zusätzlich wurden hier noch die OWK im Gebiet der Flöha mit einbezogen.

Der Grund der Untersuchungen, die Probenahme, … sind identisch mit Greif (2012). Deshalb wird hier generell die Verfahrensweise wie Greif (2012) beschrieben.

6.2 Bewertungskriterien

Bei der Bewertung von Oberflächenwasserkörpern (OWK) gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) gelten neben vielen organischen Spurenstoffen auch für einige anorganische Stoffe Umweltqualitätsnormen (UQN) für die Schwebstoffe/Sedimente bzw. für die Wasserphase (Abb. 1).

Schwebstoffe/ Sedimente

	UQN [mg/kg]
As	40
Cr	640
Cu	160
Zn	800

Wasser (gesamt)

	UQN [µg/l]
Hg	1
Cd	1

Wasser (filtriert)

	UQN [µg/l]	Anmerkungen
Cd	≤0,08 (1) 0,08 (2) 0,09 (3) 0,15 (4) 0,25 (5)	**JD-UQN** **J**ahres-**D**urchschnitt in Binnenoberflächengewässern
Cd	≤0,45 (1) 0,45 (2) 0,6 (3) 0,9 (4) 1,5 (5)	**ZHK-UQN** **Z**ulässige **H**öchst-**K**onzentration in Binnenoberflächengewässern
Pb	7,2	JD-UQN
Hg	0,05	JD-UQN
Hg	0,07	ZHK-UQN
Ni	20	JD-UQN

(1) <40 mg $CaCO_3$/l, (2) <50 mg $CaCO_3$/l, (3) <100 mg $CaCO_3$/l, (4) <200 mg $CaCO_3$/l, (5) ≥200 mg $CaCO_3$/l

Wasser (filtriert)

	UQN [µg/l]
Se	3
Ag	0,02
Tl	0,2

EG-WRRL 2000/60/EG
SächsWRRLVO (2004)

EG-TochterRL 2008/105/EG

OGewV (2011)

Abb. 1: Übersicht über die Umweltqualitätsnormen (aus Greif 2012)

Bei der Bewertung von Metallen und Elementen können geogene Hintergrundwerte berücksichtigt werden. Rechtliche Grundlagen für die Ausweisung geogener Hintergrundwerte sind:

- die EG-TochterRL 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik vom 24.12.2008, sie sieht die Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni) vor, wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern (WRRL 2008)
- die am 20. Juli 2011 in Kraft getretene „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ (Oberflächengewässerverordnung - OGewV, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2011, 25.07.2011) sieht die Berücksichtigung der natürlichen Hintergrundkonzentrationen von nichtsynthetischen Schadstoffen (As, Cu, Cr, Zn, Cd, Hg, Ni, Pb, Se, Ag, Tl) vor (Greif 2012).

6.3 Kenntnisstand

Bedingt durch die sehr inhomogene Verteilung bzw. geogene Vielfalt im Einzugsbereich des sächsischen Grundgebirges macht es sich erforderlich für die kleinräumigen Gebiete entsprechende regionale Hintergrundwerte aufzustellen bzw. abzuleiten.

Zwischen 2007 und 2010 wurden durch Greif (2012) folgende Gebiete bearbeitet: Oberlauf der Zwickauer Mulde, Schwarzwasser, Oberlauf der Freiberger Mulde, Bobritzsch, Weißeritz und Müglitz. Weitere (Einzel-)Untersuchungen (2005) fanden im Einzugsgebiet des Rödelbaches, an Zuflüssen zu den Talsperren Neunzehn-

hain und Saidenbach und an Zuflüssen zur Weißen Elster im Vogtland statt. Jüngste Untersuchungen (2012) wurden in ausgewählten Grenzgewässerwasserkörpern durchgeführt (Abb. 2).

6.4 Untersuchungsgebiet

Dem AG wurden die folgenden Untersuchungsgebiete vorgeschlagen:

- Zschopau von der Quelle bis oh. Mdg. Wilisch zuzüglich Wilisch: ca. 630 km2,
- Zwickauer Mulde uh. Mdg. Schwarzwasser bis oh. Mdg. Rödelbach: ca. 160 km2.

Im Rahmen der Untersuchungen der OWK wurden zusätzlich im Einzugsgebiet der Flöha 14 weitere Zuflüsse mit aufgenommen. Die Zuflüsse sind von nahe der Flöha-Quelle bis zur Mündung gewählt (Abb. 2).

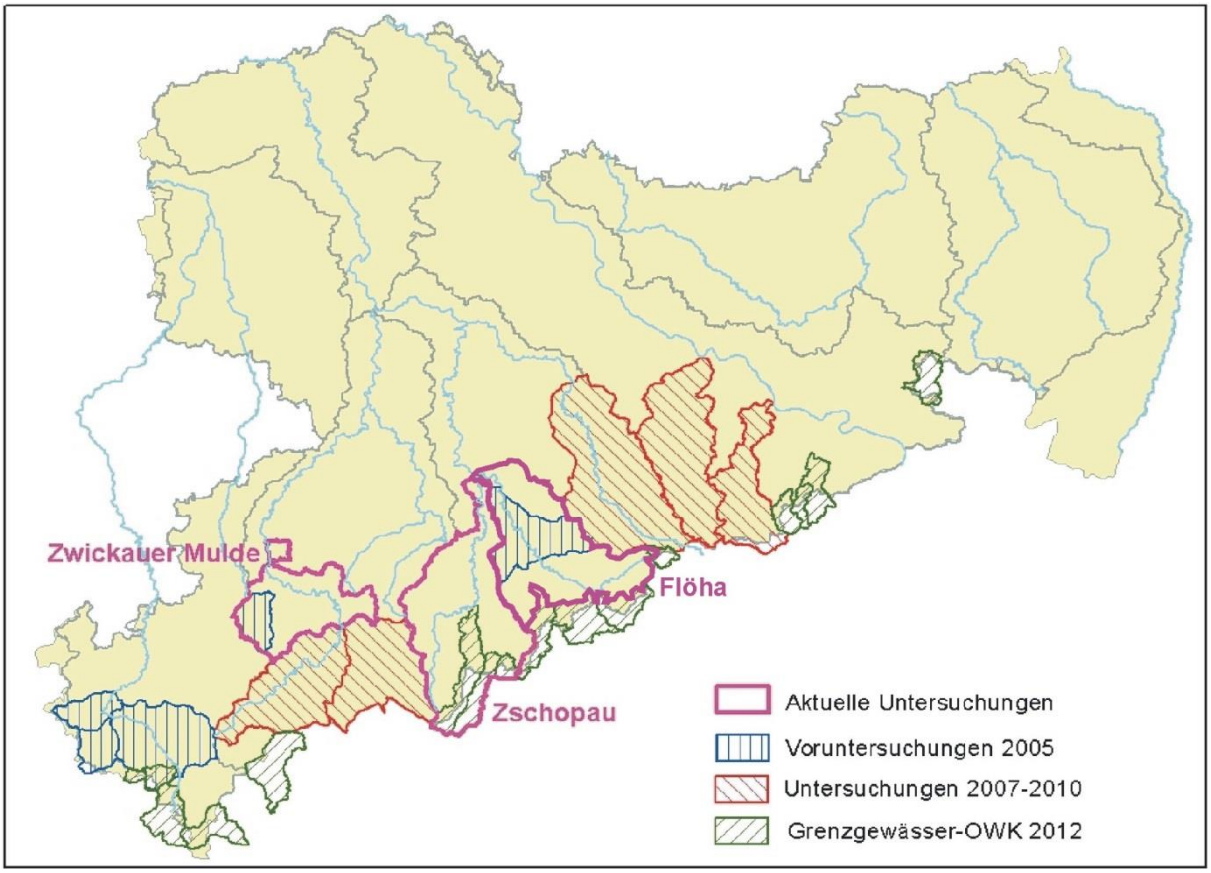


Abb. 2: Übersicht über die Teilgebiete der neuen Untersuchungen im Einzugsbereich der Zwickauer Mulde, Zschopau und Flöha

Die Probenahmepunkte der Teilgebiete sind in Tab. 1 gelistet und in den Abb. 3 bis 5 dargestellt. Unter Berücksichtigung der Gewässerstruktur und bereits erfolgter Voruntersuchungen ergeben sich gesamt 50 Probenahmepunkte für das Einzugsgebiet für Zwickauer Mulde, Zschopau und Flöha (Abb. 3 bis 5).

6.5 Vorgehensweise - Methodik

Ausgehend von den Erfahrungen von Greif (2012) und den Ergebnissen der bisher bearbeiteten Forschungsvorhaben/Werkverträge wurde wie folgt vorgegangen:

(1) Auswahl und geochemische Charakterisierung der Teileinzugsgebiete:

- Auswahl und Abgrenzung der Untersuchungsgebiete in Absprache mit dem AG
- Charakterisierung des geochemischen Inventars: geologische Situation, Mineralisationen, Lagerstätten (GK25), signifikante bergbaubedingte Quellen, Auswirkungen auf die Kompartimente (Bachsedimente, Wässer)

(2) Ableitung der Probenahmepunkte:

- Ableitung geeigneter Probenahmestellen in anthropogen unbelasteten Bereichen unter Berücksichtigung der Oberflächenwasserkörperstruktur mit einer Probenahmedichte von 1 Probe / 10 km2. Bedingt durch die Beprobung in der Oberläufen der Zuflüsse fallen die direkten Einzugsgebiete der Probenahmepunkte bedeutend kleiner aus im Bereich 0,5 bis 10 km2. Die Areale der Einzugsgebiete der Probenahmepunkte wurden bestimmt über Flächenberechnung durch TOP10 (2011) über den Verlauf der Höhenlinien. Generell wurde der jeweilige Probenahmepunkt des Einzugsgebietes als reliefniedrigster Wert genommen.

(3) Durchführung der Probenahme:

- Durchführung der Probenahme von Wässern und Sedimenten (ohne den Einfluss von Starkregenereignissen)
- Vor-Ort-Filtration und Konservierung der Wasserproben
- Bestimmung der Vor-Ort-Parameter pH, Lfgk, Redox, Temperatur, z.T. O2-Gehalt
- Ermittlung der Hoch- und Rechtswerte der Probenahmepunkte

(4) Probenvorbereitung und –übergabe an das Labor der BfUL:

- Probenaufbereitung der unfiltrierten Wasserproben in der Mikrowelle analog der Methodik der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL)
- Probenaufbereitung der schwebstoffbürtigen Sedimente, Fraktionierung auf die Korngröße <63 µm (Nasssiebung), Gefriertrocknung und Homogenisierung, Aufschluss in der Mikrowelle analog der Methodik der BfUL
- Analytik der filtrierten Wasserproben, der aufgeschlossenen unfiltrierten Wasserproben und der Aufschlüsse der schwebstoffbürtigen Sedimente durch die BfUL, Elementspektrum des AG

(5) Auswertung der Untersuchungen, Bewertung und Abschlussbericht:

- Auswertung der Untersuchungen und Bewertung der Ergebnisse
- Erstellung des Abschlussberichts (in gedruckter und digitaler Form)

6.6 Auswahl und Ableitung der Probenahmepunkte

Die beprobten Gewässer wurden in Absprache mit A. Greif gewählt, gemäß den Kriterien unter 5.(1) und 5.(2). Generell wurde darauf geachtet möglichst anthropogen unbeeinflusste Punkte/Bereiche zu beproben.

Tab. 1: Übersicht über die Probenahmepunkte im Einzugsbereich der Zwickauer Mulde, Zschopau und Flöha

Pr.	Gewässer	Koordinaten	Probenahme-

Nr.		Rechtswert	Hochwert	datum
	Einzugsbereich Flöha			
Fl01	Frauenbach (li. Zufl z. Flöha) Neuhausen	4605214	5615428	17.10.2013
Fl02	Mortelbach, re. Zufl. oberhalb Mortelmühle	4601753	5618074	17.10.2013
Fl03	Brettmühlenbach (Zufluss zu Wildbach/Schweinitz)	4601806	5610629	17.10.2013
Fl04	Dörfelbach südlich Olbernhau oberhalb Dörfelteich	4595316	5613030	17.10.2013
Fl05	Rungstockbach SW Olbernhau, oberhalb Pulvermühle	4593092	5613090	17.10.2013
Fl06	Bärenbach (re. Zuf. z. Flöha) oberhalb Olbernhau	4595419	5615526	17.10.2013
Fl07	Bielabach bei Sayda oberhalb Dittrichsdorfer Teich	4599530	5621137	17.10.2013
Fl08	Zöblitzbach bei Hutha (re. Zufl. z. Flöha)	4591704	5619366	16.10.2013
Fl09	Lößnitzbach bei Lengefeld (li. Zuf. z. Flöha)	4583079	5619809	16.10.2013
Fl10	Röthenbach (re. Zufl. z. Flöha) oberh. Zufluss von Reifland	4584903	5624618	16.10.2013
Fl11	Weißbach ob. Mühlteich an der Fritzschemühle (Gränitz)	4589996	5630230	16.10.2013
Fl12	Kleine Lößnitz (oberhalb Brücke Mondscheinmühle)	4581467	5633479	16.10.2013
Fl13	Rechter Zufluss zum Hetzbach (Hetzdorf-Falkenau)	4580335	5635247	16.10.2013
Fl14	Trüber Bach (li. Zufl. z. Flöha - Grünhainichen)	4580777	5626972	16.10.2013
	Einzugsbereich Zschopau			

Zs01	Siebensäure Bereich (rechter Zufluss z. Zschopau)	4566610	5593934	10.10.2013
Zs02	Heidelbach bei Crottendorf (linker Zufl. zur Zschopau)	4565682	5598252	10.10.2013
Zs03	Rosenbach (rechter Zufluss z. Zschopau)	4568999	5599664	10.10.2013
Zs04	Wolfersbach unterhalb Großer Schwarzer Teich	4563192	5606653	09.10.2013
Zs05	Zufl z. Roten Pfütze, oberhalb Brünlasmühle, Scheibenberg	4564382	5601611	17.10.2013
Zs06	Lohenbach oberhalb Geyerbach an Waldschänke	4564192	5608339	09.10.2013
Zs07	Einsbächel oberhalb Heideteich (oberhalb Geyer)	4562993	5610156	09.10.2013
Zs08	Rotes Wasser oberhalb Gifthütte Greifenbach	4562804	5613257	09.10.2013
Zs09	Sehma am Ausrückeweg (Rotes Vorwerk)	4568659	5589388	10.10.2013
Zs10	Lampertsbach oberhalb Talsperre Cranzahl	4570558	5594853	10.10.2013
Zs11	Re. Zufl. z. Zschopau an Richterstraße K7131	4571536	5598767	10.10.2013
Zs12	Heidelbach an der Faulbrücke (li. Zufl. z. Zschopau)	4571922	5613167	09.10.2013
Zs13	Großolbersdorfer Bach (Nähe Heinzebank)	4578820	5617001	09.10.2013
Zs14	Drehbacher Bach (Abzweig am Oberlauf)	4571131	5614226	09.10.2013
Zs15	Jahnsbach (oberhalb Teich)	4564637	5614352	09.10.2013
Zs16	Li. Zufl. z. Wilisch östl. Gelenau (Weiße Leite)	4572506	5623162	09.10.2013
Zs17	Tiefenbach (mündungsnah)	4581060	5601800	10.10.2013

Zs18	Haselbach (Oberlauf bei Reitzenhain)	4586071	5602417	10.10.2013
Zs19	Sandbach bei Grumbach (Oberlauf)	4577058	5600967	10.10.2013
Zs20	Rauschenbach bei Neugrumbach (Oberlauf)	4577737	5602229	10.10.2013
Zs21	Schindelbach (Oberlauf)	4581924	5609145	10.10.2013
	Einzugsbereich Zwickauer Mulde			
Zw01	Wildenfelser Bach (Oberlauf)	4547157	5617727	18.09.2013
Zw02	Thierfelder Bach (Oberlauf)	4548996	5617064	18.09.2013
Zw03	Bach NE Härtensdorf oberhalb Schwemmteich (Oberlauf)	4544192	5615857	18.09.2013
Zw04	Plotzbach am Bad	4536281	5614363	18.09.2013
Zw05	Zufluss zum Plotzbach	4534164	5613076	18.09.2013
Zw06	Plotzbach (Oberlauf)	4532309	5613961	18.09.2013
Zw07	Lohbach, zw. Pechtels- und Stangengrün (Oberlauf)	4530881	5605180	18.09.2013
Zw08	Zufluss zum Giegengrüner Bach	4536129	5606773	18.09.2013
Zw09	Crinitzbach bei Herlasgrün (Oberlauf)	4534387	5602032	18.09.2013
Zw10	Friedrichsbach unterhalb Lichtenau (Oberlauf)	4538602	5602178	18.09.2013
Zw11	Amselbach bei Wiesenburg (Unterlauf)	4540655	5612405	19.09.2013
Zw12	Klingerbach Langenweißbach	4543038	5610927	19.09.2013

Zw13	Alberodaer Bach (Oberlauf)	4550291	5611534	19.09.2013
Zw14	Hasenschwanzbach (Lößnitz)	4552192	5611753	19.09.2013
Zw15	Aubach (Lößnitz)	4555086	5608267	19.09.2013

Die Daten sind als Exceltabellen zusammen mit den Analysenergebnissen hinterlegt.

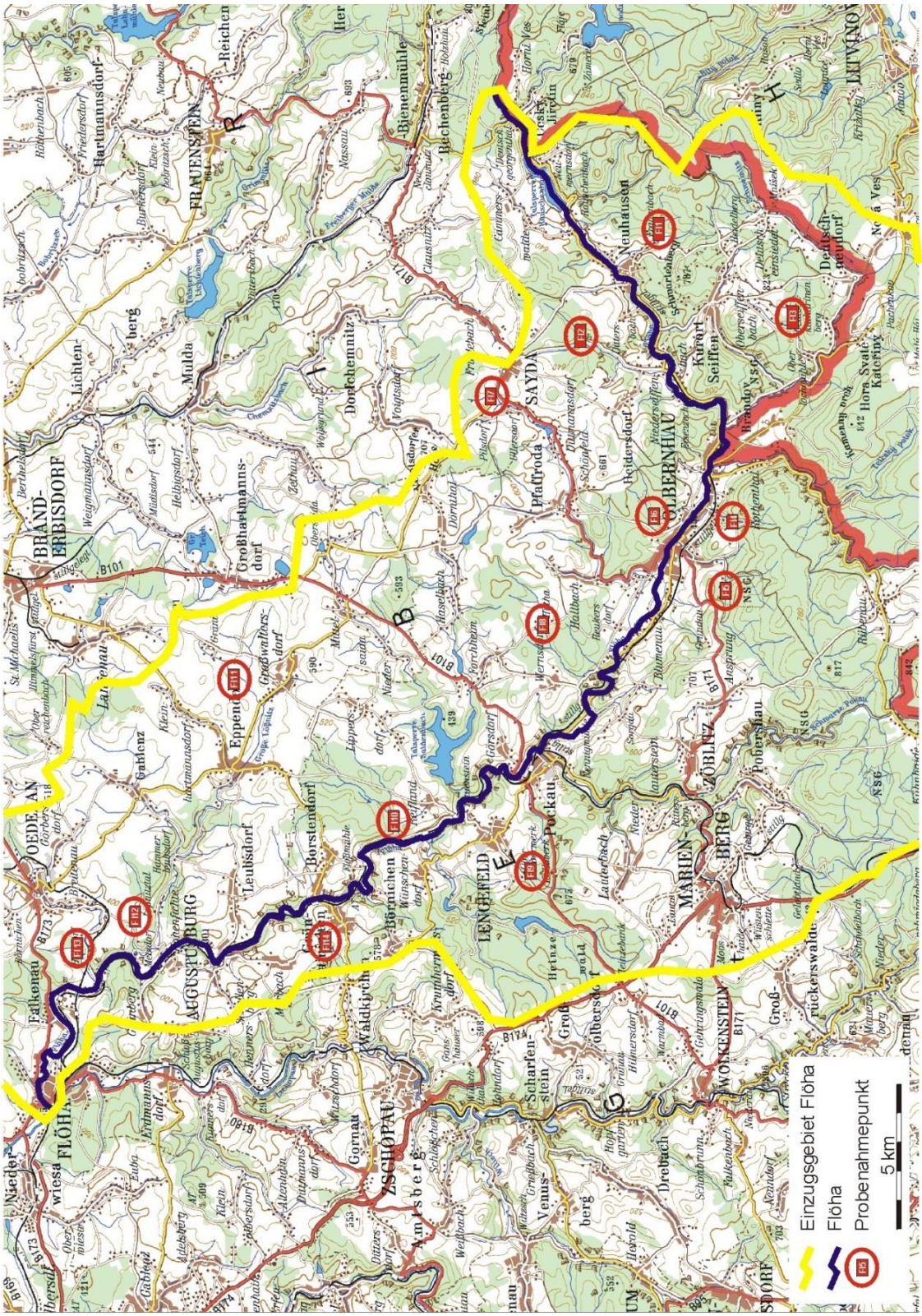


Abb. 3: Lage der 14 Probenahmepunkte im Einzugsbereich der Flöha

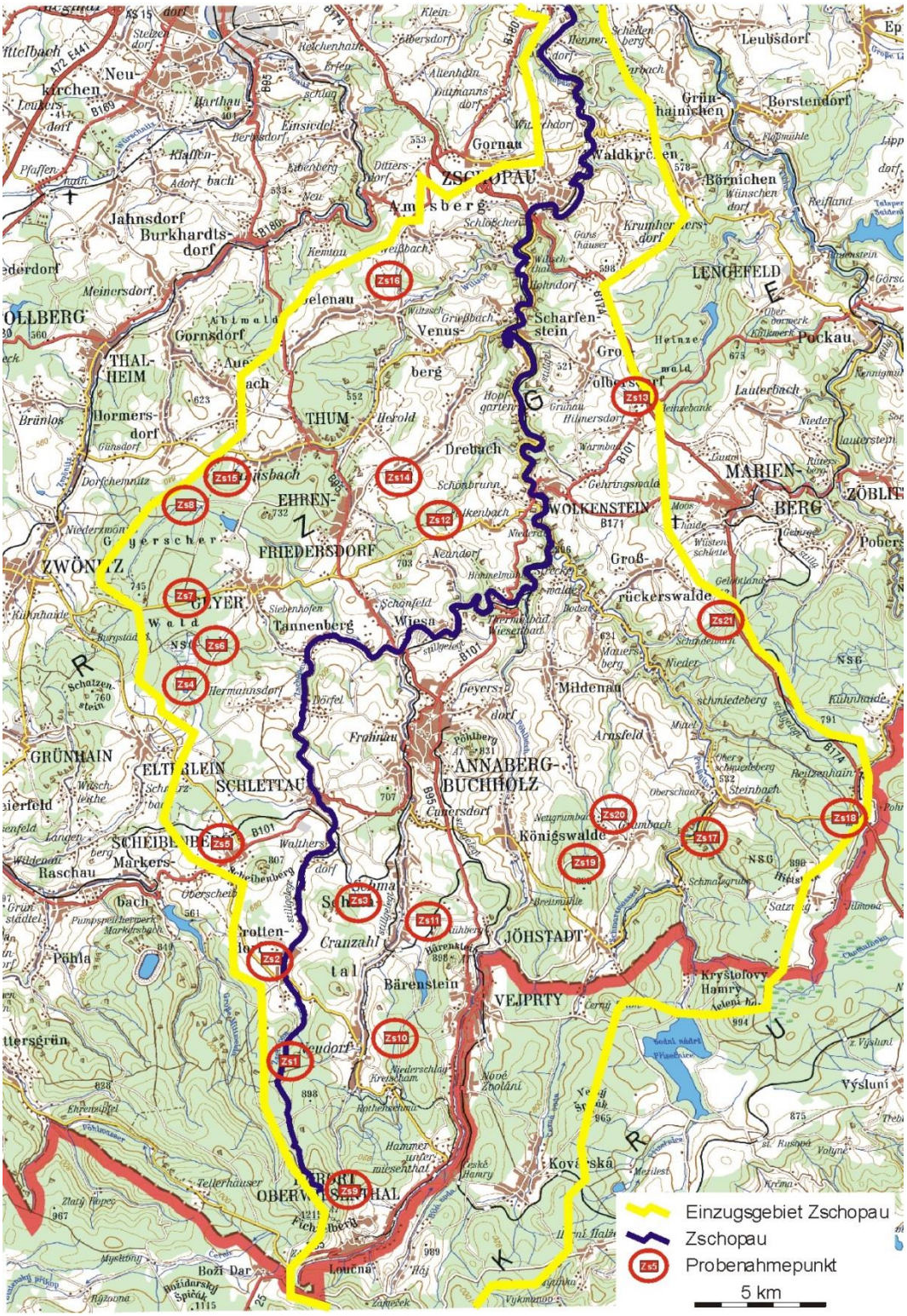


Abb. 4: Lage der 21 Probenahmepunkte im Einzugsbereich der Zschopau von der Quelle bis zur Mündung der Wilisch

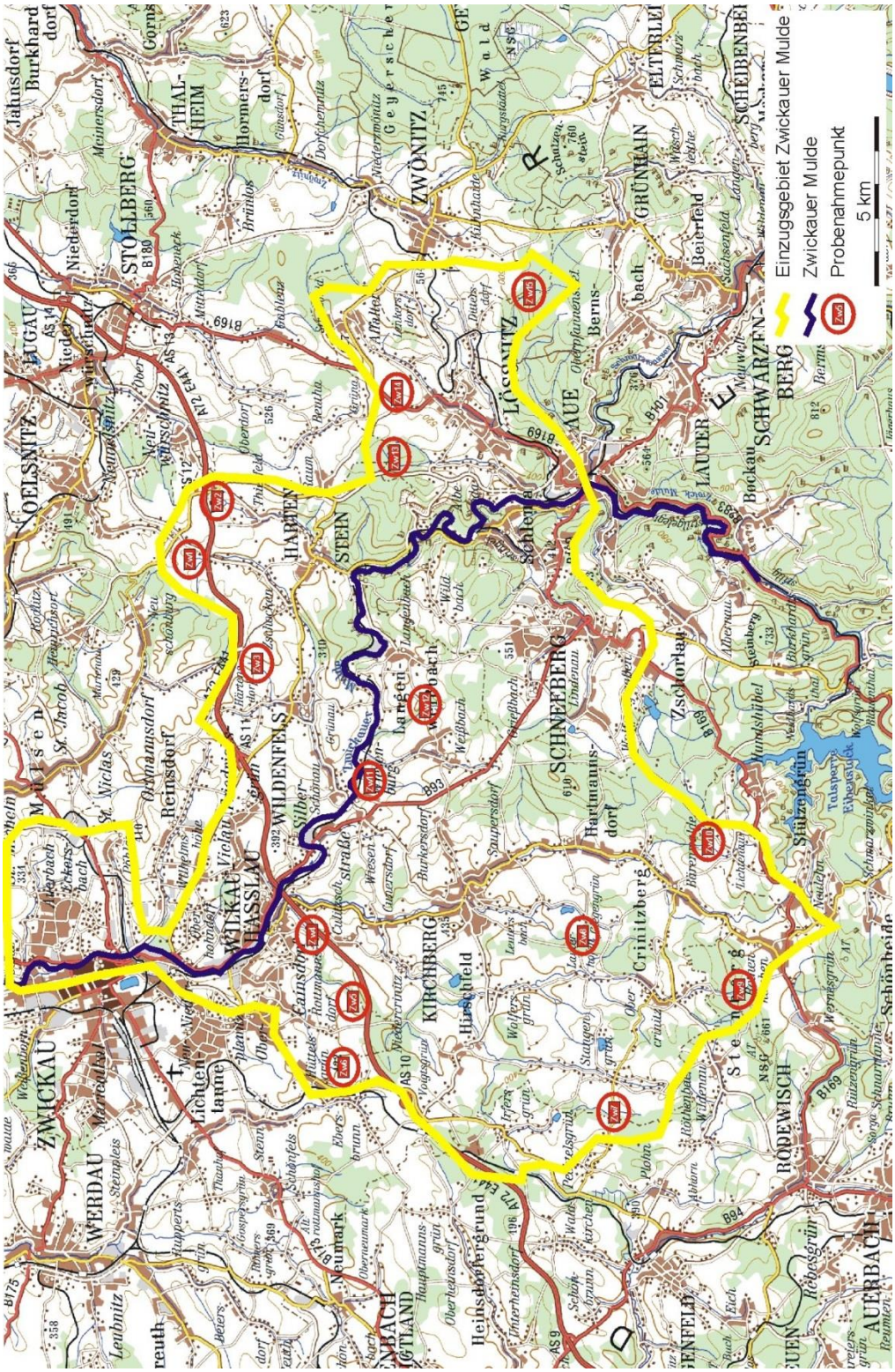


Abb. 5: Lage der 15 Probenahmepunkte im Einzugsbereich der Zwickauer Mulde

6.7 Geologische Situation in den Einzugsgebieten

Die Einzugsgebiete von Flöha, Zschopau und Zwickauer Mulde werden geogen hauptsächlich durch metamorphe und magmatische Gesteine geprägt (Erzgebirge, Vogtland). Untergeordnet treten sedimentäre Gesteine auf (Rotliegendsedimente im Bereich Zwickau).
Im Einzelnen werden die Einzugsbereiche der Probepunkte durch die folgenden Gesteine charakterisiert (abgeleitet aus den GK25)

Einzugsgebiet Flöha: Generell verschiedene Gneise, Muskovitschiefer, untergeordnet Amphibolite, Kalke, im nördlichen Bereich Tonsteine, Konglomerate, saure Vulkanite.
Fl01 – Frauenbach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Zweiglimmergneis, Muskovitgneis, Augengneis, Flammengneis
Fl02 – Mortelbach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Muskovitgneis, Zweiglimmergneis, Granat-Muskovitgneis, untergeordnet Amphibolite, möglicherweise im Einflussbereich eines Ba-Pb-Ag und Fe-Mn-Ganges
Fl03 – Brettmühlenbach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Granat-Muskovitgneis, Biotitgneis
Fl04 – Dörfelbach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Biotitgneis, Zweiglimmergneis
Fl05 - Rungstockbach (Quelle: GK25 Blatt 129 Zöblitz 1922/36): Turmalinführender Gneis, Granitgneis, Grauwackengneis, Augengneis
Fl06 – Bärenbach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Muskovitgneis
Fl07 – Bielabach (Quelle: GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888): Muskovitgneis, granitischer Muskovitgneis, Granat-Muskovitgneis
Fl08 - Zöblitzbach (Quelle: GK25 Blatt 129 Zöblitz 1922/36, GK25 Blatt 116 Lengefeld 1929/30: Muskovitgneis, Granulitgneis, Flammengneis, Granatglimmerfels
Fl09 - Lößnitzbach (Quelle: GK25 Blatt 115 Section Zschopau-Grünhainichen 1904, GK25 Blatt 116 Lengefeld 1929/30, GK25 Blatt 129 Zöblitz 1922/36): Muskovitschiefer, untergeordnet Kalkstein
Fl10 - Röthenbach (Quelle: GK25 Blatt 116 Lengefeld 1929/30): Granatglimmerfels, Flammengneis, Granatglimmerfels, Granulitgneis, Muskovitgneis, Granatglimmerfels, Eklogit
Fl11 - Weißbach (Quelle: GK25 Blatt 98 Section Brand-Erbisdorf 1907/08): Biotitgneis, kristalline Grauwacke (Gneis)
Fl12 – Kleine Lößnitz (Quelle: GK25 Blatt 97 Section Augustusburg-Flöha 1905, GK25 Blatt 98 Section Brand-Erbisdorf 1907/08): Muskovitschiefer, Muskovitgneis, Hornfelse, Grauwackengneis, untergeordnet Amphibolite
Fl13 - rechter Zufl. z. Hetzbach (Quelle: GK25 Blatt 97 Section Augustusburg-Flöha 1905): Albitphyllite, Granat-Albitphyllite, Muskovitschiefer, Muskovitgneis, Konglomerate, Sandsteine, Tonsteine mit Steinkohleflözen, Porphyrtuff, untergeordnet Amphibolite, kristalline Kalke, Quarzporphyr
Fl14 – Trüber Bach (Quelle: GK25 Blatt 115 Section Zschopau-Grünhainichen 1904): Zweiglimmergneis, Muskovitschiefer

Einzugsgebiet Zschopau: Generell vielfältige metamorphe Gesteine wie Gneise, Glimmerschiefer, Tonschiefer, Phyllite, untergeordnet Phonolithe, „Basalte“ (Nephelinite), Kalke und Amphibolite
Zs01 – Siebensäure (Quelle: GK25 Blatt 147 Wiesenthal 1883): Muskovitgneis, Augengneis, Eklogite, Amphibolite, Basalt
Zs02 – Heidelbach (Quelle: GK25 Blatt 138 Elterlein 1900): Muskovitschiefer, Gneisglimmerschiefer
Zs03 – Rosenbach (Quelle: GK25 Blatt 138 Elterlein 1900): Flaser-Augengneis, Zweiglimmergneis, Muskovitschiefer, Gneisglimmerschiefer
Zs04 – Wolfersbach (Quelle: GK25 Blatt 127 Geyer-Ehrenfriedersdorf 1899): Muskovitschiefer, Muskovitgneis, kb-Gang im Einzugsgebiet
Zs05 – Zufl. z. Roten Pfütze (Quelle: GK25 Blatt 138 Elterlein 1900): Muskovitschiefer, Quarzglimmerschiefer, Nephelinbasalt (Scheibenberg), Einfluss von Fe-Mn-Vererzungen
Zs06 – Lohenbach (Quelle: GK25 Blatt 127 Geyer-Ehrenfriedersdorf 1899): Muskovitgneis, Muskovitschiefer, Einfluss von Sn-Vererzungen möglich da Lagerstättenrevier Geyer
Zs07 – Einsbächel (Quelle: GK25 Blatt 127 Geyer-Ehrenfriedersdorf 1899): Tonschiefer, Phyllite, Quarzphyllite, Muskovitschiefer, Muskovitgneis
Zs08 – Rotes Wasser (Quelle: GK25 Blatt 127 Geyer-Ehrenfriedersdorf 1899): Tonschiefer, Phyllite, Quarzphyllite
Zs09 – Sehma (Rotes Vorwerk) (Quelle: GK25 Blatt 147 Wiesenthal 1883): Quarzglimmerschiefer, Zweiglimmergneis, Muskovitgneis, untergeordnet Phonolith, Basalt
Zs10 – Lampertsbach (Quelle: GK25 Blatt 147 Wiesenthal 1883): Muskovitgneis, Zweiglimmergneis, untergeordnet Eklogite, Amphibolite, Phonolithe, Kalke
Zs11 – Richterstraße K7131 (Quelle: GK25 Blatt 139 Annaberg-Jöhstedt 1902): Zweiglimmergneis, Augengneis, Leucitbasalt, Muskovitgneis, Granat-Glimmergneis

Zs12 - Heidelbach (Quelle: GK25 Blatt 128 Marienberg 1878): Gneisglimmerschiefer, Zweiglimmergneis, dunkler Glimmerschiefer, untergeordnet Amphibolite
Zs13 - Olbernhauer Bach (Quelle: GK25 Blatt 128 Marienberg 1878): Zweiglimmergneis, Gneisglimmerschiefer, Glimmerschiefer
Zs14 - Drehbacher Bach (Quelle: GK25 Blatt 128 Marienberg 1878): Gneisglimmerschiefer, dunkler Glimmerschiefer
Zs15 – Jahnsbach (Quelle: GK25 Blatt 127 Geyer-Ehrenfriedersdorf 1899): Tonschiefer, Phyllite, Quarzphyllite
Zs16 – Li. Zufl. zur Wilisch (Quelle: GK25 Blatt 115 Zschopau-Grünhainichen 1904): Muskovitgneis, Muskovitschiefer, untergeordnet: Kalkstein
Zs17 - Tiefenbach Mdg. (Quelle: GK25 Blatt 139 Annaberg-Jöhstedt 1902): Zweiglimmergneis, Zweiglimmer Augengneis, Granat-Muskovitgneis, untergeordnet Amphibolite
Zs18 – Haselbach (Quelle: GK25 Blatt 140 Kühnheide-Sebastiansberg 1886): Zweiglimmergneis
Zs19 – Sandbach (Quelle: GK25 Blatt 139 Annaberg-Jöhstedt 1902): Granat-Glimmergneis, Muskovitgneis, untergeordnet Granatfels mit Magnetit
Zs20 – Rauschenbach (Quelle: GK25 Blatt 139 Annaberg-Jöhstedt 1902): Grauwackengneise, Granat-Glimmergneis, Muskovitgneis, untergeordnet Granatfels mit Magnetit
Zs21 – Schindelbach (Quelle: GK25 Blatt 129 Zöblitz 1922/36, GK25 Blatt 128 Marienberg 1878): Turmalinführender Gneis, Marienberger Gneis

Einzugsgebiet Zwickauer Mulde: Granite (Kirchberger Granit), Quarzit-, Ton-, Hornblendeschiefer, Phyllite mit eingelagerten Diabasen, angrenzend an die Erzgebirgssenke Rotliegendsedimente Tonsteine, Konglomerate.
Zw01 - Wildenfelser Bach (Quelle: GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900): Schieferletten des Rotliegenden (Tonsteine), Rotliegendkonglomerate
Zw02 – Thierfelder Bach (Quelle: GK25 Blatt 126 Lößnitz-Zwönitz 1909/10): Schieferletten des Rotliegenden (Tonsteine), Rotliegendkonglomerate, untergeordnet Melaphyr
Zw03 – Härtensdorf (Quelle: GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900): Schieferletten des Rotliegenden (Tonsteine), Rotliegendkonglomerate
Zw04 – Plotzbach am Bad (Quelle: GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900, GK25 Blatt 124 Ebersbrunn-Planitz 1884): Diabase, Diabastuffe, Quarzitschiefer, Tonschiefer, untergeordnet Hornblendeschiefer
Zw05 – Zufluss zum Plotzbach (Quelle: GK25 Blatt 124 Ebersbrunn-Planitz 1884): Diabase, Diabastuffe, Quarzitschiefer, Tonschiefer
Zw06 – Plotzbach Oberlauf (Quelle: GK25 Blatt 124 Ebersbrunn-Planitz 1884): Diabase, Diabastuffe, Quarzitschiefer, Tonschiefer, untergeordnet Hornblendeschiefer
Zw07 – Lohbach (Quelle: GK25 Blatt 135 Auersbach-Lengefeld 1912): Biotitgranit
Zw08 – Zufluss zum Giegengrüner Bach (Quelle: GK25 Blatt 135 Auersbach-Lengefeld 1912, GK25 Blatt 136 Schneeberg 1882): Biotitgranit
Zw09 – Crinitzbach (Quelle: GK25 Blatt 135 Auersbach-Lengefeld 1912): Biotitgranit, Andalusit-Cordierit-Glimmerfels, Tonschiefer, Phyllite, Quarzite, Quarzitphyllite
Zw10 – Friedrichsbach (Quelle: GK25 Blatt 136 Schneeberg 1882): Turmalingranit, Andalusit-Cordierit-Glimmerfels, Quarzitschiefer
Zw11 – Amselbach (Quelle: GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900): Tonschiefer, Phyllite, Fruchtschiefer (Phyllite), Andalusitglimmerfels, Biotitgranit, untergeordnet Rhyolithe, Hornblendefelse, mögliche Beeinflussung durch kb-Gang
Zw12 – Klingerbach (Quelle: GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900): Tonschiefer, Phyllite, Quarzitschiefer, untergeordnet Rhyolithe, Hornblendefelse
Zw13 – Alberodaer Bach (Quelle: GK25 Blatt 126 Lößnitz-Zwönitz 1909/10): Tonschiefer, Phyllite, Quarzitschiefer, Hornblendeschiefer
Zw14 – Hasenschwanzbach (Quelle: GK25 Blatt 126 Lößnitz-Zwönitz 1909/10): Chloritische Hornblendeschiefer, Tonschiefer, Phyllite, Quarzitschiefer
Zw15 – Aubach (Quelle: GK25 Blatt 126 Lößnitz-Zwönitz 1909/10): Phyllite, Quarzitschiefer

6.8 Probenahme und Analytik

Die Vorgehensweise bei der Probenahme folgt der in den Vorgängerprojekten (Greif & Klemm 2009a, Greif & Klemm 2009b, Greif & Klemm 2005) beschriebenen Methode und baut auf dem Prinzip der geochemischen Prospektion auf (Pälchen et al. 1982).

Die Probenahme wurde im Zeitraum vom 18.09.2013 bis 29.10.2013 durchgeführt und fand generell bei MQ optimal statt. Während Extremereignisse wurden nicht beprobt. Die genauen Daten der Beprobung siehe Tab. 1.

Durchgeführtes Programm:

- 50 Wasserproben unfiltriert
- 50 Wasserproben 0.45 µm filtriert
- 50 Sedimentproben der Fraktion <63 µm

Die Probenentnahme aller Wasserproben erfolgte mit einem Plaste-Probenschöpfer am Teleskopstiel aus der Gewässermitte. Filtrierte Proben wurden durch Vakuum-Filtration einer definierten Probemenge (nach Möglichkeit 500 ml) durch Celluloseacetat-Filter (Fa. Sartorius) bekannten Gewichts (Porengröße 0,45 µm) vor Ort erhalten. Beide Proben (filtriert/unfiltriert) für die Spurenelementanalyse wurden direkt nach dem Abfüllen in PE-Flaschen mit 1 ml konzentrierter HNO_3 (suprapur) pro 100 ml angesäuert.

Das frisch abgelagerte schwebstoffbürtige Sediment wurde in Stillwasserzonen mit einer Plaste-Schöpfkelle von der Oberfläche des Gewässergrundes entnommen und vor Ort mit Originalwasser durch ein 2-mm-Sieb gesiebt. Die erhaltene Suspension wurde in 2-l-PE-Flaschen überführt und im gefrorenen Zustand bis zur Nasssiebung aufbewahrt.

Im Gelände erfolgte die Bestimmung der Parameter pH-Wert, Redoxpotential, Wassertemperatur (pH-/Eh-/Temperaturmeßgerät von Greisinger GMH3530, Handgerät mit pH-Elektrode GE106 und Redoxelektrode GE105), elektrische Leitfähigkeit (WTW LF318) und z.T. O_2-Gehalt direkt an der jeweiligen Probenahmestelle. Gemessene Redoxpotentiale wurde temperaturkorrigiert.

Die Lage der einzelnen Probenahmestellen wurde durch die aus TOP50 (2008)/TOP10 (2011) abgelesenen Koordinaten als Rechts- und Hochwert definiert.

Die Ermittlung der Schwebstoffkonzentration der Oberflächenwässer erfolgte gravimetrisch durch Auswiegen der bei 105 °C getrockneten Filter (Porendurchmesser 0,45 µm). Allgemein wurden 500 ml Wasser filtriert.

Die filtrierten Wasserproben wurden direkt zur Analyse an das BfUL gegeben.

Die unfiltrierten Wasserproben wurden einem Mikrowellenaufschluss unterzogen (TUBAF) (Goldstein, 2005). Zu einer Probenmenge von 40 ml wurden 2,0 ml HNO_3 suprapur gegeben. Der Ansatz wurden 5 min auf 100 °C aufgeheizt, weitere 5 min auf 180 °C aufgeheizt (10 min auf 180 °C gehalten), abgekühlt und mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt. Die Analytik der Auszüge erfolgte in der BfUL.

Die Feinfraktion <63 µm wurde durch Nasssiebung der im Originalwasser suspendierten Probe gewonnen. Durch Zentrifugieren (ca. 4500 Umdrehungen pro Minute) und Dekantieren erfolgte die Trennung des Feinsediments vom Wasser. Es schloss sich eine Gefriertrocknung an. Die Homogenisierung der Proben erfolgte per Hand in einem Achatmörser. Von den Sedimentproben der Fraktion <63 µm wurde ein modifizierter Königswasser-Mikrowellenauszug (KW-MW) gemäß der Methodik der BfUL (Goldstein, 2010) hergestellt. Zu einer Probenmenge von 0,5 g wurden 5 ml H_2O, 10 ml HNO_3 (65 %) und 3 ml HCl (32 %) gegeben. Im Mikrowellensystem MLS ETHOS plus wird hierbei folgendes Temperaturregime vorgegeben: 20-60 °C 3:30 min; 60°C 3 min; 60-150 °C 6 min; 150 °C 12 min. Nach der Abkühlung wurde mit H_2O auf 50 ml aufgefüllt und filtriert (TU BAF). Die Analytik der Auszüge erfolgte in der BfUL.

Die Elementpalette entspricht der des AG/der BfUL (Oberflächenwassermessnetz):
Wasser: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Gd, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Te, Ti, Tl, U, V, Zn
Sedimente: Ag, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn

6.9 Ergebnisse und Auswertung

6.9.1 pH-Eh-Lfgk der Wässer

Die reinen Waldstandorte zeigen die typischen durch Huminstoffe niedrigen pH-Werte, parallel mit niedrigen Leitfähigkeiten. Die Punkte mit Weide- bzw. Ackernutzung weisen höhere Leitfähigkeiten und hauptsächlich pH-Werte im neutralen Bereich auf.

Tab. 2: Physikalische Parameter in den Wässern der Nebenflüsse von Flöha (Fl), Zschopau (Zs) und Zwickauer Mulde (Zw).

Probe-Nr.	Einzugs-gebiet	Physikalische Parameter						Schwebstoff >0,45 µm
		pH	Eh	T	O_2	O_2	Lfgk	
	[km²]		[mV]	[°C]	[%]	[mg/l]	[µS/cm]	[mg/l]
Fl01	6.96	6.69	415	7.3	n.b.	n.b.	93	1.24
Fl02	2.45	6.76	423	9.4	n.b.	n.b.	145	4.56
Fl03	2.33	7.03	424	7.0	n.b.	n.b.	155	2.04
Fl04	2.86	5.27	437	7.7	n.b.	n.b.	79	0.08
Fl05	16.20	6.77	370	7.5	n.b.	n.b.	133	0.20
Fl06	3.99	7.01	391	7.6	n.b.	n.b.	169	1.76
Fl07	1.42	6.44	375	7.2	n.b.	n.b.	125	4.80
Fl08	6.33	6.56	348	8.6	n.b.	n.b.	162	1.78
Fl09	3.28	7.90	403	8.0	n.b.	n.b.	426	3.34
Fl10	10.25	7.12	425	7.7	n.b.	n.b.	174	0.12
Fl11	2.81	7.06	436	7.4	n.b.	n.b.	265	2.90
Fl12	2.76	6.78	437	8.4	n.b.	n.b.	180	1.78
Fl13	2.06	7.48	421	8.6	n.b.	n.b.	306	3.08
Fl14	2.66	7.09	423	8.7	n.b.	n.b.	268	2.02
Zs01	0.75	3.57	519	8.4	98	9.3	42	2.00
Zs02	1.21	6.41	335	9.3	101	10.9	261	2.46
Zs03	1.10	7.20	390	9.7	108	11.2	172	1.90

Zs04	5.43	6.77	352	8.8	89	9.4	73	5.04
Zs05	3.55	7.43	390	8.6	n.b.	n.b.	390	18.38
Zs06	1.31	6.66	369	8.6	114	10.5	75	4.05
Zs07	2.42	6.13	399	8.0	107	11.8	113	2.23
Zs08	3.90	4.53	451	8.5	97	10.2	57	4.26
Zs09	0.58	6.60	419	6.4	90	10.4	51	1.80
Zs10	4.36	7.70	430	7.9	98	10.7	141	1.44
Zs11	1.49	6.67	380	9.1	99	10.1	167	1.46
Zs12	2.47	6.06	303	9.7	94	10	125	6.96
Zs13	1.40	6.90	405	9.8	104	11	496	8.23
Zs14	0.64	6.27	446	9.8	100	10.8	162	2.13
Zs15	1.81	4.50	488	8.7	102	11.2	85	1.52
Zs16	1.73	6.51	428	10.6	115	10.6	211	2.29
Zs17	5.75	6.60	440	7.7	93	9.5	78	2.30
Zs18	0.65	4.85	387	7.4	86	9.6	77	8.06
Zs19	0.83	3.73	440	7.5	94	10.4	95	3.32
Zs20	1.09	6.77	394	8.8	84	9.2	226	3.56
Zs21	0.66	7.08	443	8.2	98	8.7	98	4.78
Zw01	0.53	6.61	357	10.8	80	8.5	204	1.81
Zw02	0.63	6.70	443	10.8	72	7.2	226	4.71
Zw03	1.46	7.84	332	11.2	92	9.3	496	14.35
Zw04	10.72	7.70	377	11.9	89	9	438	6.05
Zw05	2.13	7.65	372	12.8	87	8.1	442	20.40
Zw06	0.94	7.52	389	12.1	88	9.4	295	1.45

Zw07	0.77	5.80	367	11.5	89	9.1	179	4.79
Zw08	0.59	6.54	281	11.5	79	7.4	177	5.47
Zw09	1.33	7.14	355	10.3	88	9.2	133	13.61
Zw10	1.46	7.19	278	11.6	87	8.8	201	25.77
Zw11	2.91	6.39	376	11.8	89	9.3	342	5.15
Zw12	1.14	5.96	377	12.0	62	6	189	3.09
Zw13	1.18	6.80	314	10.2	81	8.3	156	2.05
Zw14	2.26	7.40	412	10.7	87	8.9	470	4.37
Zw15	2.67	4.25	574	8.7	85	9.3	89	2.31

6.9.2 Wässer und Sedimente - Einzugsbereich Flöha

Tab. 3: Elementgehalte (gelöst und total für Cd) im Wasser der Nebenflüsse der Flöha in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	Ag_lös.	Cd_lös.	Cd_tot.	Ni_lös.	Pb_lös.	Se_lös.	Tl_lös.	U_lös.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
UQN/ZHK	**0.02**	**(1) ≤ 0.45 – 1.5**	**1.0**	**20**	**7.2**	**3.0**	**0.2**	
Fl01	<0.1	0.4	0.4	1.5	0.2	<0.8	<0.1	<0.1
Fl02	<0.1	0.3	0.3	1.5	0.5	<0.8	<0.1	0.1
Fl03	<0.1	**0.8**	0.9	2.1	0.4	<0.8	<0.1	0.1
Fl04	<0.1	0.4	0.4	1.5	0.5	<0.8	<0.1	0.1
Fl05	<0.1	0.3	0.4	1.7	0.4	<0.8	<0.1	0.1
Fl06	<0.1	0.1	0.1	1.3	0.2	<0.8	<0.1	<0.1
Fl07	<0.1	0.09	0.1	1.2	0.4	<0.8	<0.1	<0.1
Fl08	<0.1	0.09	0.09	1.5	0.3	<0.8	<0.1	<0.1
Fl09	<0.1	0.05	0.1	0.6	0.3	<0.8	<0.1	6.4
Fl10	<0.1	0.07	0.07	1.8	0.4	<0.8	<0.1	<0.1

Fl11	<0.1	0.1	0.2	1.1	0.3	<0.8	<0.1	<0.1
Fl12	<0.1	0.1	0.1	4.2	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Fl13	<0.1	0.06	0.06	1.6	0.3	<0.8	<0.1	0.1
Fl14	<0.1	0.1	0.1	1.4	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Median	**<0.1**	**0.1**	**0.1**	**1.5**	**0.3**	**<0.8**	**<0.1**	**0.0**
Min	<0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Max	<0.1	0.8	0.9	4.2	0.5	<0.8	<0.1	6.4
QUANTIL 90%	**<0.1**	**0.4**	**0.4**	**2.0**	**0.5**	**<0.8**	**<0.1**	**0.1**

(1) Die Überschreitungen der UQN von Cadmium wurden anhand der Ca-Werte bzw. $CaCO_3$-Gehalte kalkuliert (siehe Abb. 1). Die $CaCO_3$-Gehalte wurden aus den Ca-Gehalten berechnet.
Geringfügige Überschreitungen der löslichen Metallanteile treten nur bei Cadmium im Brettmühlenbach bei Seiffen auf.

Tab. 4: Metallgehalte in Sedimenten der Nebenflüsse der Flöha (< 63 µm) in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	U	Zn
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
UQN	**40**		**640**	**160**					**800**
Fl01	**67**	6.4	56	48	0.28	56	130	6.0	300
Fl02	**42**	4.2	49	57	0.22	42	180	5.5	390
Fl03	**200**	16	57	68	0.37	59	260	11	760
Fl04	**120**	1.4	32	83	0.34	25	110	6.1	140
Fl05	**55**	4.5	38	24	0.09	31	91	6.4	190
Fl06	26	2.6	38	34	0.22	32	77	5.0	150
Fl07	25	2.2	31	30	0.20	25	79	3.0	100
Fl08	24	1.6	40	25	0.16	27	62	2.6	120
Fl09	9	1.9	24	36	1.30	31	120	7.3	340

Fl10	19	1.9	39	24	0.15	31	49	3.0	180
Fl11	37	4.8	47	67	0.14	32	120	2.5	360
Fl12	17	1.9	29	27	0.17	48	42	2.2	150
Fl13	14	1.3	41	30	0.19	32	44	2.4	130
Fl14	21	4.0	37	61	0.32	50	84	3.3	530
Median	**25.5**	**2.4**	**38.5**	**35.0**	**0.2**	**32.0**	**87.5**	**4.2**	**185.0**
Min	9	1.3	24.0	24.0	0.1	25.0	42.0	2.2	100.0
Max	200	16	57	83	1.3	59	260	11	760
QUANTIL 90%	**104.1**	**5.9**	**53.9**	**67.7**	**0.4**	**54.2**	**165.0**	**7.0**	**488.0**

Überschreitungen hinsichtlich UQN treten bei Arsen im Bereich südwestlich Olbernhau beim Rungstockbach (Fl5) und Dörfelbach (Fl4) und im Bereich Seiffen und Neuhausen im Brettmühlenbach (Fl3), Mortelbach (Fl2) und Frauenbach (Fl1) auf. Weitere Überschreitungen der Metalle in Sedimenten sind nach UQN im Einzugbereich der Flöha nicht zu verzeichnen.

6.9.3 Wässer und Sedimente - Einzugsbereich Zschopau

Tab. 5: Elementgehalte (gelöst und total für Cd) im Wasser der Nebenflüsse der Zschopau in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	Ag_lös.	Cd_lös.	Cd_tot.	Ni_lös.	Pb_lös.	Se_lös.	Tl_lös.	U_lös.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
UQN/ZHK	**0.02**	**(1) ≤ 0.45 – 1.5**	**1.0**	**20**	**7.2**	**3.0**	**0.2**	
Zs01	<0.1	0.2	0.2	1.9	3.7	<0.8	<0.1	0.4
Zs02	<0.1	0.2	0.2	3.4	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs03	<0.1	0.1	0.1	1.4	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs04	<0.1	0.1	0.1	2.9	0.6	<0.8	<0.1	<0.1
Zs05	<0.1	0.1	0.2	2.7	0.3	<0.8	<0.1	0.3
Zs06	<0.1	0.1	0.1	2.2	0.8	<0.8	<0.1	0.3
Zs07	<0.1	**0.7**	0.7	3.1	0.5	<0.8	<0.1	<0.1
Zs08	<0.1	**0.6**	0.6	4.8	0.7	<0.8	<0.1	<0.1
Zs09	<0.1	**0.5**	0.5	1.0	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs10	<0.1	0.06	0.06	0.0	0.0	<0.8	<0.1	0.1
Zs11	<0.1	0.1	0.1	0.6	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs12	<0.1	0.3	0.3	3.8	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs13	<0.1	**1.6**	**1.6**	8.0	0.2	<0.8	<0.1	<0.1
Zs14	<0.1	0.3	0.3	5.9	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs15	<0.1	0.4	0.4	6.1	0.7	<0.8	<0.1	<0.1
Zs16	<0.1	0.3	0.3	4.1	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zs17	<0.1	0.2	0.2	1.6	0.6	<0.8	<0.1	<0.1
Zs18	<0.1	0.2	0.2	1.5	2.2	<0.8	<0.1	<0.1
Zs19	<0.1	0.1	0.1	2.3	2.7	<0.8	<0.1	0.3
Zs20	<0.1	0.3	0.3	3.3	0.0	<0.8	<0.1	<0.1

Zs21	<0.1	0.05	0.09	0.8	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Median	**<0.1**	**0.2**	**0.2**	**2.7**	**0.2**	**<0.8**	**<0.1**	**0.0**
Min	<0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Max	<0.1	1.6	1.6	8.0	3.7	<0.8	<0.1	0.4
QUANTIL 90%	**<0.1**	**0.6**	**0.6**	**5.9**	**2.2**	**<0.8**	**<0.1**	**0.3**

(1) Die Überschreitungen der UQN von Cadmium wurden anhand der Ca-Werte bzw. $CaCO_3$-Gehalte kalkuliert (siehe Abb. 1). Die $CaCO_3$-Gehalte wurden aus den Ca-Gehalten berechnet.

Überschreitungen der löslichen Metallanteile treten nur bei Cadmium im Einsbächel oberhalb Geyer (Zs07), im Roten Wasser oberhalb der Gifthütte Greifenbach (Zs08), der Sehma am Roten Vorwerk (Zs09) und dem Großolbersdorfer Bach (Zs13) auf. Letzterer zeigt auch in den Sedimenten entsprechend Cadmium angereichert (Tab. x).

Tab. 6: Metallgehalte in Sedimenten der Nebenflüsse der Zschopau (< 63 µm) in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	U	Zn
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
UQN	**40**		**640**	**160**					**800**
Zs01	**44**	0.27	41	32	0.26	18	65	3.5	110
Zs02	**89**	2.2	48	46	0.14	52	76	2.9	170
Zs03	**72**	3.1	48	35	0.17	43	74	3.3	210
Zs04	**580**	11	38	63	0.26	57	130	6.7	510
Zs05	**70**	2.6	55	**170**	0.29	55	110	4.6	**800**
Zs06	**110**	3.1	51	49	0.20	35	100	6.2	290
Zs07	**250**	1.8	35	57	0.22	32	140	2.3	120
Zs08	**510**	0.94	26	37	0.24	22	81	2.4	68
Zs09	**45**	4.2	35	60	0.25	36	170	4.1	400
Zs10	**77**	6.2	45	61	0.24	53	80	7.3	430
Zs11	**120**	4.4	27	64	0.31	26	94	7.1	240

Zs12	**870**	2.3	43	51	0.20	39	50	3.5	200
Zs13	**160**	17	51	49	0.27	100	100	3.8	500
Zs14	**68**	4.3	60	56	0.24	89	71	2.5	240
Zs15	**110**	0.38	37	49	0.11	24	41	2.9	75
Zs16	**66**	3.8	60	79	0.14	65	70	2.9	310
Zs17	**76**	4.4	45	37	0.25	35	130	3.4	250
Zs18	**260**	0.60	20	28	0.35	11	110	3.5	44
Zs19	**69**	0.33	22	25	0.42	14	100	5.7	29
Zs20	**58**	7.8	39	81	0.35	51	89	6.0	410
Zs21	**62**	3.2	39	36	0.20	38	83	5.0	180
Median	**77.0**	**3.1**	**41.0**	**49.0**	**0.2**	**38.0**	**89.0**	**3.5**	**240.0**
Min	44.0	0.3	20.0	25.0	0.1	11.0	41.0	2.3	29.0
Max	870.0	17.0	60.0	170.0	0.4	100.0	170.0	7.3	800.0
QUANTIL 90%	**510.0**	**7.8**	**55.0**	**79.0**	**0.4**	**65.0**	**130.0**	**6.7**	**500.0**

Gemäß den Umweltqualitätsnormen (UQN) für Arsen stellen alle beprobten Nebenflüsse der Zschopau ein Fall dar, welcher die Einführung eines speziellen Hintergrundwertes für das Einzugsgebietes notwendig macht. In der weiteren Auswertung zeigt Zs5 (Nebenbach der Roten Pfütze nördlich Scheibenberg) eine geringe Überschreitung der Cu- und Zn-Gehalte.

6.9.4 Wässer und Sedimente - Einzugsgebiet Zwickauer Mulde

Tab. 7: Elementgehalte (gelöst und total für Cd) im Wasser der Nebenflüsse der Zwickauer Mulde in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	Ag_lös.	Cd_lös.	Cd_tot.	Ni_lös.	Pb_lös.	Se_lös.	Tl_lös.	U_lös.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
UQN/ZHK	**0.02**	**(1) ≤ 0.45 – 1.5**	**1.0**	**20**	**7.2**	**3.0**	**0.2**	
Zw01	<0.1	0.1	0.1	2.2	0.9	<0.8	<0.1	<0.1
Zw02	<0.1	0.04	0.04	0.7	0.3	<0.8	<0.1	<0.1
Zw03	**0.2**	0	0	0.0	0.0	<0.8	<0.1	0.7
Zw04	<0.1	0	0	2.5	0.2	<0.8	<0.1	0.2
Zw05	<0.1	0	0.1	3.2	1.0	<0.8	<0.1	0.2
Zw06	<0.1	0.06	0.07	6.0	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zw07	**0.1**	**1.0**	**1.1**	4.6	0.8	<0.8	<0.1	2.3
Zw08	<0.1	0.2	0.2	1.9	0.2	<0.8	<0.1	0.6
Zw09	<0.1	0.2	0.2	3.0	1.0	<0.8	<0.1	3.5
Zw10	<0.1	0.04	0.09	2.9	0.5	<0.8	<0.1	0.7
Zw11	<0.1	0.04	0.05	3.5	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zw12	<0.1	0.08	0.09	5.8	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zw13	<0.1	0.06	0.06	4.8	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Zw14	<0.1	0.04	0.04	2.1	0.2	<0.8	<0.1	1.2
Zw15	<0.1	0.6	0.6	6.6	0.9	<0.8	<0.1	<0.1
Median	**0.2**	**0.1**	**0.1**	**3.0**	**0.2**	**<0.8**	**<0.1**	**0.2**
Min	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.8	<0.1	<0.1
Max	0.2	1.0	1.1	6.6	1.0	<0.8	<0.1	3.5
QUANTIL 90%	**0.2**	**0.4**	**0.4**	**5.9**	**1.0**	**<0.8**	**<0.1**	**1.9**

(1) Die Überschreitungen der UQN von Cadmium wurden anhand der Ca-Werte bzw. $CaCO_3$-Gehalte kalkuliert (siehe Abb. 1). Die $CaCO_3$-Gehalte wurden aus den Ca-Gehalten berechnet.

Überschreitungen der UQN bei Cd und Ag treten beim Lohbach (Zw07) zwischen Pechtelsgrün und Stangengrün auf. Der Lohbach zeigt ebenfalls bei den Sedimenten entsprechende Überschreitungen bei As und Cu. Weiterhin scheint der beprobte Bach nordöstlich Härtensdorf (Zw03) erhöhte gelöste Anteile an Ag zu beinhalten.

Tab. 8: Metallgehalte in Sedimenten der Nebenflüsse der Zwickauer Mulde (< 63 µm) in Bezug zu Überschreitungen gemäß der Umweltqualitätsnormen (vergleiche Abb. 1). Fett und grau hinterlegt Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm UQN.

Proben-Nr.	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	U	Zn
	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
UQN	**40**		**640**	**160**					**800**
Zw01	**45**	5.6	40	15	0.17	76	91	1.7	260
Zw02	31	0.79	57	9.2	< 0,05	57	53	2.2	170
Zw03	39	0.49	46	8.4	< 0,05	40	40	2.2	130
Zw04	23	1.5	58	100	0.10	75	69	5.1	430
Zw05	30	1.9	44	38	0.28	130	54	4.5	390
Zw06	26	1.0	42	16	0.32	77	66	1.9	230
Zw07	**63**	5.4	28	**190**	0.15	26	160	69	410
Zw08	**52**	2.5	30	20	0.08	25	59	25	240
Zw09	25	2.8	34	9.3	< 0,05	29	53	29	130
Zw10	16	0.68	44	27	< 0,05	44	54	5.4	220
Zw11	26	0.77	30	19	< 0,05	59	30	2.5	180
Zw12	20	0.76	38	11	0.63	61	41	3.4	200
Zw13	**200**	1.7	41	52	0.28	84	77	10	270
Zw14	19	0.73	59	31	0.13	42	58	4.8	160
Zw15	**67**	0.48	32	46	0.20	31	86	4.3	110
Median	**30.0**	**1.0**	**41.0**	**20.0**	**0.2**	**57.0**	**58.0**	**4.5**	**220.0**
Min	16.0	0.5	28.0	8.4	0.1	25.0	30.0	1.7	110.0
Max	200.0	5.6	59.0	190.0	0.6	130.0	160.0	69.0	430.0

QUANTIL 90%	**65.4**	**4.4**	**57.6**	**80.8**	**0.4**	**81.2**	**89.0**	**27.4**	**402.0**

Gemäß den Umweltqualitätsnormen (UQN) hinsichtlich Arsen sind bei den Sedimenten der Wildenfelser Bach (Zw01), Lohbach (Zw07), der linke Zufluss zum Giegengrüner Bach (Zw08), Alberodaer Bach (Zw13) und der Aubach bei Lößnitz (Zw15) mit kritisch einzuschätzen. Besonders der Alberodaer Bach weist auch im Oberlauf eine 5-fache Überschreitung der As-Werte auf. Der Lohbach zeigt weiterhin eine Überschreitung der zulässigen Kupferwerte.

6.10Zusammenfassung

Gemäß den Daten zu den UQN der Wässer gibt es nur eine Überschreitung für Cadmium für das Einzugsgebiet der Flöha (Fl3 – Brettmühlenbach im Bereich Seiffen). Im Einzugsbereich der Zschopau weisen das Einsbächel westlich, das Rote Wasser nordwestlich von Geyer, die Sehma (Rotes Vorwerk) nordöstlich des Fichtelberges und der Großolbersdorfer Bach höhere Cadmiumgehalte auf. Im Einzugsbereich der Zwickauer Mulde zeigt nur der Lohbach zwischen Pechtel- und Stangengrün gemäß UQN höhere Cadmiumgehalte. Weiterhin sind im Einzugbereich der Zwickauer Mulde beim Bach NE Härtensdorf oberhalb Schwemmteich und auch im Lohbach höhere gelöste Ag-Gehalte zu verzeichnen. Außer bei Cd und Ag sind demzufolge kaum Überschreitungen der UQN in den Nebenflüssen der drei Einzugsgebieten nachzuweisen.

Problematischer sind die Sedimente in den Nebenbächen zu werten. Im Einzugsbereich der Flöha um Olbernhau und Seiffen/Neuhausen (Fl1-Fl5) werden gemäß UQN Überschreitungen der As-Gehalte vorgefunden. Im Bereich der Zschopau überschreiten alle beprobten Sedimente den Wert der UQN. Wobei bei den Punkten Zs4, Zs8 und Zs12 mit > 500 µg/g eine mehr als 12 fache Überschreitung der UQN zu vermerken ist. Im speziellen Fall des Heidelbaches (Zs12) mit 870 µg/g kann die Ursache der hohen As-Gehalte darin liegen, dass die entsprechenden Böden pseudogleyartigen oder im Auebereich gleyartigen Charakter entwickelten mit reduzierenden Eigenschaften, die zur Reduktion des Fe(III) zu Fe(II) führten und unter oxidierenden Bedingungen im offenen Bachbereich zu FeOOH ausfielen (braune Farbe der Sedimente und Gleycharakter der Böden war sichtbar). Die entsprechend hohen As-Gehalte im Wasser mit 4.8 µg/l gelöst bzw. 6.7 µg/l total werden hervorragend an den frisch gefällten Fe-Hydroxiden absorbiert. Dieser Mechanismus ist weitläufig bekannt und kann auch in den vom Bergbau und Erzgängen nicht beeinflussten Bereichen zu entsprechenden As-Anreicherungen führen.
Die beiden Elemente Zn und Cu werden nur am Punkt Zs5 nördlich Scheibenberg knapp überschritten.
Im Einzugsbereich der Zwickauer Mulde treten geringe Überschreitungen der UQN bei As auf, wobei nur der Alberodaer Bach (Zw13) eine 5-fache Überschreitung aufweist. Ebenfalls wie bei den Wässern zeigt der Lohbach (Zw7) wieder erhöhte Metallgehalte bei Cu und As.
Bei den untersuchten Einzugsgebieten der Nebenflüsse der Zwickauer Mulde, Zschopau und Flöha können nicht entdeckte Erzgänge oder alt bestandene Halden, die nicht kartiert wurden, für entsprechende erhöhte Metallgehalte u.a. die Ursache sein. Speziell im Falle des Einzugsgebietes der Zschopau müssten hinsichtlich As in den Sedimenten angepasste Hintergrundwerte erhoben werden.

6.11Literaturverzeichnis

Goldstein, S. (2005): Mikrowellenverfahren in der Wasser- und Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

Goldstein, S. (2010): Umstellung der Mikrowellenverfahren in der Sedimentanalytik der Sächsischen Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul, persönliche Mitteilung

Greif, A.; Klemm, W. (2009): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz. - Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Greif, A.; Klemm, W. (2005): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Was-serphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. – Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Greif, A. (2012): Abschlussbericht zum Werkvertrag: „Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Ermittlung von Hintergrundwerten in ausgewählten Grenzwasser-Oberflächenwasserkörpern“ Abschlussbericht zum Werkvertrag im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV) vom 20. Juli 2011, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2011, 25.07.2011

Pälchen, W.; Rank, G.; Berger, R. (1982): Regionale geochemische Untersuchungen an Gesteinen, fluviatilen Sedimenten und Wässern im Erzgebirge und Vogtland. – unveröff. Bericht, VEB Geol. Forschung und Erkundung, Freiberg

Quelle: GK25 … Geologische Specialkarte des Königreiches Sachsen:
GK25 Blatt 97 Augustusburg-Flöha 1905:
GK25 Blatt 98 Brand-Erbisdorf 1907/08
GK25 Blatt 115 Zschopau-Grünhainichen 1904
GK25 Blatt 116 Lengefeld 1929/30
GK25 Blatt 117 Sayda 1928
GK25 Blatt 125 Kirchberg-Wildenfels 1900
GK25 Blatt 126 Lößnitz-Zwönitz 1909/10
GK25 Blatt 128 Marienberg 1878
GK25 Blatt 129 Zöblitz 1922/36
GK25 Blatt 130/131 Olbernhau-Purschenstein 1888
GK25 Blatt 135 Auersbach-Lengefeld 1912
GK25 Blatt 136 Schneeberg 1882
GK25 Blatt 138 Elterlein 1900
GK25 Blatt 139 Annaberg-Jöhstedt 1902

GK25 Blatt 147 Wiesenthal 1883

Top50 (2008): TopMaps - Amtliche Topographische Karten 1 . 50000. CD-ROM. Landesvermessungsamt Sachsen

Top10 (2011): TopMaps - Amtliche Topographische Karten 1 . 10000. CD-ROM. Landesvermessungsamt Sachsen

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemein-schaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqua-litätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

7 Geogene Hintergrundwerte Schwarze Elster und Spree



Abschlussbericht zum Werkvertrag

„Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundkonzentrationen - Betrachtungen für ausgewählte Oberflächenwasserkörper in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster“

Dipl.-Chem. Mirko Martin

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH
Schwarze Kiefern 2
09633 Halsbrücke

Bearbeitungszeitraum: 11.02.2013 – 15.10.2013

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
EZG	Einzugsgebiet
GWK	Grundwasserkörper
HGW	Hintergrundwert
JD	Jahresdurchschnitt
Max	Maximum
Med	Median
Min	Minimum
MW	Mittelwert
n	Anzahl
OWK	Oberflächenwasserkörper
P90	90-Perzentil
SALKA	Sächsisches Altlastenkataster
UQN	Umweltqualitätsnorm
ZHK	Zulässige Höchstkonzentration

7.1 Hintergrund und Zielstellung

Das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der gute ökologische und chemische Zustand der Gewässer in der EU, der bis 2015 erreicht werden soll.
Für die Oberflächenwasserkörper in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster werden immer wieder Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen für Metalle und Elemente gefunden. Neben Emissionen aus Bergbau, Industrie und Altlasten kommen grundsätzlich auch geogene Ursachen für diese Überschreitungen in Frage. Solche sind aus den Einzugsgebieten der Freiberger und Zwickauer Mulde bereits bekannt und gut dokumentiert (z.B. Greif et al. 2009a und 2010)

Grundlage bildet die EG-Tochter-Richtlinie 2008/105/EG, die in ihrem Anhang I Teil B Nr. 3 (WRRL 2008) die Ausweisung geogener Hintergrundwerte zulässt: „Die Mitgliedstaaten können bei der Beurteilung der Überwachungsergebnisse anhand der Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen: a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni), wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern; und …“, wobei die natürliche Hintergrundkonzentration für Metalle einen Zustand beschreibt, der frei von anthropogenen Belastungen ist.
Die OGewV führt dazu aus: „Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen: Ist für einen Schadstoff nach Anlage 5 oder 7 die natürliche Hintergrundkonzentration im zu beurteilenden Oberflächenwasserkörper größer als die Umweltqualitätsnorm, so legt die zuständige Behörde eine abweichende Umweltqualitätsnorm unter Berücksichtigung der Hintergrundkonzentration für diesen Oberflächenwasserkörper fest“.

Aufgrund der hohen geogenen Vielfalt in den Einzugsgebieten des sächsischen Grundgebirges ist dort die Ableitung regionaler Hintergrundkonzentrationen für kleinräumigere Gebiete erforderlich. Im Rahmen dieses Werkvertrages soll anhand von vorliegenden Daten und Studien geprüft werden, ob die genannten Überschreitungen geogene Ursachen haben könnten. Im Ergebnis soll eine Abschätzung erstellt werden, ob in der Region spezielle Aufnahmen von Hintergrundwerten erforderlich sind.

In Anlehnung an die bisherige Vorgehensweise bei der Ableitung von speziellen Hintergrundkonzentrationen sollen für die OWK in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster folgende Arbeitsschritte erfolgen:

- Charakterisierung der Oberflächenwasserkörper
- Aufnahme der geologischen Situation und der Mineralisationen für die Elemente nach OGewV sowie weitere ausgewählte Schwermetalle und Eisen
- Recherche signifikanter Belastungsquellen wie Halden und Sickerwässer unter Einbeziehung der Schwellenwerte der Grundwasserkörper in diesen Bereichen

7.2 Anforderungen der WRRL und deren nationaler Umsetzung

Die gesetzliche Grundlage für die Wasserqualität in den Ländern der Europäischen Union bildet die im Jahre 2000 verabschiedete Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000), die ständig fortgeschrieben wird (WRRL 2006, WRRL 2008). Für Sachsen gilt nach Ablösung der SächsWRRLVO (2004) die „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom 01.08.2010. Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente wurden für die Elemen-

te As, Cr, Cu und Zn verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) festgelegt. Weitere Normen sind für die Elemente Ag, Se, Tl, Ni und Pb sowie Cd und Hg enthalten

Die im Jahr 2000 durch das Europäische Parlament verabschiedete Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL) gibt die Rahmenbedingungen vor, um einen guten ökologischen und chemischen Zustand aller Gewässer Europas (Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser) zu erreichen. Die Mitgliedsstaaten sind hierbei die Verpflichtung eingegangen, Oberflächenwasserkörper zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, um bis 2015 diesen guten Zustand zu erreichen. Er wird durch biologische, hydromorphologische und chemisch-physikalische Qualitätskomponenten definiert.

In diesem Zusammenhang wurden in einer WRRL-Tochterrichtlinie Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik festgelegt. In Anhang X wurden 33 prioritäre Stoffe festgelegt, unter denen prioritäre gefährliche Stoffe besonders hervorgehoben werden, die toxisch, bioakkumulierend und persistent sind oder vergleichbaren Anlass zur Besorgnis geben. In diese letztgenannte Gruppe gehören neben Pestiziden auch Cadmium und Cadmiumverbindungen sowie Quecksilber und Quecksilberverbindungen. Die Einleitungen und Emissionen dieser Stoffe soll innerhalb der kommenden 20 Jahre weitgehend eingestellt werden, so dass sie langfristig nicht mehr in Gewässern und der Meeresumwelt auftreten.

Zur Umsetzung der EU WRRL für Sachsen wurde am 07.12.2004 die Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung (SächsWRRL-VO) erlassen: Diese wurde zwischenzeitlich durch die Oberflächengewässerverordnung abgelöst. Zusammen mit der Grundwasserverordnung legt sie die für Bewertungen erhobener Daten relevanten Umweltqualitätsnormen (UQN) fest. Diese Normen sind in Tabelle 64 dargestellt.

Tabelle 44: UQN der OGewV (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter)

Parameter	Wert	Einheit	Kompartiment	Bezug	Bemerkungen
UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials					
Arsen	40	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Chrom	640	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Kupfer	160	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Zink	800	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Selen	3	µg/l	gelöst	JD	
Silber	0,02	µg/l	gelöst	JD	
Thallium	0,2	µg/l	gelöst	JD	
UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands – UQN prioritäre Stoffe					
Cadmium (UQN-JD)	≤0,08	µg/l	gelöst	JD	HKL 1 (<40 mg/l $CaCO_3$)
Parameter	**Wert**	**Einheit**	**Kompartiment**	**Bezug**	**Bemerkungen**
	0,08	µg/l	gelöst	JD	HKL 2 (<50 mg/l $CaCO_3$)
	0,09	µg/l	gelöst	JD	HKL 3 (<100 mg/l $CaCO_3$)

	0,15	µg/l	gelöst	JD	HKL 4 (<200 mg/l $CaCO_3$)
	0,25	µg/l	gelöst	JD	HKL 5 (≥200 mg/l $CaCO_3$)
Cadmium (UQN – ZHK)	≤0,45	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 1 (<40 mg/l $CaCO_3$)
	0,45	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 2 (<50 mg/l $CaCO_3$)
	0,6	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 3 (<100 mg/l $CaCO_3$)
	0,9	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 4 (<200 mg/l $CaCO_3$
	1,5	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 5 (≥200 mg/l $CaCO_3$)
Blei	7,2	µg/l	gelöst	JD	
Quecksilber	0,05	µg/l	gelöst	JD	
	0,07	µg/l	gelöst	ZHK	
Nickel	20	µg/l	gelöst	JD	

Die Einhaltung dieser Norm ist an Messstellen nachzuweisen, die die Belastungen der Oberflächenwasserkörper repräsentativ abbilden.

OWK stehen gewöhnlich in Wechselwirkung mit dem Grundwasser. Daher können erhöhte Stoffkonzentrationen in GWK Auswirkungen auf das Oberflächenwasser haben. Die relevanten Schwellenwerte für das Grundwasser entsprechend GrWV sind in Tabelle 66 aufgeführt.

Tabelle 45: Schwellenwerte der GrwV (Auszug der im Projekt untersuchten Parameter)

Parameter	Wert	Einheit	Bezug
Arsen	10	µg/l	MW
Cadmium	0,5	µg/l	MW
Blei	10	µg/l	MW
Quecksilber	0,2	µg/l	MW

Ein Schwellenwert gilt an einer Messstelle als eingehalten, wenn das arithmetische Mittel der im Zeitraum von einem Jahr gemessenen Konzentrationen an dieser Messstelle kleiner oder gleich dem Schwellenwert ist.

Durch das LfULG wurden in Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für Wasserkörper, die Qualitätsprobleme aufweisen, erarbeitet. Diese wurden am 22.12.2009 veröffentlicht. Deren Umsetzung soll bis Dezember 2015 zu einem guten ökologischen und chemischen Zustand dieser Wasserkörper führen.

7.3 Gebietsbeschreibung

7.3.1 Übersicht

Schwarzer Elster und Spree sind die wichtigsten Fließgewässer der sächsischen Lausitz. Sie werden im Osten vom EZG der Neiße und im Westen vom EZG der Elbe begrenzt. Die Flächen der EZG in Sachsen betragen 2217 bzw. 2040 km^2 (Abbildung 4).

Die Spree entspringt im Lausitzer Bergland aus drei Quellen nahe der tschechischen Grenze. Über kurze Distanz durchfließt die Spree tschechisches Territorium und bildet die deutsch-tschechische Grenze. Im Oberlauf fließt die Spree über eine Hochfläche und anschließend bei Bautzen ein tief eingeschnittenes Tal, bevor sie unterhalb der Talsperre Bautzen als Tieflandfluss weiterfließt. Wenige Kilometer unterhalb der Talsperre Bautzen zweigt die Kleine Spree nach Westen ab und mündet 30 km weiter bei Spreewitz wieder in den Hauptfluss. Unterhalb des Abzweiges der Kleinen Spree mündet von Osten das Löbauer Wasser sowie bei Sprey der Nebenfluss Schwarzer Schöps, dem 10 km vor der Mündung der Weiße Schöps zufließt.

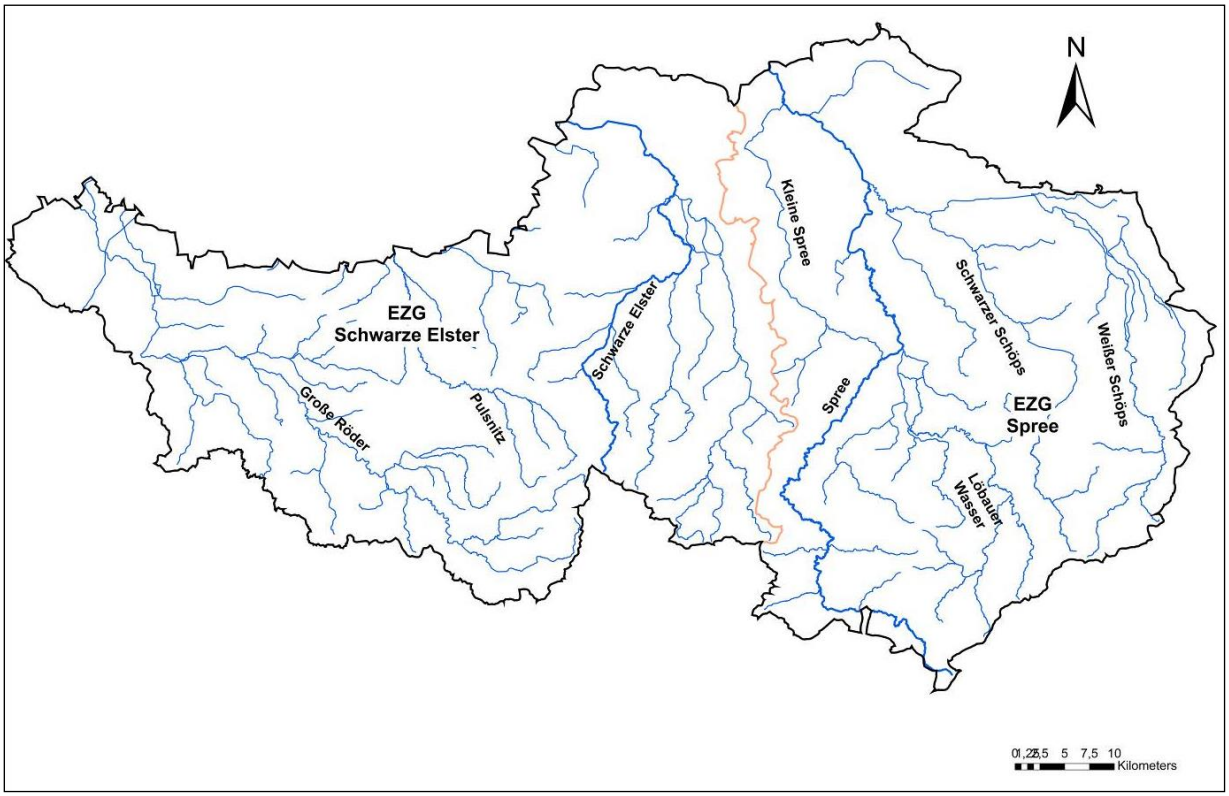


Abbildung 4: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes

Die Schwarze Elster entspringt ebenfalls im Lausitzer Bergland in der Nähe der Ortschaft Kindisch und verlässt bei Fluss-Kilometer 63 Sachsen. Unterhalb Kamenz ist das Flussgebiet vorwiegend durch quartäre Ablagerungen geprägt. Ab Hoyerswerda bis zur Mündung in die Elbe verläuft sie in dem warthezeitlichen Lausitzer Urstromtal. Das Flussbett ist in diesem Bereich in fluvialen Sanden angelegt. Wichtigste Nebenflüsse sind Pulsnitz und Große Röder.

Die Pulsnitz entspringt in der Ortschaft Ohorn, durchfließt u.a. die Königsbrücker Heide und mündet in Brandenburg nahe Elsterwerda in die Schwarze Elster.
Die Quelle der Größen Röder liegt bei Röderbrunn. Sie mündet ebenfalls bei Elsterwerda (Brandenburg) in die Schwarze Elster.

Die Einzugsgebiete von Schwarzer Elster und Spree weisen eine weitgehend ähnliche Charakteristik auf:

- ähnliches Relief
- ähnliche Grundgebirgsgesteine in den Oberläufen
- ähnliche Lockergesteine in den Unterläufen
- sehr gering ausgeprägte Mineralisationen

7.3.2 Geologie

Die Darstellung der geologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes erfolgt nach PÄLCHEN & WALTER(2008) und PÄLCHEN (2009).
Die Gesteine mit der größten flächenmäßigen Verbreitung in der Lausitz sind

- der Lausitzer Grauwackenkomplex
- das Lausitzer Granit-Granodiorit-Massiv
- Lockergesteine des Tertiärs und Quartärs

Der südliche Teil der Lausitz wird vom sog. Lausitzer Granit-Granodiorit-Massiv ptoterozoischen Alters eingenommen. Dieses besitzt eine Fläche von ca. 3350 km^2. Der Komplex besteht aus mehreren Granodiorit- und Granitvarietäten unterschiedlicher Genese. Dabei herrschen Granodiorite bei weitem vor.

Im nördlichen Teil der Lausitz stehen im Untergrund großflächig Gesteine des Lausitzer Grauwackenkomplexes (Lausitzer Hauptgruppe) neoproterozoischen Alters an. Es handelt sich um Folgen von dichten, schiefrigen bis feinkörnigen und teilweise massigen Grauwacken von >2.000 m Mächtigkeit.
Die geologischen Verhältnisse sind in Abbildung 14 ohne känozoische Bedeckung dargestellt.

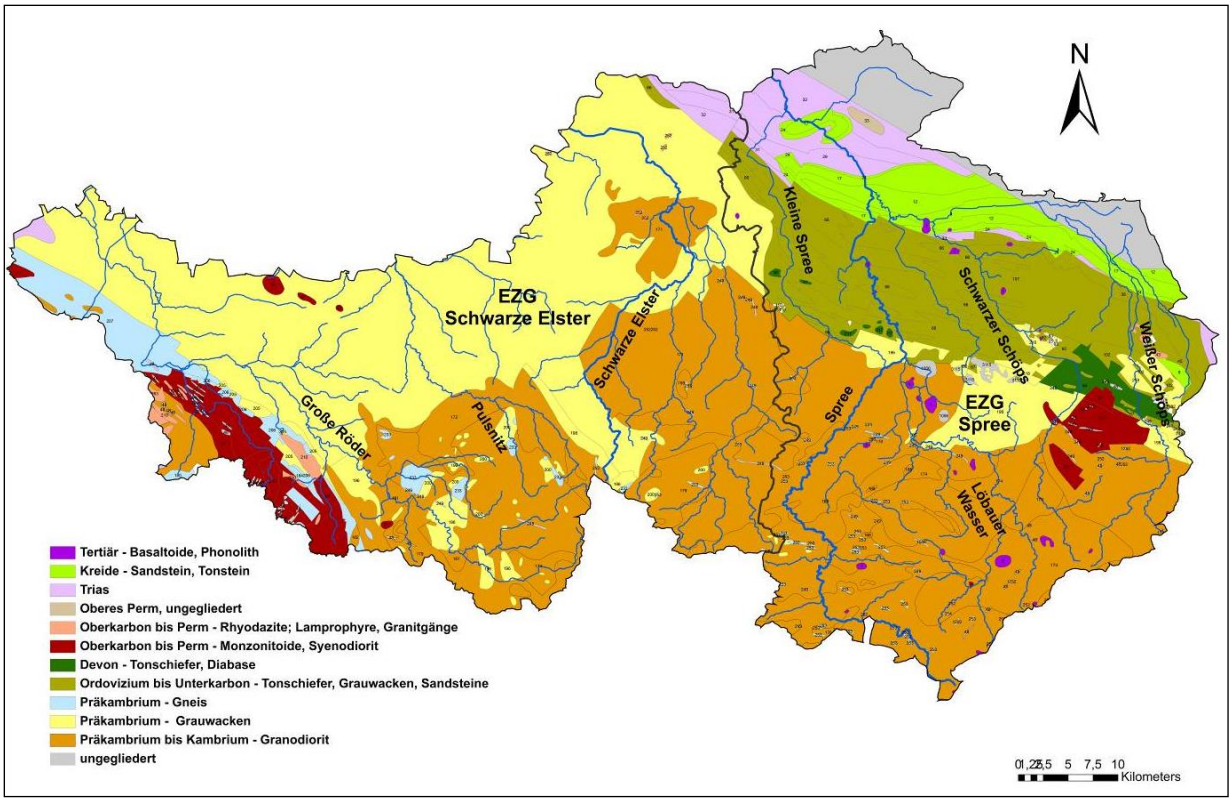


Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes ohne känozoische Sedimente (Basis: GK100(L-J-K)

Lockergesteine des Tertiärs bilden besonders im Nordteil des Untersuchungsgebietes eine bis ca. 200 m mächtige miozäne Sedimentserie. Es handelt sich dabei vor allem um Sande, Schluffe und Tone mit Braunkohleflözen. Die intensive Gesteinsverwitterung unter subtropischen Klimaverhältnissen des Tertiärs ließ Kaolin-, Ton- und Quarzvorkommen entstehen.

Weite Teile des Untersuchungsgebietes weisen eine quartäre Bedeckung auf. Dabei herrschen die Bildungen der glazialen Serie vor:

- Endmoränen, d.h. aufgestauchte und aufgeschüttete Wälle an der Stirnseite der Endlage der Inlandvereisung
- Sander, die durch Sedimentation der Schmelzwässer, die von den Endmoränen abflossen, entstanden sind.
- Urstromtäler, die Ost-West gerichtet sind und als Abflussbahnen für die Schmelzwässer dienten.•
- Glaziale Hochflächen im Hinterland der Endmoränen, auf denen die ausgetauten Grundmoränen lagern und in denen sich später eiszeitliche Seen oder Becken herausbildeten

Im Holozän entstanden die Flussauen der heutigen Spree und der Schwarzen Elster. Gleichzeitig begann die Herausbildung der rezenten Böden.

Eine Übersicht gibt Abbildung 6.

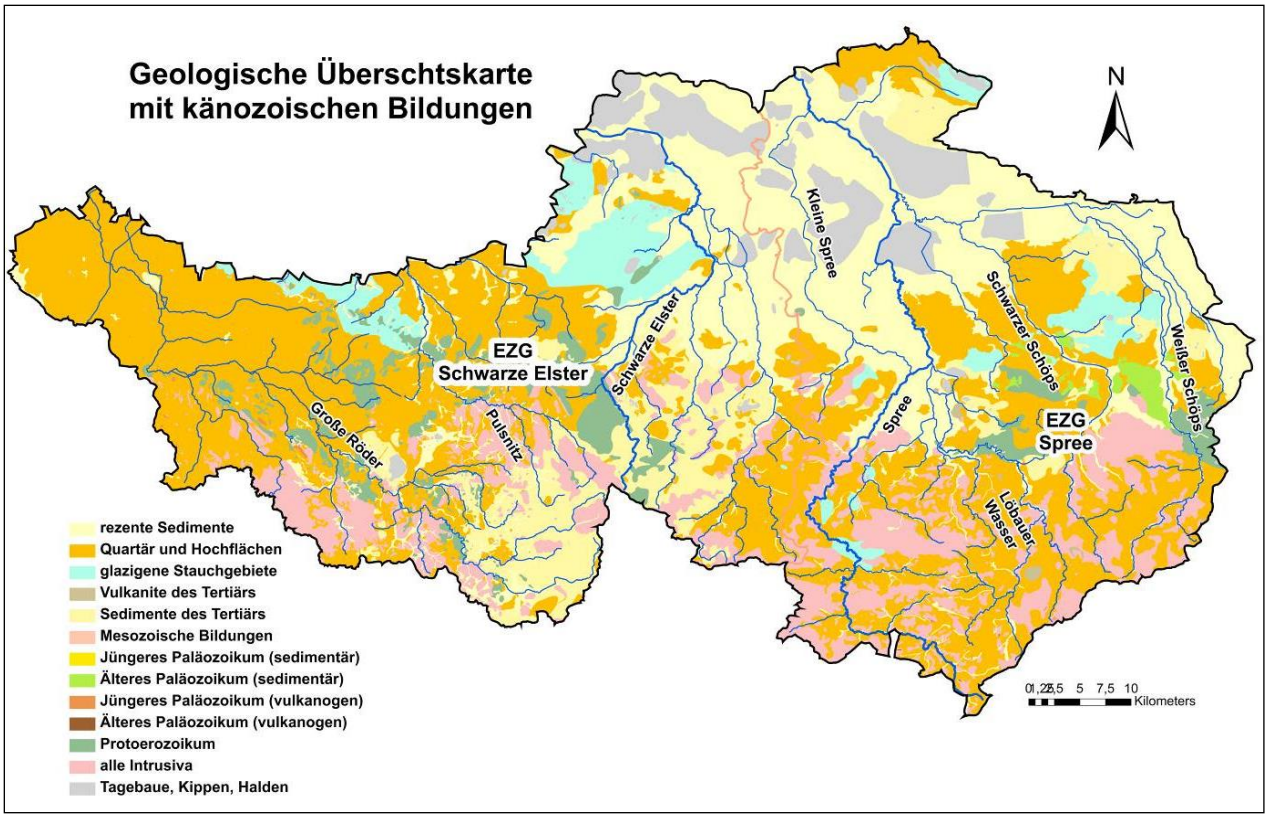


Abbildung 6: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes (Basis: GÜK400 des Freistaates Sachsen)

Lithogeochemie

Die lithogeochemischen Verhältnisse wurden dem Geochemischen Atlas von Sachsen (KARDEL et al. 1996) sowie PÄLCHEN (2009) entnommen.

Die EZG von Schwarzer Elster und Spree sind lithogeochemisch relativ homogen, da nur wenige Gesteinsgruppen mit größerer Flächenverbreitung auftreten, die vielfach mit Tertiär und Quartär bedeckt sind.
Die Lithogeochemie bildet die Basis die chemische Zusammensetzung der Böden und Oberflächenwässer. Erhöhte Elementgehalte der Gesteine wirken sich auf die Zusammensetzung der Oberflächengewässer vor allem dann signifikant aus, wenn Gesteine mit erhöhten Gehalten große flächenmäßige Verbreitung besitzen und eine anthropogene Freisetzung erfolgt. Letzteres tritt auf, wenn große Gesteinsoberflächen der Verwitterung ausgesetzt werden, z.B. in Tagebauen, Steinbrüchen und Aufhaldungen bzw. Kippen.

Die mittleren Elementgehalte der Gesteine, die in den EZG von Schwarzer Elster und Spree auftreten, sind in Tabelle 68 dargestellt. Zu beachten sind die fehlenden Angaben bei Se und Ag. Auch bei Cd und Zn sind die Angaben lückenhaft.

Tabelle 46: Mittlere Elementgehalte der in den EZG auftretenden petrogeochemischen Einheiten (PÄLCHEN et al. 2009)

Gestein		As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Se	Ag	Tl	Zn	Hg
Ostlausitzer Granodiorit	γδZ	k.A.	17	k.A:	28	**25**	**20**	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Granodiorit (Anatexit)	γδA	**9,5**	**21**	<0,1	**57**	**33**	**36**	k.A.	k.A.	0,5	**80**	0,03
Grauwacken	w	**6**	**18**	<0,1	**56**	**25**	**33**	k.A.	k.A.	0,4	**55**	0,03
Granodiorit	γδ	**15**	**20**	k.A.	28	**21**	16	k.A.	k.A.	0,6	**55**	0,03
Basaltoide	φ	**6,5**	8	0,1	**270**	**60**	**120**	k.A.	k.A.	0,1	**65**	**0,1**
ältere Granite (Granite fluorarm)	γ^1	**5**	**30**	**0,2**	4,5	2	3,5	k.A.	k.A.	**2**	35	**0,07**
Schmelzwasser-ablagerungen	gf	2	12	0,1	17	2,5	3	k.A.	k.A.	0,4	10	0,02
tertiäre Sedimente	TT	**12**	**28**	k.A.	**59**	13	**21**	k.A.	k.A.	k.A.	11	k.A.
pleistozäne Flussterrassen	f^1	**16**	**25**	k.A.	**43**	**20**	16	k.A.	k.A.	0,3	**54**	k.A.
Löß, Lößlehm	e	**8**	**35**	**0,3**	**56**	**15**	18	k.A.	k.A.	0,5	50	0,02
Grundmöräne	gf	**10**	**26**	**0,3**	**45**	12	13	k.A.	k.A.	0,4	49	0,1
Clarke der oberen Kruste		*2*	*17*	*0,1*	*35*	*14*	*19*	*0,05*	*0,07*	*0,75*	*52*	*0,05*

fett: Anreicherung < doppelter Clarkewert **fett unterstrichen**: Anreicherung ≥ doppelter Clarke-Wert

Die lithogeochemischen Bedingungen lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Weit verbreitete Gesteine des Grundgebirges (Granodiorit, Grauwacken) haben relativ geringe SM-Gehalte.
- Es liegt eine weiträumige Bedeckung durch Tertiär und Holozänvor, die geringe SM-Gehalte aufweisen.
- Die Daten zeigen die bekannte nahezu ubiqutäre Anreicherung der Gesteine an Arsen und Blei.
- Stärkere Anreicherungen von Cadmium treten insbesondere in den Quartären Bildungen auf.
- Die Basaltoide zeigen erwartungsgemäß die größte Anreicherung der Elemente Chrom, Kupfer und Nickel. Weitere Anreicherungen von Nickel finden sich in den Lausitzer Granodioriten.

Hinsichtlich der Auswirkungen auf die OWK sind folgende Fakten wesentlich:

- Cd ist in quartären Bildungen(Löß, Lößlehm, Grundmoräne) deutlich angereichert, wahrscheinlich infolge des kalkigen (carbonatreichen) Substrates und des erhöhten Tonmineralanteils. Ähnliches gilt vermutlich für die tertiären Sedimente, auch wenn dazu keine Daten vorliegen.
- Erhöhte Ni-Gehalte finden sich, abgesehen von den Basaltoiden, in den Grauwacken und den daraus entstandenen anatektischen Granodioriten.
- Arsen und Blei sind ubiquitär verbreitet.

- Starke Anreicherungen an Cr, Cu, Ni und Zn finden sich in den Basaltoiden, die jedoch nur geringe flächenhafte Verbreitung besitzen.

Für die Wasserbeschaffenheit der OWK sind vor allem die erhöhten Ni-Gehalte der Granodiorite/Grauwacken und die erhöhten Cd-Gehalte der quartären (und tertiären) Bildungen von Bedeutung. Diese werden insbesondere dann wirksam, wenn große Materialmengen der Verwitterung durch Luft- und Wasserzutritt ausgesetzt werden, wie dies in Tagebauen, Steinbrüchen, Halden und Kippen der Fall ist.

Mineralisationen

Der Kenntnisstand zu Mineralisationen/Vererzungen ist im Gebiet der Lausitz deutlich geringer als in anderen Teilen Sachsens. In beiden Einzugsgebieten finden sich kaum signifikante Vererzungen und demzufolge auch kaum Altbergbau. Recherchiert wurden:

Tabelle 47: Mineralisationen im Einzugsgebiet Schwarze Elster - Spree

Mineralisation	Lage	Einzugsgebiet	Charakteristik	Auswirkungen
Vererzungen (GKZ 2008)				
Sohland	an Grenze zu Tschechien	Spree (Oberlauf)	sulfidische Nickelerze in Randzonen basischer Gesteinsgänge, extensiv verbreitet, größerer Teil des Vorkommens auf tschechischem Gebiet	gering, evtl. Ni-Emissionen
Groß-Radisch		Schwarzer Schöps	Barytgänge größerer Mächtigkeit	keine
Schleife - Graustein	nordwestlich Weißwasser	Spree	Kupferschieferlagerstätte, verdeckt (> 500 m Teufe)	keine
weitere Mineralisationen				
Pyritmineralisation der Lamprophyre	Hochwald	Schwarze Elster	feinverteilte Mineralisation geringer Intensität in den gangförmigen Lamprophyren, Abbau zusammen mit dem Gestein	gering
Mineralisation	**Lage**	**Einzugsgebiet**	**Charakteristik**	**Auswirkungen**
Raseneisensteinvorkommen	auf großen Flächen vorhanden	Schwarze Elster, Spree	extensiv verbreitet, Bergbau bis 1945	keine
extensive Pyritmineralisation der Grauwacken		Schwarze Elster	feinverteilte Mineralisation geringer Intensität in den Grauwacken, Abbau zusammen mit dem Gestein	potenziell groß
Cu-Mn-Altbergbau Rengersdorf		Weißer Schöps	Cu-Mn-Altbergbau	gering

Auswirkungen von Mineralisationen / Vererzungen auf die OWK sind nur zu erwarten, wenn

- die Mineralisation oberflächennah auftritt,

- die Mineralisation eine hohe Intensität bei einer gewissen Mindest-Flächenausdehnung hat,
- eine große flächenmäßige Verbreitung vorliegt,
- eine „anthropogene Freisetzung“ durch den Abbau erfolgt.

Im Untersuchungsgebiet sind hinsichtlich der Auswirkungen auf die OWK folgende Fakten wesentlich:

- Oberflächennahe Vererzungen größeren Umfangs existieren im Untersuchungsgebiet nicht.
- Potenzielle Bedeutung hat nur die extensive Pyritmineralisation in den Grauwacken.

Hinsichtlich einer Schwermetallbelastung kann aus den genannten Gründen lediglich die extensive Pyritmineralisation der Grauwacken bedeutsam sein. Diese wird nur wirksam, wenn eine anthropogene Freisetzung“ durch Gesteinsabbau in Tagebauen/Steinbrüchen verbunden mit der Schüttung entsprechender Abraumhalden erfolgt.

7.3.3 Boden

In Tabelle 71 sind die Bodenregionen des Untersuchungsgebietes aufgeführt. Es handelt sich dabei vor allem um Böden der Gerg- und Hügelländer, Böden in Lößgebieten und Böden der Altmoränenlandschaften.

Tabelle 48: Bodenregionen in den EZG von Schwarzer Elster und Spree (KARDEL et al. 1996)

Fließgewässerabschnitt (bezogen auf Sachsen)	**Bodenregion**	**Zuordnung**
EZG Spree		
Oberlauf der Spree	Oberlausitzer Bergland	Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten
Mittellauf der Spree	Bautzener Lößhügelland	Böden der Löß- und Sandlößlandschaften
Oberlauf von Löbauer Wasser, Schwarzem und Weißem Schöps	Oberlausitzer Lößhügelland	Böden der Löß- und Sandlößlandschaften
Unterlauf von Spree, Löbauer Wasser, Schwarzem und Weißem Schöps	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet, Muskauer Heide	Böden der Altmoränenlandschaften
Fließgewässerabschnitt (bezogen auf Sachsen)	**Bodenregion**	**Zuordnung**
EZG Schwarze Elster		
Oberlauf der Schwarzen Elster	Oberlausitzer Bergland Bautzener Lößhügelland Westlausitzer Lößhügelland	Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten Böden der Löß- und Sandlößlandschaften
Unterlauf der Schwarzen Elster, Pulsnitz	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet Königsbrücker Heide	

Große Röder	Westlausitzer Lößhügelland Großenhainer Lößhügelland	Böden der Löß- und Sandlößlandschaften

Aus der Charakteristik der Bodenregionen leiten sich die vorkommenden Bodenarten ab. Die flächenmäßig am weitesten verbreiteten Böden sind in Tabelle 72 aufgeführt.

Tabelle 49: Wichtige Böden im Einzugsgebiet Schwarze Elster – Spree (KARDEL et al. 1996)

Gebiet	vorherrschende Böden
südlicher Bereich des EZG einschließlich Oberlausitzer Bergland	▪ Braunerde aus Hanglehm über mäßig basenreichem metamorphem oder magmatischem Festgestein ▪ Pseudogley aus Löß, tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein ▪ Parabraunerde aus Löß, örtlich über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein
nördlicher Bereich des EZG	▪ Braunerde aus lehmigen periglaziären Sanden über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvisand oder Fluvigeröll ▪ Braunerde-Podsol aus Fluvisand, untergeordnet Schmelzwassersand, lokal von Flugsand überlagert ▪ Gley aus Fluvisand, untergeordnet Schmelzwassersand, lokal von Flugsand überlagert

7.3.4 Grundwasser

Seitens des AG wurden Excel-Dateien mit vorausgewerteten Gütedaten der relevanten GWK der EZG von Schwarzer Elster und Spree übergeben. Tabelle 50 gibt einen Überblick über die Elemente mit erhöhten Gehalten in den betreffenden Messstellen.

Tabelle 50: Wichtige Böden im Einzugsgebiet Schwarze Elster – Spree (KARDEL et al. 1996)

GWK	Auffälligkeiten (2009-2012)	Messstelle	Bemerkungen
EZG Schwarze Elster			
GWK 1-1	keine Auffälligkeiten		
GWK 1-2	As 10 µg/l Ni 12,5 µg/l Pb 7,2 µg/l	Caminau, B 23/07 Räckelwitz,Hy Rä 1/00 Caminau, B 23/07	
GWK	**Auffälligkeiten (2009-2012)**	**Messstelle**	**Bemerkungen**
GWK 2-2	As 14 µg/l **Cd 0,6 µg/l** Cu 48 µg/l **Cd 0,6 µg/l**	Großgrabe, Hy GrgbKa 1/2010 Schwepnitz Schwepnitz Leippe, B 24/07	
GWK 3-3	lNi 11 µg/l	Karswald,Br.III	
GWK 4-2	**Cd 0,8 µg/l** Cu 15 µg7l	Nieska,Hy Fibg 1/94 Nieska,Hy Fibg 1/94	

	Ni 25 µg7l	Nieska,Hy Fibg 1/94	
Spree			
GWK 1-1	Ni 18 µg/l	Ebersbach, Br.3/1959	
GWK 1-2	Cu 14 µg/l Pb 5,2 µg/l Zn 560 µg/l	Spreewiese, Roter Lug,HySdi 22/86 Georgewitz, B 19/07 Spreewiese, Roter Lug,HySdi 22/86	
GWK 2-1	**As 13 µg/l** **Cd 3,8 µg/l** Ni 62 µg/l **Cd 0,6 µg/l** Cu 17 µg7l Ni 23 µg/l	Neudorf/ Spree, B 25/07 Rothenburg-Dunkelhäuser,temp. Rothenburg-Dunkelhäuser,temp. Mücka, B 2/2006 Trebus, Brunnen 2/88 Trebus, Brunnen 2/88	 nur temporär nur temporär
GWK 2-2	**Cd 9,2 µg/l** Ni 65 µg/l	Kodersdorf Kodersdorf	Dammlache Dammlache
GWK 3-1	keine Auffälligkeiten		
GWK 3-2	**Cd 1,0 µg/l** Ni 120 mg/l	Radibor,Hy Ra 1/01 Radibor,Hy Ra 1/01	Kronförstchener Wasser
fett unterstrichen – Überschreitung Schwellenwert GrwV			

Überschreitungen der Schwellenwerte der GrwV treten demnach in GWKSE 2-2 und 4-2 (jeweils Cd), in GWKSP 2-1 (As, Cd) sowie 2-2 und 3-2 (jeweils Cd) auf.

In einer vom AG übergebenen Shape-Datei (RE_GWK_09-12_Cd-Konz_11-12) sind die GWK
SE 2-1
SE 2-2
SE 1-2-1
SE 3-3
SE 3-4
sowie
SP 2-2

mit Überschreitung des Cd-Schwellenwertes vermerkt.

Die Elementkonzentrationen in den Grundwässern wurden in die Auswertung hinsichtlich der OWK einbezogen. Es ergaben sich jedoch keine Hinweise auf eine signifikante Beeinflussung der OWK durch das Grundwasser. Stellenweise ergaben sich Hinweise, dass OWK und GWK durch die gleiche Quelle beeinflusst werden.

7.3.5 Bergbau / Industrie

Durch den AG wurde eine Shape-Datei mit den Tagebauseen und der Landinanspruchnahme durch den Braunkohlenbergbau übergeben. Diese sind in Abbildung 7 dargestellt. Entsprechende Flächen konzentrieren sich in den nördlichsten Bereichen der sächsischen EZG von Spree und Schwarzer Elster. Außerhalb dieser Region liegen die Restlöcher Olbasee und Clara III.

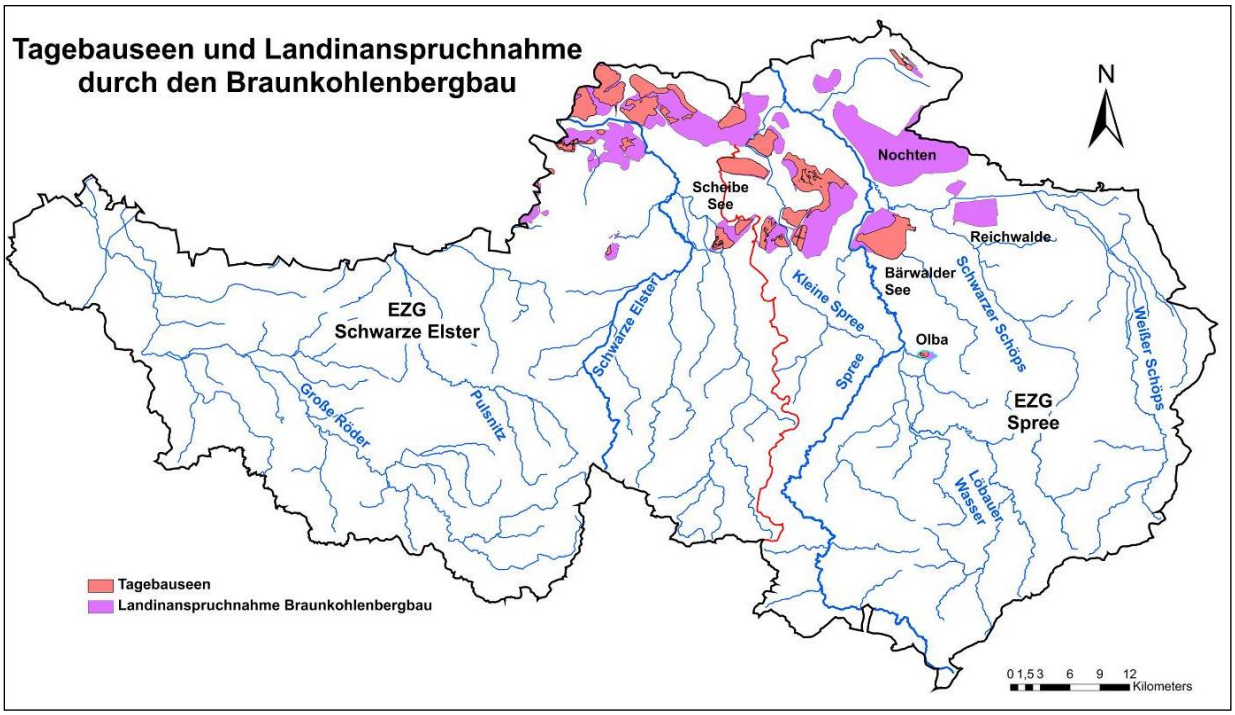


Abbildung 7: Tagebauseen und Landinanspruchnahme durch den Braunkohlenbergbau (aktive Tagebaue, Sanierungsgebiete)

Die Braunkohlenbergbauregionen mit ihren aktiven und stillgelegten Tagebauen, Restseen und Kippen weisen hinsichtlich Schwermetallbelastung von OWK potenziell eine große Bedeutung auf und wurden daher bei der anschließenden Datenauswertung berücksichtigt.

Von den anderen Bergbausparten sind im Untersuchungsgebiet die Gewinnung von Festgestein (Grauwacke, Granodiorit), Sand/Kies sowie Ton/Kaolin von größerer Bedeutung. Insbesondere der aufgehaldete Abraum der Lagerstätten besitzt hinsichtlich Schwermetallen ein Emissionspotenzial.

Signifikanten Untertage-Bergbau mit schwermetallhaltigen Gruben- bzw. Stollnwässer sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.

Industrielle Emissionen außerhalb des Bergbaus wurden hinsichtlich der betrachteten Elemente nicht festgestellt. KARDEL et al. (1996) führen als „potenzielle anthropogene Quellen großflächiger Bodenbelastungen (industrielle Emissionen bis ca. 1990)“ im Untersuchungsgebiet vor allem Großfeuerungsanlagen auf. Diese stellten vor allem Quellen von SO_2 und NO_x sowie Staub dar. Hinsichtlich Schwermetallen sind diese wegen der geringen Gehalte

in den verbrannten Kohlen und deren Aschen sowie der Pufferwirkung der Staubniederschläge nur von geringerer Bedeutung.

7.3.6 Altlasten

Seitens des AG wurden SALKA-Auszüge für die EZG der Spree und der Schwarzen Elster in Sachsen bereitgestellt. Diese enthielten 1169 bzw. 1881Datensätze unterschiedlichster Art. Gemäß der Eintragungen erfolgte in den Altstandorten vor allem Umgang mit organischen Verbindungen, die hinsichtlich Emissionen relevant sein können.

Zur Aufbereitung der Daten für die Auswertung wurden folgende Schritte unternommen:

- Eliminierung der Einträge mit dem Handlungsbedarf „Ausscheiden“ und „Sanierung abgeschlossen“
- Eliminierung der Einträge mit Volumina < 50.000 m^3 (Altlast ist zu klein, um OWK zu beeinflussen)
- Eliminierung Altstandorte, wie Tankstellen, Werkstätten (hauptsächlich Handhabung von organischen Materialien)
- Eliminierung TÜP

Im Ergebnis dessen verblieben 12 bzw. 19 Objekte in der Datei. Diese sind in Abbildung 8 dargestellt.

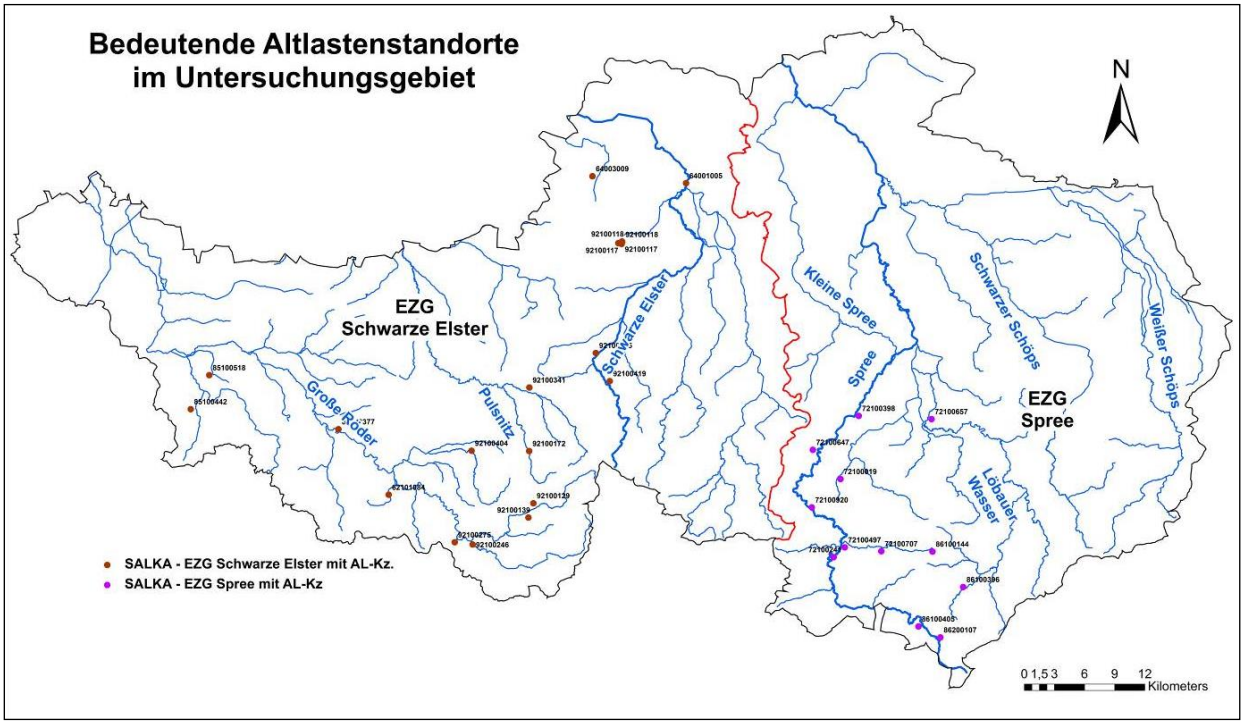


Abbildung 8: Bedeutende Altlastenstandorte im Untersuchungsgebiet

Die Altlastenstandorte wurden in die Auswertung mit einbezogen, es wurden jedoch keine deutlichen Hinweise auf eine Beeinflussung der Wasserqualität der OWK gefunden.

7.4 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände

7.4.1 Verwendete Daten und Materialien

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- OW-Beschaffenheitsdaten EZG Schwarze Elster und Spree 1999 – 2012 (jeweils Wasser und Schwebstoff/Sediment)
- Geologische Übersichtskarte von Sachsen 1992-1995 (GÜK 400)
- Geologische Karte der Lausitz ohne känozoische Bildungen (GK100 L-J-K)
- SALKA-Auszug für die EZG Schwarze Elster und Spree
- Daten des LfULG-Grundwassernetzes
- TK 25
- Shape der Tagebaukippen und Restseen

Für die **Wässer** liegt eine gute Datenbasis vor. Daher wurde aus Gründen der Aktualität der Zeitraum 2010-2012 verwendet.
Für **Schwebstoffe/Sedimente** ist der Datenbestand viel geringer, so dass der Zeitraum seit 2002 verwendet wurde. Es wurden nur Daten der Probenahme mittels Sammelkiste berücksichtigt.
In die Auswertung wurden nur die Daten der Zuflüsse zu Schwarzer Elster und Spree einbezogen. Die Daten der Hauptflussläufe wurden außer Betracht gelassen, da in diesen eine stärkere anthropogene Beeinflussung sowie eine starke Vermischung von Einflüssen zu erwarten ist.

7.4.2 Methodik

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung war es zunächst notwendig, die OWK mit signifikanten Gehalten an Schwermetallen, Arsen und Selen herauszuarbeiten. Anschließend erfolgte eine schrittweise Eliminierung von Messstellen mit anthropogen bedingter Belastung durch Abgleich mit den Daten des SALKA, des Bergbaus und der Industrie.
Ausgangspunkt der Bearbeitung war daher eine statistische Auswertung der OW-Beschaffenheitsdaten. Aus Gründen der Aktualität erfolgte dabei eine Beschränkung auf die Jahre 2010 - 2012. Auf ältere Daten wurde nur zurückgegriffen, wenn aus dem Zeitraum 2010 - 2012 nicht genügend Daten vorahnden waren. Insbesondere im Nordteil des Untersuchungsgebietes werden infolge

- des Betriebs des bestehenden Braunkohlenbergbaus
- der Sanierung des historischen Braunkohlenbergbaus
- der Arbeiten zur Landschafts-Renaturierung einschließlich Flutung

häufig Änderungen an den Wasserläufen vorgenommen.

Die Bearbeitung erfolgte in den Schritten:

- Festlegung von geologisch ausreichend homogenen Teil-EZG anhand der recherchierten geologischen Daten
- Extraktion der relevanten hydrogeochemischen Daten aus den Datenbanken „EZG Spree“ und „EZG Schwarze Elster“ der OW-Beschaffenheitsdaten

- Einbeziehung der Elemente As, Hg, Cd, Ni, Pb, Cu, Se, Ag, Tl, Zn sowie Fe (Einfluss des Braunkohlenbergbaus) und Ca (Beurteilung der Cd-Konzentrationen auf Basis der CaCO3-Konzentration)
- statistische Auswertung der Wasser- und Sedimentdaten für die relevanten Messstellen: Probenzahl, Minimum, Maximum, Mittelwert, 90-Perzentil
- Ordnen der Daten nach den festgelegten Teil-EZG
- Berechnung der 90-Perzentile für die Teil-EZG aus den Mittelwerten als „vorläufige P90-Werte“
- Herausarbeiten der Messstellen mit erhöhten Werten für die „Gelöst“-Gehalte, da für die Gesamtgehalten zu wenig Datensätze vorlagen
  Reihenfolge: Werte >= QN-JD der OGewVO → Werte >= P90 des Teil-EZG → Werte > Mittelwert des Teil-EZG
- Abgleich der Messstellen mit erhöhten Werten mit den recherchierten Mineralisationen, Bergbau, SALKA-Daten, Grundwasserdaten und bestehenden Industrien, um anthropogene Quellen auszuschließen
- Eliminieren der Messstellen mit anthropogenem Einfluss aus den Datensätzen
- Berechnung der endgültigen P90-Werte für die Teil-EZG als Maß für den geogenen Hintergrund

7.4.3 Korngrößen der Sedimente

Ab 2012 wurde in Sachsen auf Empfehlung der EU WRRL (Wasserrahmenrichtlinie) die Untersuchung von Schwebstoffen bzw. schwebstoffbürtigem Sediment generell für alle Parameter von der Fraktion < 20 µm- auf die < 63 µm umgestellt. Dies schränkt potenziell die Vergleichbarkeit der vor bzw. ab 2012 erhobenen Sedimentdaten ein.
Seitens der BfUL wurden aus Vergleichsuntersuchungen beider Fraktionen für die Messstelle Schmilka/Elbe Umrechnungsfaktoren für einige Parameter abgeleitet. Für die Messjahre 2010 und 2011 zeigte sich, dass das Verhältnis der Metallgehalte der 20 µm - zur 63 µm - Fraktion davon abhängig ist, wie hoch der prozentuale Anteil der 20 µm - Fraktion an der Gesamtprobe und somit auch an der 63 µm - Fraktion ist (Rohde (2013)).
Folgende Aspekte sind von Bedeutung:

- Umrechnungsfaktoren liegen nur für As und Cu sowie partiell für Cr und Zn vor
- Die Faktoren sind nur für die Messstelle Schmilka berechnet, die Gültigkeit für andere, insbesondere kleine Fließgewässer ist nicht nachgewiesen

Für die Umrechnung der Elementgehalte der Fraktion <0,02 auf die der Fraktion <0,063 mm sind drei Wege denkbar:

- Verzicht auf eine Umrechnung (Gehalt <0,02 mm = Gehalt <0,063 mm)
- Umrechnung mit den Faktoren für die Element entsprechend dem Masseanteil der Fraktion <0,02 mm (Tabelle 51)
- Umrechnung mit gemittelten Faktoren (Tabelle 74)

In Tabelle 51 sind die Umrechnungsfaktoren nach den Angabe der BfUL aufgeführt. Bei fehlender Vorgabe wurden die Faktoren nach chemischen Analogien geschätzt.

Tabelle 51: Ergänzte Umrechnungsfaktoren für die Schwebstoffanalysen in Abhängigkeit vom Anteil der Fraktion <0,02 mm

Parameter	Anteil < 20 µm ca. 50%	Anteil < 20 µm 70-80%	Anteil < 20 µm >90%	Begründung
Arsen	**0,82**	**0,94**	**1,0**	BfUL
Blei	*0,82*	*0,94*	*1,0*	analog Cu
Cadmium	*0,77*	*0,91*	*1,0*	analog Zn
Chrom	**0,74**	**0,9**	*1,0*	BfUL / analog Fe
Eisen	*0,82*	*0,94*	*1,0*	analog As
Kupfer	**0,82**	**0,94**	**1,0**	BfUL
Nickel	*0,82*	*0,94*	*1,0*	analog Cu
Thallium	*0,82*	*0,94*	*1,0*	analog Cu
Parameter	**Anteil < 20 µm ca. 50%**	**Anteil < 20 µm 70-80%**	**Anteil < 20 µm >90%**	**Begründung**
Zink	**0,77**	**0,91**	*1,0*	BfUL / analog Cu
Quecksilber	*0,82*	*0,94*	*1,0*	analog Cu

fett: Vorgabe der BfUL (Rohde 2013) kursiv: eigene Annahmen

In Tabelle 74 sind die mittleren Umrechnungsfaktoren für die Sedimentfraktionen dargestellt.

Tabelle 52: Mittlere Umrechnungsfaktoren

Parameter	mittlerer Faktor
Arsen	0,9
Blei	0,9
Cadmium	0,85
Chrom	0,8
Eisen	0,9
Kupfer	0,9
Nickel	0,9
Thallium	0,9
Zink	0,85
Quecksilber	0,9

Für das EZG Schwarze Elster wurde ein Vergleich der Umrechnungsarten durchgeführt (Tabelle 53):

1. nicht umgerechnete Werte
2. mit den ergänzten korngrößenabhängigen Faktoren der BfUL umgerechnet
3. mit den mittleren Faktoren umgerechnet.

Tabelle 53: Vergleich der Umrechnungsergebnisse 0,02 µm → 0,063 µm nach den drei Verfahren

Pos.	Art der Berechnung	P90 (mg/kg)									
		As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Zn	Hg
1.	Berechnung aus den nicht umgerechneten Werten, daher gemischte Korngrößen	31	113	8,1	76	56.150	86	73	0,60	612	0,55
2	Berechnung aus den mit den BfUL-Faktoren entsprechend der Korngrößen umgerechneten Werten	26	104	6,5	59	47.798	83	67	0,56	497	0,51
3	Berechnung aus den mit mittleren Faktoren umgerechneten Werten	28	102	6,9	61	50.535	77	66	0,54	520	0,51
	Abweichung zwischen 1 und 2 (%)	**5,6**	**-1,5**	**5,4**	**2,2**	**5,4**	**-6,7**	**-1,3**	**-3,3**	**4,4**	**0,6**

Der Vergleich zeigt, dass die nicht umgerechneten Werte (Pos. 1) erwartungsgemäß stärker nach oben abweichen. Die Ergebnisse mit den korngrößenabhängigen (Pos 2) und den mittleren (Pos 3) Faktoren stimmen hingegen recht gut überein (Abweichung -3,3 bis +6,7 %). In Anbetracht der generell beträchtlichen Unsicherheiten bei der Faktorberechnung werden die mittleren Faktoren für die Umrechnung als völlig ausreichend angesehen.
Die Berechnungen zu den Sedimenten (Abschnitte und 0 wurden daher mit den mittleren Faktoren durchgeführt.

7.4.4 Teil-Einzugsgebiete

Die EZG von Schwarzer Elster und Spree wurden nach den geologischen Bedingungen in Teil-EZG, von denen eine weitgehende Homogenität angenommen werden kann, unterteilt. Abbildung 9 zeigt die vorgenommene Einteilung.

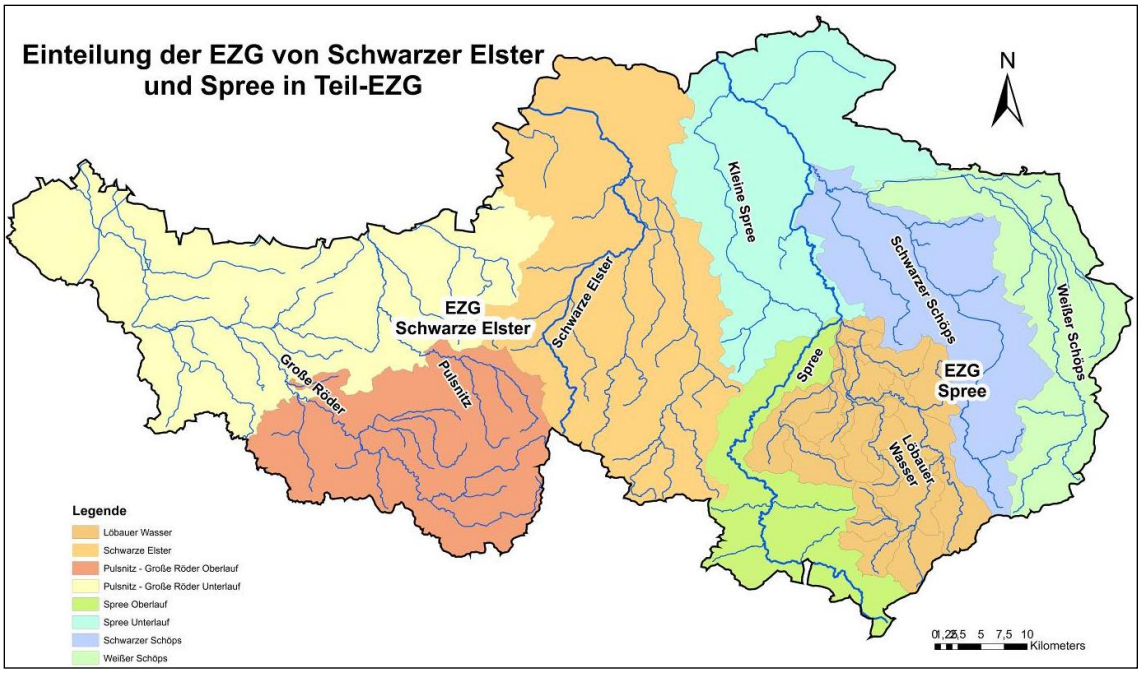


Abbildung 9: Teil-Einzugsgebiete für die statistische Datenauswertung

Spree

Das EZG der Spree wurde in die Teil-EZG

- Spree bis Einmündung Löbauer Wasser
- Löbauer Wasser bis Mündung
- Schwarzer Schöps bis Einmündung Weißer Schöps
- Weißer Schöps bis Mündung
- Nordteil des Spree-EZG unterhalb Löbauer Wasser und Weißer Schöps

unterteilt.

Die ersten vier sind dadurch gekennzeichnet, dass aus geologischer Sicht im Untergrund bzw. an der Oberfläche proterozoische Gesteine (Grauwacke bzw. Granodiorit) vorherrschen. Auf den Hochflächen treten verbreitet quartäre Bildungen auf. Die Flüsse haben sich deutlich in die Hochflächen eingeschnitten, häufig bis zum Grundgebirge.

Der Nordteil des EZG der Spree ist durch tertiäre Ablagerungen geprägt. In diesen treten die Braunkohlenlagerstätten auf, die auf großen Flächen abgebaut wurde, so dass die geologischen Bedingungen auf großen Flächen anthropogen gestört sind.

Schwarze Elster

Im EZG der Schwarzen Elster ist zu beachten, dass die Hauptflüsse Schwarze Elster, Pulsnitz und Große Röder erst jenseits der Landesgrenze zusammenfließen. Daher haben diese OWK auf sächsischem Gebiet keine Verbindung.

Das EZG der Schwarzen Elster wurde in folgende Teil-EZG unterteilt:

- Pulsnitz – Große Röder Oberlauf

- Pulsnitz – Große Röder Unterlauf
- Schwarze Elster

Im Teil-EZG Oberlauf von Pulsnitz und Großer Röder herrschen dabei proterozoische Granodiorite vor, die teilweise von tertiären und quartären Bildungen überdeckt sind.
Das Teil-EZG Unterlauf von Pulsnitz und Großer Röder wird hingegen von Grauwacken unter tertiärer und/oder quartärer Bedeckung geprägt. Am Südwestrand treten Bildungen des Elbtalschiefergebirges, u.a. Monzonitoide auf.
Im Teil-EZG der Schwarzen Elster treten im Oberlauf vor allem proterozoische Granodiorite, im Unterlauf Grauwacken auf. Imm Oberlauf herrscht eine tertäre und quartäre Bedeckung geringerer Mächtigkeit vor, während im Unterlauf Tertiär großer Mächtigkeit mit Braunkohlenlagerstätten und Tagebau/Kippen-Gebieten ausgebildet sind. Daneben finden sich glazigene Bildungen in größerer Verbreitung.

7.4.5 Auswertung EZG Spree

Härteklasse

Zur Festlegung der anzuwendenden UQN für Cd wurden für die Teil-EZG aus den mittleren Ca-Konzentrationen die $CaCO_3$-Werte und damit die Härteklasse der Wässer ermittelt (Tabelle 77).

Tabelle 54: Ermittlung der Härteklassen in den Teil-EZG zur Einstufung hinsichtlich Cadmium

Teil-EZG	MW Ca-Konzentration	MW CaCO3-Konzentration	HKL
Spree bis Einmündung Löbauer Wasser	34	85	3
Löbauer Wasser bis Mündung	55	138	4
Schwarzer Schöps bis Einmündung Weißer Schöps	40	100	4
Weißer Schöps bis Mündung	50	123	4
Nordteil des Spree-EZG unterhalb Löbauer Wasser und Weißer Schöps	62	155	4

Damit beträgt die Härteklasse überwiegend 4, welche der Einstufung für die Bewertung des Cadmiums im EZG der Spree zugrunde gelegt wurde. Als UQN für Cd ergeben sich:

UQN-JD **0,15 µg/l**
UQN-ZHK **0,9 µg**/l

Wassergüte

Anlage 1 zeigt die statistische Auswertung der Wasserdaten des EZG der Spree nach den OBF-Messstellen in den Teil-EZG. Erhöhte Werte (>UQN-JD und >P90) wurden markiert. Die Messstellen mit erhöhten Werten sind nochmals in Tabelle 80 zusammengefasst.

Tabelle 55: Messstellen mit Gehalten >P90 des jeweiligen Teil-EZG der Spree (gelöste Gehalte)

Gewässer	MKZ (OBF)	As	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Hg
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Teil-EZGSpree Oberlauf									
Kaltbach	21610	<0,5	<0,2	0,04	0,05	**2,78**	2,42	12,54	-
Beiersdorfer Wasser/Alter Graben	21420	<0,5	<0,2	**0,15**	0,09	2,60	1,81	11,97	**0,03**
Rosenbach	21410	0,58	0,37	<0,03	**0,14**	2,57	2,78	7,02	0,02
Ritterbach / Jirikovski Potok	21430	**1,29**	0,45	0,03	0,05	1,34	2,35	10,05	<0,02
Butterwasser	21700	0,56	0,25	0,03	0,04	2,02	2,92	**15,67**	-
Sohlander Dorfbach	21500	<0,5	**0,48**	0,03	0,02	<2	2,43	13,52	-
Kothe	20101	<0,5	0,31	**0,06**	0,04	<2	**4,19**	6,08	-
Teil-EZG Löbauer Wasser									
Albrechtsbach	23500	0,55	<0,2	0,03	0,11	2,15	3,86	**12,34**	0,02
Drehsaer Wasser	23113	**0,75**	<0,2	<0,03	0,03	<2	3,70	6,74	-
Littwasser	22900	0,73	**0,26**	<0,03	0,18	**2,78**	2,03	5,48	-
Litte	22850	0,67	<0,2	<0,03	**0,20**	2,67	2,41	5,10	-
Cunnersdorfer Wasser	22810	0,56	<0,2	0,03	0,03	**3,43**	**9,47**	8,59	-
Löbauer Wasser	22800	0,58	0,20	<0,03	0,16	2,32	5,09	**13,76**	<0,02
Zufluss Olbasee Ost	22714	0,59	<0,2	0,04	**27,45**	<2	4,90	11,10	-
Dubrauke	22713	0,83	<0,2	0,04	0,15	<2	**7,87**	10,43	-
Altes Fließ	22711	0,57	<0,2	**0,08**	0,20	2,31	**11,13**	**18,35**	<0,02
Buchholzer Wasser	22701	<0,5	<0,2	**0,22**	**1,23**	2,58	**72,42**	**163,42**	-
Teil-EZG Schwarzer Schöps									
Reichenbacher Wasser	24200	0,61	<0,2	**0,18**	0,15	2,52	3,79	18,61	-
Zufluss TS Quitzdorf	23703	<0,5	<0,2	**0,35**	0,22	3,12	12,00	20,67	-
Teil-EZG Weißer Schöps									
Gertiggraben	25501	0,89	0,22	0,09	0,70	<2	6,82	**41,25**	0,02
Pfaffendorfer Wasser	25300	**1,09**	**0,37**	0,04	0,10	2,90	3,11	7,33	0,02
Weißer Schöps	25000	0,54	<0,2	0,05	0,32	**3,04**	5,98	14,56	-
Großer Graben	24807	<0,5	<0,2	**0,20**	0,34	2,62	6,57	16,83	**0,04**
Dammlache	24805	<0,5	<0,2	**0,15**	0,27	2,40	5,65	12,10	0,02
Großer Graben	24801	<0,5	<0,2	0,09	**0,76**	2,59	**7,18**	17,67	0,02
Teil-EZG Spree Unterlauf									
Struga	26200	**2,24**	<0,2	**0,09**	**37,85**	<2	**25,56**	**55,53**	<0,02
Struga	26050	1,00	**0,68**	**0,10**	0,95	<2	6,80	**26,75**	-
Struga	25950	1,15	**0,58**	0,06	**3,28**	<2	6,35	**26,00**	-
Struga	25900	<0,5	0,48	**0,51**	0,24	<2	**11,58**	**38,00**	**0,03**

Zufluss Badesee Halbendorf Ost	25802	**3,18**	**4,35**	**0,18**	**13,75**	**3,65**	**26,33**	**115,83**	-
Zufluss Badesee Halbendorf Nord	25801	<0,5	0,57	<0,03	**5,92**	**3,78**	5,10	20,33	-
Kronförstchener Wasser	22150	<0,5	<0,2	**0,07**	0,22	2,55	**8,43**	12,34	<0,02
Kleine Spree	22101	**2,51**	<0,2	<0,03	2,59	<2	**9,11**	10,60	-
Kleine Spree	22100	**2,99**	<0,2	<0,03	**8,09**	<2	**17,85**	21,85	<0,02
Kleine Spree	21951	0,56	<0,2	<0,03	0,08	**3,42**	2,52	5,59	-
WW Graben	21909	**1,18**	<0,2	<0,03	0,35	<2	1,15	3,45	-

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Die Messstellen mit Überschreitungen der UQN-JD in der Wasserphase sind in Tabelle 56 aufgeführt. Außerdem ist die mögliche Ursache vermerkt.

Tabelle 56: Wasser-Messstellen mit Überschreitung der UQN-JD in den Teil-EZG der Spree

Gewässer	MKZ (OBF)	Parameter mit Überschreitung der UQN-JD	mögliche Ursache
Teil-EZGSpree Oberlauf			
Beiersdorfer Wasser/Alter Graben	21420	Cd	am Oberlauf Tagebau Lauba
Teil-EZG Löbauer Wasser			
Buchholzer Wasser	22701	Cd, Ni	Tontagebau Buchholz, Kiestagebau Buchholz/Tetta
Teil-EZG Schwarzer Schöps			
Reichenbacher Wasser	24200	Cd	im N Granittagebau Arnsdorf-Melraune
Zufluss TS Quitzdorf	23703	Cd	nicht zu erkennen
Teil-EZG Weißer Schöps			
Großer Graben	24807	Cd	nicht zu erkennen
Dammlache	24805	Cd	Tongrube Kodersdorf, Sandgrube Kaltwasser
Teil-EZG Spree Unterlauf			
Struga	26200	Ni	Tagebau Nochten, Außenhalde
Struga	25900	Cd	(ehemaliger) Braunkohlenbergbau
Zufluss Badesee Halbendorf Ost	25802	Cd, Ni	(ehemaliger) Braunkohlenbergbau

Darüber hinaus treten an drei Messstellen der Struga und des Kronförstchener Wassers im Mittelwert Überschreitungen der UQN-JD bei Ag auf. Diese Mittelwerte liegen jedoch unter der BG des Labors, welche mit 0,1 µg/l deutlich über der UQN von 0,02 µg/l liegt. Die Werte sollten bei künftigen Untersuchungen mit niedrigerer BG überprüft werden und bleiben hier außer Betracht.

Der Überblick verdeutlicht, dass von den Schwermetallen nur Cd und Ni mit Überschreitungen der UQN-JD auffällig sind. Die Ursachenrecherche (Anlage 2) zeigte, dass sich in den meisten Fällen im EZG Objekte des ehemaligen oder bestehenden Bergbaus finden.

Sediment

Die statistische Auswertung der Sedimentdaten aus dem EZG der Spree (Probenahme mit Sammelkiste) ist in Anlage 3 dargestellt. Wegen der begrenzten Anzahl relevanter Messstellen wurden bei den Sedimenten die Messstellen des gesamten EZG Spree ohne Unterteilung in Teil-EZG ausgewertet. Der Zeitraum beträgt 2005 – 2012. Die Daten vor 2012 wurden entsprechend Abschnitt 8.4 über die mittleren Faktoren von 0,02 mm auf 0,063 mm umgerechnet.

Überschreitungen von UQN gibt es nur bei As. Die betreffenden Messstellen sind in dargestellt.

Tabelle 57: Sediment-Messstellen mit Überschreitung der UQN im EZG Spree

Gewässer	MKZ	Ort	As (mg/kg)
Struga	OBF26200	Neustadt	62,50
Struga	OBF25900	Trebendorf	104,57
Kleine Spree	OBF22100	Spreewitz	53,80

7.4.6 Auswertung EZG Schwarze Elster

Wasser

Zur Festlegung der anzuwendenden UQN für Cd wurden für die Teil-EZG aus den mittleren Ca-Konzentrationen die $CaCO_3$-Werte und damit die Härteklasse der Wässer ermittelt (Tabelle 58).

Tabelle 58: Ermittlung der Härteklassen in den Teil-EZG zur Einstufung hinsichtlich Cadmium

Teil-EZG	MW Ca-Konzentration	MW CaCO3-Konzentration	HKL
Schwarze Elster	62	154	4
Pulsnitz und Große Röder Oberlauf	39	97	3
Pulsnitz und Große Röder Unterlauf	48	119	4

Damit beträgt die Härteklasse überwiegend 4, welche der Einstufung für die Bewertung des Cadmiums im EZG der Spree zugrunde gelegt wurde. Als UQN für Cd ergeben sich:

UQN-JD 0,15 µg/l
UQN-ZHK 0,9 µg/l

Die UQN sind hinsichtlich Cadmium in den EZG Spree und Schwarze Elster gleich.

Anlage 3 zeigt die statistische Auswertung der Wasserdaten des EZG der Schwarzen Elster nach den OBF-Messstellen in den Teil-EZG. Dabei wurden erhöhte Werte (>UQN-JD und >P90) markiert. Die Messstellen mit erhöhten Werten sind nochmals in Tabelle 59 zusammengefasst.

Tabelle 59: Messstellen mit Gehalten >P90 des jeweiligen Teil-EZG der Schwarzen Elster (gelöste Gehalte)

Gewässer	MKZ (OBF)	As	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Hg
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Teil-EZG Schwarze Elster									
Koblenzer Graben	28112	**0,98**	<0,2	<0,03	0,24	<2	**5,38**	3,42	-
Zufluss SP Knappenrode	28111	0,81	<0,2	<0,03	**0,36**	**2,52**	2,44	11,22	-
Doberschützer Wasser	28203	0,63	<0,2	<0,03	0,18	**2,75**	1,79	5,30	-
Schwarzwasser	28101	**0,87**	<0,2	<0,03	0,22	<2	1,62	15,18	-
Schwarzwassergraben	28201	0,54	<0,2	<0,03	0,09	<2	3,03	**20,65**	0,02
Schleichgraben	27800	<0,5	<0,2	**0,08**	0,08	<2	**15,05**	**36,35**	0,02
Vincenzgraben	27702	**1,07**	**1,40**	**1,07**	**13,67**	**9,53**	**273,33**	**693,33**	-
Vincenzgraben	27700	0,75	**0,57**	**0,54**	**5,12**	**4,53**	**122,17**	**344,75**	-
Klosterwasser	27500	0,57	<0,2	0,03	0,11	<2	3,36	**48,40**	-
Langes Wasser	26301	<0,5	**0,36**	**0,05**	0,07	2,04	**4,60**	10,32	<0,02
Rocknitzgraben	26401	**0,85**	<0,2	<0,03	**0,70**	**2,53**	**6,06**	7,75	-
Schwosdorfer Wasser	27100	<0,5	<0,2	**0,04**	0,05	<2	3,53	4,50	**0,03**
Schwosdorfer Wasser	27201	0,61	<0,2	**0,05**	0,19	**2,44**	**5,98**	11,66	-
Puschwitzer Wasser	27891	0,63	<0,2	**0,09**	**0,58**	<2	**7,38**	**20,77**	-
Puschwitzer Wasser	27905	0,61	<0,2	**0,09**	0,38	2,12	**8,85**	**20,50**	-
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Oberlauf									
Große Röder	29200	<0,5	0,23	0,05	0,05	2,90	5,53	**15,81**	-
Steinbach	29211	<0,5	**0,31**	**0,11**	0,14	<2	**5,68**	9,15	0,02
Große Röder	29800	0,74	**0,28**	0,06	0,11	2,68	3,78	7,40	-
Heidewiesenbach	29801	**0,99**	<0,2	0,03	**0,73**	<2	4,72	6,76	0,02
Jähnertbach	30901	**1,16**	**0,32**	<0,03	0,15	2,09	1,78	3,31	-
Kleine Röder	30700	0,61	<0,2	0,07	**0,25**	2,74	3,95	10,86	0,02
Orla	30623	<0,5	0,25	0,06	0,17	**3,61**	3,28	6,50	**0,05**
Roter Graben	30800	0,72	<0,2	**0,14**	0,17	3,26	4,24	13,72	-
Schwarze Röder	30501	0,88	**0,27**	**0,11**	**0,22**	**3,52**	**6**	**16,57**	-
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Unterlauf									
Pulsnitz	28750	<0,5	<0,2	0,03	0,06	2,30	2,46	8,07	**0,03**
Saleskbach	28350	0,55	<0,2	0,04	0,33	<2	6,15	**18,73**	0,02
Schönbach	28355	0,50	<0,2	**0,09**	**0,73**	**2,75**	**8,45**	12,17	-
Wasserstrich	28351	<0,5	**0,25**	0,03	0,38	<2	6,03	9,45	0,02
Wasserstrich	28354	<0,5	<0,2	**0,10**	0,15	**2,74**	**7,65**	14,76	<0,02
Dobrabach	30940	**1,05**	<0,2	0,07	**1,50**	<2	5,03	8,63	-
Dobrabach	30950	**1,23**	<0,2	0,05	0,09	<2	3,12	15	**0,07**
Gewässer	**MKZ (OBF)**	**As**	**Pb**	**Cd**	**Fe**	**Cu**	**Ni**	**Zn**	**Hg**
Heidelache	29803	**1,49**	<0,2	**0,20**	0,13	**6,21**	**23,69**	**23,65**	0,02
Heidelache	29805	<0,5	<0,2	0,03	0,04	**3,55**	2,60	7,45	-
Kaltenbach	30955	<0,5	**0,28**	**0,21**	0,29	<2	6,53	**19,79**	<0,02

Linzer Wasser	28803	<0,5	<0,2	**0,09**	0,17	<2	**7,02**	**16,02**	**0,03**
Luggraben	28751	**1,08**	**0,55**	0,05	**0,78**	2,53	3,62	12,15	0,02
Quersabach	30958	0,61	<0,2	<0,03	0,21	<2	**10,69**	**22,20**	-

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Die Messstellen mit Überschreitungen der UQN-JD in der Wasserphase sind in Tabelle 60 aufgeführt. Außerdem ist die mögliche Ursache vermerkt.

Tabelle 60: Wasser-Messstellen mit Überschreitung der UQN-JD in den Teil-EZG der Schwarzen Elster

Gewässer	MKZ (OBF)	Parameter mit Überschreitung der UQN-JD	mögliche Ursachen
Teil-EZG Schwarze Elster			
Vincenz-	27702	Cd, Ni	Restloch Grube Clara, Grauwackentagebaue Dubring und Oßling
Vincenz-	27700	Cd, Ni	Restloch Grube Clara, Grauwackentagebaue Dubring und Oßling
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Oberlauf			
Orla	30623	Hg	verursacht durch nur 1 erhöhten Wert (gleiches Datum wie bei OBF 30950), daher wahrscheinlich Analysenfehler
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Unterlauf			
Dobrab-ach	30950	Hg	verursacht durch nur 1 erhöhten Wert (gleiches Datum wie bei OBF 30623), daher wahrscheinlich Analysenfehler
Heidela-	29803	Cd, Ni	Grauwackenbruch Wetterberg
Kalten-	30955	Cd	nicht zu erkennen

Der Überblick verdeutlicht wie bereits für das EZG Spree gesagt, dass von den Schwermetallen nur Cd und Ni mit Überschreitungen der UQN-JD auffällig sind. Die Ursachenrecherche (Anlage 4) zeigte, dass sich in den meisten Fällen im EZG Objekte des ehemaligen oder bestehenden Bergbaus finden.

Sediment

Die statistische Auswertung der Sedimentdaten aus dem EZG der Schwarzen Elster erfolgte analog zur Spree (Probenahme mit Sammelkiste). Sie ist in Anlage 6 dargestellt. Wegen der begrenzten Anzahl relevanter Messstellen wurden gleichfalls die Messstellen des gesamten EZG Spree ohne Unterteilung in Teil-EZG ausgewertet. Der Zeitraum beträgt 2005 – 2012. Die Daten vor 2012 wurden entsprechend Abschnitt 8.4 über die mittleren Faktoren von 0,02 mm auf 0,063 mm umgerechnet.

Tabelle 61: Sediment-Messstellen mit Überschreitung der UQN

Gewässer	MKZ	Ort	As (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Quersabach	OBF30958	Quersa, Brücke B 98	-	1476
Dobrabach	OBF30950	Zufahrt Dammühle	135	
Heidelache	OBF29803	Kalkreuth	56	
Schleichgraben	OBF27801	vor Erikasee	108	

Überschreitungen von UQN treten nur bei As und Zn auf. Die betreffenden Messstellen sind in Tabelle 61 dargestellt.

7.5 Schlussfolgerungen

7.5.1 Mögliche Quellen erhöhter Stoffkonzentrationen

Das Messnetz der OW-Beschaffenheitsdaten ist auf die Überwachung der Oberflächenwasserqualität ausgerichtet. Daher sind die Möglichkeiten der Ermittlung von Quellen erhöhter Stoffkonzentrationen mit Hilfe dieser Daten eingeschränkt.

Als Fallbeispiel sei an dieser Stelle der Vincenzgraben im EZG der Schwarzen Elster etwas näher betrachtet. Abbildung 10 zeigt die Cd- und Ni-Konzentrationen in dessen Verlauf. Es wird deutlich, dass zwischen Oberlauf und Mündung ein starker Anstieg dieser Metallkonzentrationen auftritt, bei beiden um Faktor 23. Dies deutet darauf hin, dass beide Elemente der gleichen Quelle entstammen. Mit den verfügbaren Daten kann jedoch nicht differenziert werden, ob die Quelle das RL Clara III oder die Einleitungen der Grauwackentagebaue sind. Aufgrund der lithogeochemischen Verhältnisse (Anreicherung von Ni in den Grauwacken, sie Abschnitt 8.3.1) erscheint letzteres wahrscheinlicher.

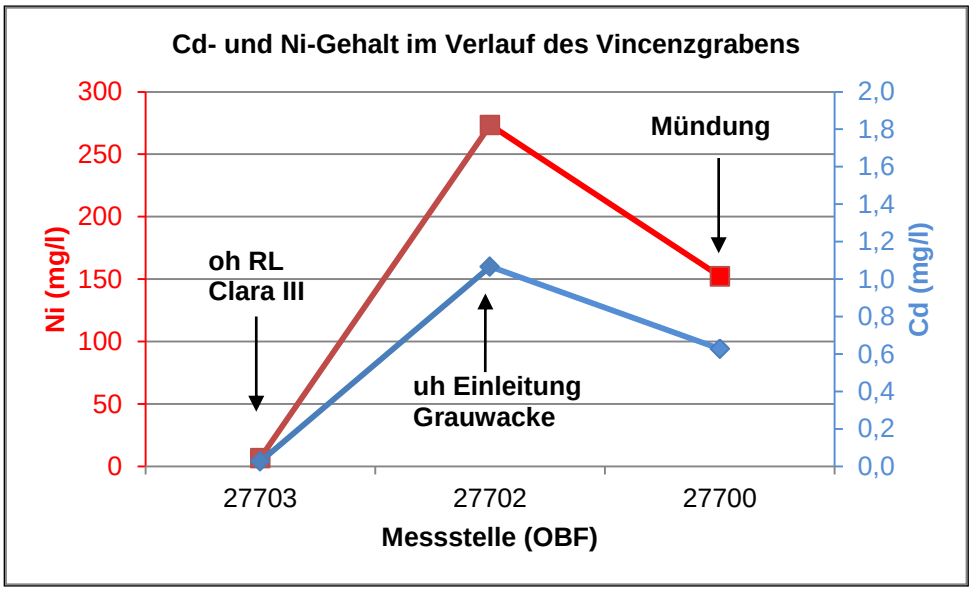


Abbildung 10: Entwicklung der Cd- und Ni-Gehalte im Verlauf des Vincenzgrabens (Mittelwerte)

Aus der Datenauswertung ergeben sich im Untersuchungsgebiet folgende mögliche Quellen erhöhter Stoffkonzentrationen:

- Tagebaue und Kippen des Braunkohlenbergbaus einschließlich Restlochverfüllungen
- Steinbrüche, Tagebaue und Halden des Festgesteinsabbaus (Grauwacke, Granodiorit)
- Halden des Lockergesteinsabbaus (Tongruben, Sand- und Kiesgruben)

Dabei ist zu beachten, dass sowohl bei der Braunkohlengewinnung als auch beim Festgesteins-, Sand/Kies- und Tonabbau die Deckschichten abgeräumt und aufgehaldet werden. Dadurch ergeben sich potenziell ähnliche Emissionen aus diesen Aufhaldungen.

Hinweise auf einen der Höhe und Verbreitung nach signifikanten Einfluss von Industrie und Altlasten fanden sich nicht.

An einigen Messstellen wurden erhöhte Stoffkonzentrationen festgestellt, ohne dass eine Quelle erkennbar ist, z.B.

- Klosterwasser OBF27500 Zn
- Kaltenbach OBF30955 Cd
- Zufluss TS Quitzdorf OBF23703 Cd
- Großer Graben OBF24807 Cd

In diesen Fällen kommt eine Mobilisierung im Zuge der Bodenbildung, z.B. auf den sandigen (schlecht gepufferten und wenig bindigen) Böden der Region (u.a. Lausnitzer und Königsbrücker Heide) in Betracht. Solche Prozesse müssen jedoch verifiziert werden.

7.5.2 Vorschlag geogener Hintergrundkonzentrationen

Als vorläufige geogene Hintergrundkonzentrationen wurden für die angegrenzten Teil-EZG der EZG Schwarze Elster und Spree die 90-Perzentilwerte der Konzentrationsmittelwerte der einzelnen Messstellen berechnet. Diese sind in Tabelle 86 dargestellt.

Tabelle 62: Statistische Auswertung der Messstellen ohne anthropogenen Einfluss in den Teil-EZG der Spree

Teil-EZG	Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss										
		Arsen (µg/l)					Blei (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Spree Oberlauf	9	<0,5	1,29	<0,5	<0,5	0,72	<0,2	0,48	0,27	0,25	0,46
Löbauer Wasser	17	<0,5	0,83	0,60	0,59	0,74	<0,2	0,26	<0,2	<0,2	0,21
Schwarzer Schöps	12	<0,5	1,37	0,82	0,91	1,22	<0,2	0,43	<0,2	<0,2	0,25
Weißer Schöps	11	<0,5	1,09	0,62	0,61	0,89	<0,2	0,37	<0,2	<0,2	0,22
Spree Unterlauf	18	<0,5	2,51	0,69	0,53	1,16	<0,2	0,68	0,20	<0,2	0,57
Gesamtgehalte											
Spree Oberlauf	7	<0,5	1,45	0,71	0,63	1,06	0,33	1,24	0,58	0,50	0,90
Löbauer Wasser	16	<0,5	1,18	0,85	0,85	1,09	0,30	1,53	0,81	0,70	1,37
Schwarzer Schöps	6	0,92	1,94	1,60	1,72	1,93	0,56	1,44	1,08	1,06	1,44
Weißer Schöps	10	0,77	1,42	1,11	1,11	1,39	0,25	1,72	0,83	0,77	1,35
Spree Unterlauf	9	<0,5	3,88	1,30	1,05	1,82	0,20	0,93	0,56	0,60	0,89
Sediment		Arsen (mg/kg)					Blei mg/kg)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Spree	12	7,4	33,5	17,7	15,5	32,3	20,3	84,5	45,7	41,4	77,7

	Cadmium (µg/l)						Chrom (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											

Spree Oberlauf	9	<0,03	0,06	0,03	0,03	0,04	<1	<1	<1	<1	<1
Löbauer Wasser	17	<0,03	0,04	0,03	<0,03	0,04	<1	<1	<1	<1	<1
Schwarzer Schöps	12	<0,03	0,35	0,06	<0,03	0,11	<1	<1	<1	<1	<1
Weißer Schöps	11	<0,03	0,09	0,04	0,03	0,09	<1	<1	<1	<1	<1
Spree Unterlauf	18	<0,03	0,10	0,03	<0,03	0,06	<1	<1	<1	<1	<1
Gesamtgehalte											
Spree Oberlauf	7	<0,03	0,10	0,04	0,03	0,06	<1	<1	<1	<1	<1
Löbauer Wasser	16	0,03	0,10	0,05	0,05	0,07	<1	8,42	1,50	1,10	1,79

Teil-EZG		**Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss**									
Schwarzer Schöps	6	0,05	0,13	0,08	0,08	0,11	<1	1,44	1,16	1,24	1,38
Weißer Schöps	10	0,04	0,17	0,08	0,07	0,11	<1	1,95	1,09	1,03	1,74
Spree Unterlauf	9	0,03	0,15	0,07	0,06	0,11	<1	1,15	<1	<1	<1
Sediment			**Cadmium (mg/kg)**					**Chrom (mg/kg)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Spree	12	0,4	3,3	1,5	1,4	2,1	21,8	84,5	40,7	35,8	64,9
			Eisen (mg/l)					**Kupfer (µg/l)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Spree Oberlauf	9	0,02	0,14	0,06	0,05	0,10	<2	2,78	<2	<2	2,66
Löbauer Wasser	17	0,03	27,45	1,70	0,09	0,18	<2	3,43	2,23	2,28	2,71
Schwarzer Schöps	12	0,10	1,30	0,45	0,39	0,74	<2	3,17	<2	<2	3,07
Weißer Schöps	11	0,04	0,76	0,28	0,15	0,70	<2	3,04	2,01	2,08	2,90
Spree Unterlauf	18	0,08	5,92	0,91	0,25	2,80	<2	3,78	<2	<2	3,00
Gesamtgehalte											
Spree Oberlauf	7	0,23	0,38	0,30	0,30	0,35	<2	3,59	<2	<2	2,82
Löbauer Wasser	16	0,18	1,34	0,66	0,57	1,05	<2	5,25	2,91	2,71	4,17
Schwarzer Schöps	6	1,45	3,75	2,79	2,97	3,53	<2	3,57	2,48	2,21	3,50
Weißer Schöps	10	0,42	2,23	1,47	1,63	2,19	<2	3,84	2,97	3,12	3,66
Spree Unterlauf	9	1,28	5,43	2,92	2,46	5,21	<2	3,67	2,01	<2	3,35
Sediment			**Eisen (mg/kg)**					**Kupfer (mg/kg)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Spree	12	15.250	212.500	56.247	30.500	118.543	13,8	55,2	29,7	30,3	42,3
			Nickel (µg/l)					**Selen (µg/l)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Spree Oberlauf	9	1,44	4,19	2,46	2,42	3,17	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Löbauer Wasser	17	2,03	9,47	4,39	3,86	6,53	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Schwarzer Schöps	12	0,64	12,00	3,61	2,52	7,70	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Weißer Schöps	11	1,24	7,18	3,91	3,11	6,82	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Spree Unterlauf	18	1,15	9,11	4,47	3,42	7,41	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Gesamtgehalte											

Spree Oberlauf	7	1,90	5,11	2,93	2,75	3,86	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Löbauer Wasser	16	2,27	11,50	5,37	4,93	7,49	<0,8	0,90	<0,8	<0,8	<0,8
Schwarzer Schöps	6	2,86	4,98	3,93	3,85	4,91	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Weißer Schöps	10	3,64	8,90	5,45	4,82	8,60	<0,8	1,07	<0,8	<0,8	0,81
Teil-EZG	**Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss**										
Spree Unterlauf	9	3,35	10,40	6,46	6,78	9,04	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Sediment			**Nickel (mg/kg)**					**Selen (mg/kg)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Spree	12	16,0	215,7	50,1	32,9	87,9	-	-	-	-	-
			Silber (µg/l)					**Thallium (µg/l)**			
		Min	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Spree Oberlauf	9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Löbauer Wasser	17	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Schwarzer Schöps	12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weißer Schöps	11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Spree Unterlauf	18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gesamtgehalte											
Spree Oberlauf	7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Löbauer Wasser	16	<0,1	0,13	0,06	<0,1	0,06	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Schwarzer Schöps	6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weißer Schöps	10	<0,1	0,10	0,06	0,05	0,08	<0,1	0,16	<0,1	<0,1	0,12
Spree Unterlauf	9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1
Sediment			**Silber (mg/kg)**					**Thallium (mg/kg)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Spree	12	-	-	-	-	-	0,16	0,45	0,30	0,30	0,43

Analog wurden die vorläufigen geogenen Hintergrundkonzentrationen für das EZG der Schwarzen Elster berechnet (Tabelle 63).

Tabelle 63: Statistische Auswertung der Messstellen ohne anthropogenen Einfluss in den Teil-EZG der Schwarzen Elster

Teil-EZG	Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss										
		Arsen (µg/l)					Blei (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Schwarze Elster	21	<0,5	0,98	0,51	0,48	0,81	<0,2	0,36	<0,2	<0,2	<0,2
Pulsnitz + Große	23	<0,5	1,16	0,65	0,63	0,90	<0,2	0,32	<0,2	<0,2	0,27
Pulsnitz + Große	26	<0,5	1,23	0,62	0,55	0,98	<0,2	0,55	<0,2	<0,2	0,21
Gesamtgehalte											
Schwarze Elster	15	<0,5	1,23	0,86	0,81	1,20	0,28	1,30	0,72	0,70	1,15
Pulsnitz + Große	19	<0,5	2,13	1,34	1,45	1,83	0,40	3,99	1,90	1,55	3,70
Pulsnitz + Große	24	0,50	3,65	1,21	1,20	1,70	<0,2	1,77	0,94	0,91	1,53
		Arsen (mg/kg)					Blei mg/kg)				
Sediment	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Schwarze	12	10,7	150,0	29,9	21,0	30,6	39,5	132,5	83,8	80,6	113,5

Teil-EZG	Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss										
		Cadmium (µg/l)					Chrom (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Schwarze Elster	21	<0,03	0,05	0,03	<0,03	0,04	<1	<1	<1	<1	<1
Pulsnitz + Große	23	<0,03	0,14	0,06	0,05	0,11	<1	<1	<1	<1	<1
Pulsnitz + Große	26	<0,03	0,21	0,05	0,04	0,09	<1	<1	<1	<1	<1
Gesamtgehalte											
Schwarze Elster	15	<0,03	0,10	0,05	0,05	0,08	<1	1,53	<1	<1	1,21
Pulsnitz + Große	19	0,04	0,25	0,12	0,11	0,21	<1	3,37	1,58	1,35	2,50
Pulsnitz + Große	24	0,03	0,27	0,10	0,09	0,15	<1	1,53	<1	<1	1,10
		Cadmium (mg/kg)					Chrom (mg/kg)				
Sediment	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Schwarze	12	1,2	8,7	3,4	2,0	8,1	36,5	83,5	57,6	55,5	75,7
		Eisen (mg/l)					Kupfer (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Schwarze Elster	21	0,04	0,36	0,15	0,12	0,24	<2	2,75	<2	<2	2,44
Pulsnitz + Große	23	0,05	0,73	0,15	0,11	0,22	<2	3,61	2,71	2,78	3,51
Pulsnitz + Große	26	0,04	1,50	0,26	0,15	0,56	<2	3,55	<2	<2	2,74
Gesamtgehalte											
Schwarze Elster	15	0,35	1,80	0,94	0,97	1,47	<2	4,90	2,63	2,50	4,42
Pulsnitz + Große	19	0,30	2,88	1,13	1,25	1,76	<2	8,20	4,61	5,00	6,11
Pulsnitz + Große	24	0,15	2,25	1,14	1,06	2,06	<2	6,47	3,48	3,23	5,62
		Eisen (mg/kg)					Kupfer (mg/kg)				
Sediment	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90

EZG Schwarze	12	27250	115000	46348	43000	56150	32,8	101,8	59,0	55,0	86,0
				Nickel (µg/l)					**Selen (µg/l)**		
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Schwarze Elster	21	0,83	5,98	3,37	3,33	4,60	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Pulsnitz + Große	23	1,50	6,00	3,71	3,78	5,65	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Pulsnitz + Große	26	1,36	8,45	4,49	3,99	6,86	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Gesamtgehalte											
Teil-EZG						**Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss**					
Schwarze Elster	15	1,03	8,90	4,29	4,31	6,29	<0,8	1,00	<0,8	<0,8	0,96
Pulsnitz + Große	19	2,19	8,35	5,01	4,60	7,20	<0,8	1,03	<0,8	<0,8	<0,8
Pulsnitz + Große	24	2,90	9,95	5,74	5,14	8,91	<0,8	1,05	<0,8	<0,8	0,89
				Nickel (mg/kg)					**Selen (mg/kg)**		
Sediment	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Schwarze	12	37,8	85,8	56,0	52,9	73,2	-	-	-	-	-
				Silber (µg/l)					**Thallium (µg/l)**		
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Schwarze Elster	21	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pulsnitz + Große	23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pulsnitz + Große	26	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gesamtgehalte											
Schwarze Elster	15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	0,10
Pulsnitz + Große	19	<0,1	1,95	0,17	<0,1	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pulsnitz + Große	24	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	<0,1
				Silber (mg/kg)					**Thallium (mg/kg)**		
Sediment	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Schwarze	12	-	-	-	-	-	0,27	0,67	0,44	0,40	0,60
				Zink (µg/l)					**Quecksilber (µg/l)**		
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Me**	**P90**
gelöste Gehalte												
Schwarze Elster	21	3,02	48,40	10,07	6,75	15,18	8	<0,02	0,03	0,02	0,0	0,02
Pulsnitz + Große	23	3,31	16,57	9,73	8,55	15,58	9	<0,02	0,05	0,02	0,0	0,03
Pulsnitz + Große	26	2,25	19,79	9,66	8,81	15,51	15	<0,02	0,07	0,02	0,0	0,03
Gesamtgehalte												
Schwarze Elster	15	4,38	21,20	10,26	10,33	15,14	-	-	-	-	-	-
Pulsnitz + Große	19	8,45	34,00	19,79	19,09	29,50	-	-	-	-	-	-
Pulsnitz + Große	24	6,40	27,45	13,93	13,45	17,67	-	-	-	-	-	-
				Zink (mg/kg)					**Quecksilber (mg/kg)**			
Sediment	n	Min	Max	MW	Med	P90	n	Min	Max	MW	Me	P90
EZG Schwarze	12	255	740	430	386	612	12	0,17	0,69	0,39	0,3	0,55

Es ist davon auszugehen, dass die vorläufigen Hintergrundkonzentrationen noch gewisse anthropogene Anteile enthalten können, da eine völlig scharfe Trennung in den so stark anthropogen geprägten Landschaften Mitteleuropas nicht möglich ist. Der geogene Anteil an erhöhten Stoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet ist als relativ gering anzusehen.

7.6 Handlungsempfehlungen

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde als Defizit des Datenbestandes für beide EZG deutlich, dass nur relativ wenige aktuelle und mit entsprechender Probenahmetechnik (Sammelkiste) erhobene Daten zur Zusammensetzung der Sedimente vorliegen. Es ist daher zu empfehlen, die Sedimentbeprobung bei Konzentration auf relevante Punkte entsprechend zu erweitern. Dadurch können auch die Unsicherheiten durch die Umstellung der analysierten Kornfraktionen (0,02 bzw. 0,063 mm) beseitigt werden. Alternativ kann auch ein zeitlich konzentriertes Messprogramm analog den Untersuchungen an der Müglitz (Greif et al. 2010) empfohlen werden.

Hinsichtlich der Ursachen erhöhter Schwermetallgehalte in den OWK ist zu empfehlen:

- detaillierte Untersuchungen zu den Ursachen (Verdichtung des Messnetzes an den betreffenden Fließgewässerabschnitten)
- Verdichtung der Sedimentuntersuchungen, Konzentration auf die relevanten Punkte (analog Schwarzwasser, Müglitz)
- Untersuchung der Rolle der Böden hinsichtlich Cd und Ni
- Untersuchung des Einflusses des Steine- und Erdenabbaus hinsichtlich Ni
- Verdichtung des Sedimentnetzes analog Westerzgebirge und Müglitz

7.7 Literaturverzeichnis

BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel
2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

Geokompetenzzentrum Freiberg (2008): Sächsisches Rohstoffkataster der Spat- und Erzvorkommen. Veröffentlichung des GKZ Freiberg e.V., H. 3/2008, Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2006): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2009a): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2009b): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GREIF, A.; KLEMM, W. (2010): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Müglitz. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

GRWV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV), 9. November 2010, BGBl. I S. 1513

KARDEL, K.; RANK, G.; PÄLCHEN, W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen. Teil 1: Spurenelemente in Gesteinen - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

OGewV (2010): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV), Stand: 01.08.2010, http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf

PÄLCHEN, W.; WALTER, H. (Hrsg.) (2008): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

PÄLCHEN, W. (Hrsg.) (2009): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

RANK, G.; KARDEL, K.; PÄLCHEN, W.; WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

Rohde, S. (2013): E-Mail vom 25.09.2013

WEDEPOHL, K.H. (1995): The composition of the continental crust. - Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, 1217-1232

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Ver-schmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqua-litätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

7.8 Anlagen

Anlage 1: Wasserqualität - Vergleich der Mittelwerte der Messstellen im EZG Spree mit den P90-Werten des jeweiligen Teil-EZG (gelöste Gehalte)

Gewässer	MKZ (OBF)	As	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Hg
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Teil-EZGSpree Oberlauf									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,72	0,46	0,04	0,10	2,66	3,17	13,95	0,02
Butterwasser	21800	<0,5	<0,2	<0,03	0,09	2,63	2,11	11,77	-
Kaltbach	21610	<0,5	<0,2	0,04	0,05	**2,78**	2,42	12,54	-
Beiersdorfer Wasser/Alter Graben	21420	<0,5	<0,2	**0,15**	0,09	2,60	1,81	11,97	**0,03**
Rosenbach	21410	0,58	0,37	<0,03	**0,14**	2,57	2,78	7,02	0,02
Cunewalder Wasser	20401	<0,5	<0,2	<0,03	0,05	<2	1,44	6,67	-
Ritterbach / Jirikovski Potok	21430	**1,29**	0,45	0,03	0,05	1,34	2,35	10,05	<0,02
Butterwasser	21700	0,56	0,25	0,03	0,04	2,02	2,92	**15,67**	-
Sohlander Dorfbach	21500	<0,5	**0,48**	0,03	0,02	<2	2,43	13,52	-
Teilwasser	20403	0,50	0,25	0,03	0,02	<2	1,47	2,92	-
Kothe	20101	<0,5	0,31	**0,06**	0,04	<2	**4,19**	6,08	-
Teil-EZG Löbauer Wasser									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,74	0,21	0,04	0,18	2,71	6,53	11,59	0,02
Wuischker Wasser	23510	0,54	<0,2	0,04	0,06	2,50	3,11	6,71	<0,02
Albrechtsbach	23500	0,55	<0,2	0,03	0,11	2,15	3,86	**12,34**	0,02
Altes Wasser	23401	<0,5	<0,2	0,03	0,09	<2	3,75	9,05	-
Kotitzer Wasser	23200	0,54	<0,2	0,03	0,09	2,62	4,86	8,96	-
Kotitzer Wasser	23150	0,60	<0,2	<0,03	0,07	2,34	5,64	7,74	-
Drehsaer Wasser	23113	**0,75**	<0,2	<0,03	0,03	<2	3,70	6,74	-
Buttermilchwasser	23111	0,67	0,22	0,03	0,14	2,13	4,57	8,13	-
Kotitzer Wasser	23110	<0,5	<0,2	<0,03	0,04	2,01	4,43	5,11	0,02
Rosenhainer Wasser	23100	0,50	<0,2	<0,03	0,04	2,28	3,02	4,19	-
Littwasser	22900	0,73	**0,26**	<0,03	0,18	**2,78**	2,03	5,48	-
Litte	22850	0,67	<0,2	<0,03	**0,20**	2,67	2,41	5,10	-
Cunnersdorfer Wasser	22810	0,56	<0,2	0,03	0,03	**3,43**	**9,47**	8,59	-
Löbauer Wasser	22800	0,58	0,20	<0,03	0,16	2,32	5,09	**13,76**	<0,02
Zufluss Olbasee Ost	22714	0,59	<0,2	0,04	**27,45**	<2	4,90	11,10	-
Dubrauke	22713	0,83	<0,2	0,04	0,15	<2	**7,87**	10,43	-

Altes Fließ	22711	0,57	<0,2	**0,08**	0,20	2,31	**11,13**	**18,35**	<0,02
Buchholzer Wasser	22701	<0,5	<0,2	**0,22**	**1,23**	2,58	**72,42**	**163,42**	-
Löbauer Wasser	22700	0,61	<0,2	<0,03	0,03	2,03	3,03	6,12	-
Löbauer Wasser	22600	0,59	<0,2	<0,03	0,04	2,65	2,88	7,13	-
Teil-EZG Schwarzer Schöps									
90-Perzentil des Teil-EZG		1,22	0,25	0,11	0,74	3,07	7,70	19,45	<0,02
Weigersdorfer Fließ	24390	0,91	<0,2	<0,03	0,76	<2	2,36	5,92	-
Tauerwiesenteich	24389	0,97	0,22	<0,03	0,33	<2	1,21	2,95	-
Weigersdorfer Fließ	24385	0,92	<0,2	<0,03	1,30	<2	2,68	4,42	-
Weigersdorfer Fließ	24380	0,84	<0,2	0,04	0,29	<2	3,15	7,13	<0,02
Reichenbacher Wasser	24200	0,61	<0,2	**0,18**	0,15	2,52	3,79	18,61	-
Schwarzer Schöps	24100	<0,5	<0,2	<0,03	0,11	<2	3,50	6,40	<0,02
Schwarzer Schöps	23900	1,25	0,25	<0,03	0,14	3,17	2,16	3,20	-
Weißes Lug	23808	1,37	0,43	<0,03	0,10	<2	0,64	3,35	-
Fischgraben	23805	0,97	<0,2	<0,03	0,56	<2	1,78	5,78	-
Hammergraben	23803	0,92	<0,2	0,04	0,57	2,65	3,28	7,87	-
Seegraben	23801	0,76	<0,2	0,03	0,45	2,16	2,36	8,53	<0,02
Zufluss TS Quitzdorf	23703	<0,5	<0,2	**0,35**	0,22	3,12	12,00	20,67	-
Weinberggraben	23702	<0,5	<0,2	0,12	0,53	<2	8,17	22,50	-
Teil-EZG Weißer Schöps									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,89	0,22	0,09	0,70	2,90	6,82	17,67	0,02
Waldteich Niederspree	25708	0,52	<0,2	<0,03	0,08	<2	1,24	6,15	-
Neugraben	25700	0,61	<0,2	<0,03	0,17	2,08	3,24	7,36	0,02
Gertiggraben	25501	0,89	0,22	0,09	0,70	<2	6,82	**41,25**	0,02
Königshainer Wasser	25400	0,66	0,21	0,03	0,15	<2	2,85	5,63	0,02
Pfaffendorfer Wasser	25300	**1,09**	**0,37**	0,04	0,10	2,90	3,11	7,33	0,02
Weißer Schöps	25100	<0,5	<0,2	<0,03	0,14	<2	2,80	3,81	0,02
Weißer Schöps	25000	0,54	<0,2	0,05	0,32	**3,04**	5,98	14,56	-
Großer Graben	24807	<0,5	<0,2	**0,20**	0,34	2,62	6,57	16,83	**0,04**
Dammlache	24805	<0,5	<0,2	**0,15**	0,27	2,40	5,65	12,10	0,02
Schutzgraben	24803	0,50	<0,2	0,04	0,54	<2	4,09	11,38	-
Großer Graben	24801	<0,5	<0,2	0,09	**0,76**	2,59	**7,18**	17,67	0,02

Weißer Schöps	24650	0,66	<0,2	0,03	0,04	2,12	2,81	7,60	-
Weißer Schöps	24600	0,63	<0,2	0,03	0,06	2,25	2,92	8,77	0,02
Teil-EZG Spree Unterlauf									
90-Perzentil des Teil-EZG		1,16	0,57	0,06	2,80	3,00	7,41	22,03	0,02
Struga	26200	**2,24**	<0,2	**0,09**	**37,85**	<2	**25,56**	**55,53**	<0,02
Struga	26050	1,00	**0,68**	**0,10**	0,95	<2	6,80	**26,75**	-
Struga	25950	1,15	**0,58**	0,06	**3,28**	<2	6,35	**26,00**	-
Struga	25900	<0,5	0,48	**0,51**	0,24	<2	**11,58**	**38,00**	**0,03**
Zufluss Badesee Halbendorf Ost	25802	**3,18**	**4,35**	**0,18**	**13,75**	**3,65**	**26,33**	**115,83**	-
Zufluss Badesee Halbendorf Nord	25801	<0,5	0,57	<0,03	**5,92**	**3,78**	5,10	20,33	-
Lomschanke	22200	<0,5	<0,2	0,05	0,48	<2	6,97	12,59	0,02
Kronförstchener Wasser	22150	<0,5	<0,2	**0,07**	0,22	2,55	**8,43**	12,34	<0,02
Kleine Spree	22101	**2,51**	<0,2	<0,03	2,59	<2	**9,11**	10,60	-
Kleine Spree	22100	**2,99**	<0,2	<0,03	**8,09**	<2	**17,85**	21,85	<0,02
Kleine Spree	22000	0,53	<0,2	0,03	0,24	2,22	3,68	5,75	-
Kleine Spree	21960	0,51	<0,2	<0,03	0,24	<2	2,88	3,28	-
Kleine Spree	21959	0,54	<0,2	<0,03	0,24	<2	3,00	3,85	-
Kleine Spree	21958	0,54	<0,2	<0,03	0,20	<2	2,76	3,05	-
Kleine Spree	21956	0,55	<0,2	<0,03	0,23	<2	3,17	4,64	-
Kleine Spree	21955	0,51	<0,2	<0,03	0,29	<2	2,80	5,01	<0,02
Kleine Spree	21953	<0,5	<0,2	<0,03	0,20	2,82	2,49	5,62	-
Kleine Spree	21952	0,52	<0,2	<0,03	0,26	2,81	2,28	4,59	-
Kleine Spree	21951	0,56	<0,2	<0,03	0,08	**3,42**	2,52	5,59	-
WW Graben	21909	**1,18**	<0,2	<0,03	0,35	<2	1,15	3,45	-
Mortkaer Graben	21908	0,78	<0,2	<0,03	0,32	<2	6,48	4,63	-
Zufluss SP Lohsa 1	21901	<0,5	<0,2	0,03	0,23	<2	4,40	7,21	-

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Anlage 2: Ergebnisse der Recherche zu möglichen Quellen für die erhöhten Werte an den Messstellen in den Teil-EZG der Spree

Gewässer	MKZ	(mögliche) anthropogene Ursachen	(wahrscheinlich) geogene Ursachen	Ausschluss aus der HGW-Statistik
Teil-EZG Spree Oberlauf				
Butterwasser	OBF21800	keine Werte >90-Perzentil		
Kaltbach	OBF21610		(X)	
Beiersdorfer Wasser/Alter Graben	OBF21420	am Oberlauf Tagebau Lauba		**X**
Rosenbach	OBF21410		(X)	
Cunewalder Wasser	OBF20401	keine Werte >90-Perzentil		
Ritterbach / Jirikovski Potok	OBF21430		(X)	
Butterwasser	OBF21700		(X)	
Sohlander Dorfbach	OBF21500		(X)	
Teilwasser	OBF20403	keine Werte >90-Perzentil		
Kothe	OBF20101		(X)	
Teil-EZG Löbauer Wasser				
Wuischker Wasser	OBF23510	keine Werte >90-Perzentil		
Albrechtsbach	OBF23500		(X)	
Altes Wasser	OBF23401	keine Werte >90-Perzentil		
Kotitzer Wasser	OBF23200	keine Werte >90-Perzentil		
Kotitzer Wasser	OBF23150	keine Werte >90-Perzentil		
Drehsaer Wasser	OBF23113		(X)	
Buttermilchwasser	OBF23111	keine Werte >90-Perzentil		
Kotitzer Wasser	OBF23110	keine Werte >90-Perzentil		
Rosenhainer Wasser	OBF23100	keine Werte >90-Perzentil		
Littwasser	OBF22900		(X)	
Litte	OBF22850		(X)	
Cunnersdorfer Wasser	OBF22810		(X)	
Löbauer Wasser	OBF22800		(X)	
Zufluss Olbasee Ost	OBF22714		(X)	
Dubrauke	OBF22713		(X)	
Gewässer	**MKZ**	**(mögliche) anthropogene Ursachen**	**(wahrscheinlich) geogene Ursachen**	**Ausschluss aus der HGW-Statistik**

Altes Fließ	OBF22711	ehemaliger Braunkohlenberg-bau Olbasee, Tontagebau Guttau, alte Tongruben		**X**
Buchholzer Wasser	OBF22701	Tontagebau Buchholz, Kies-tagebau Tetta		**X**
Löbauer Wasser	OBF22700	keine Werte >90-Perzentil		
Löbauer Wasser	OBF22600	keine Werte >90-Perzentil		
Teil-EZG Schwarzer Schöps				
Weigersdorfer Fließ	OBF24390	keine Werte >90-Perzentil		
Tauerwiesenteich	OBF24389	keine Werte >90-Perzentil		
Weigersdorfer Fließ	OBF24385	keine Werte >90-Perzentil		
Weigersdorfer Fließ	OBF24380	keine Werte >90-Perzentil		
Reichenbacher Wasser	OBF24200	Granittagebau Arnsdorf-Melraune		**X**
Schwarzer Schöps	OBF24100	keine Werte >90-Perzentil		
Schwarzer Schöps	OBF23900	keine Werte >90-Perzentil	(X)	
Weißes Lug	OBF23808	keine Werte >90-Perzentil	(X)	
Fischgraben	OBF23805	keine Werte >90-Perzentil		
Hammergraben	OBF23803	keine Werte >90-Perzentil		
Seegraben	OBF23801	keine Werte >90-Perzentil		
Zufluss TS Quitzdorf	OBF23703		(X)	
Weinberggraben	OBF23702	keine Werte >90-Perzentil	(X)	
Teil-EZG Weißer Schöps				
Waldteich Niederspree	OBF25708	keine Werte >90-Perzentil		
Neugraben	OBF25700	keine Werte >90-Perzentil		
Gertiggraben	OBF25501		(X)	
Königshainer Wasser	OBF25400	keine Werte >90-Perzentil		
Pfaffendorfer Wasser	OBF25300		(X)	
Weißer Schöps	OBF25100	keine Werte >90-Perzentil		
Weißer Schöps	OBF25000		(X)	
Großer Graben	OBF24807	Tongrube Kodersdorf, Sand-grube Kaltwasser		**X**
Gewässer	**MKZ**	**(mögliche) anthropogene Ursachen**	**(wahrscheinlich) geogene Ursachen**	**Ausschluss aus der HGW-Statistik**
Dammlache	OBF24805	Tongrube Kodersdorf, Sand-grube Kaltwasser		**X**
Schutzgraben	OBF24803	keine Werte >90-Perzentil		

Großer Graben	OBF24801		(X)	
Weißer Schöps	OBF24650	keine Werte >90-Perzentil		
Weißer Schöps	OBF24600	keine Werte >90-Perzentil		
Teil-EZG Spree Unterlauf				
Struga	OBF26200	Tagebau Nochten, Außenhalde		**X**
Struga	OBF26050		(X)	
Struga	OBF25950		(X)	
Struga	OBF25900	Grubenwassereinleitung (Tagebau)		**X**
Zufluss Badesee Halbendorf Ost	OBF25802	verfüllte Restlöcher, "Philippine"		**X**
Zufluss Badesee Halbendorf Nord	OBF25801		(X)	
Lomschanke	OBF22200	keine Werte >90-Perzentil		
Kronförstchener Wasser	OBF22150		(X)	
Kleine Spree	OBF22101		(X)	
Kleine Spree	OBF22100	Tagebaue, Restlöcher, Kippen		**X**
Kleine Spree	OBF22000	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21960	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21959	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21958	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21956	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21955	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21953	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21952	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Spree	OBF21951		(X)	
WW Graben	OBF21909		(X)	
Mortkaer Graben	OBF21908	keine Werte >90-Perzentil		
Zufluss SP Lohsa 1	OBF21901	keine Werte >90-Perzentil		

Anlage 3: Auswertung der Sedimentdaten aus dem EZG der <u>Spree</u>, ohne anthropogen beeinflusste Messstellen

Bezeichnung	**MKZ_**	**Arsen (mg/kg)**						**Blei (mg/kg)**				
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Waldteich Niederspree	OBF257	2	10	12	11	11	12	83	86	85	85	86
Königshainer Wasser	OBF254	4	7	11	9	9	11	21	30	26	26	29
Pfaffendorfer Wasser	OBF253	4	7	8	7	7	8	18	23	20	20	22

Weißer Schöps	OBF251	4	23	38	29	28	36	8	30	22	26	29
Weißer Schöps	OBF246	4	7	10	9	9	10	28	35	32	32	35
Tauerwiesenteich	OBF243	2	23	38	31	31	37	54	86	70	70	83
Weißes Lug	OBF238	2	15	16	16	16	16	78	79	79	79	79
Seegraben	OBF238	4	19	21	20	20	21	40	45	43	44	45
Schwarzer Schöps	OBF238	4	14	24	20	21	23	35	45	40	40	44
Schwarzer Schöps	OBF237	4	14	17	16	16	17	38	61	46	42	56
Albrechtsbach	OBF235	4	8	10	9	9	9	37	39	38	38	39
EZG		**11**	**7**	**31**	**16**	**16**	**29**	**20**	**85**	**45**	**40**	**79**
				Cadmium (mg/kg)					**Chrom (mg/kg)**			
		n	Min	Max	MW	Med	90	Min	Max	MW	Med	90
Waldteich Niederspree	OBF257	2	1,90	2,00	1,95	1,95	1,99	81	88	85	85	87
Königshainer Wasser	OBF254	4	0,37	0,68	0,50	0,48	0,64	22	27	26	27	27
Pfaffendorfer Wasser	OBF253	4	0,35	0,42	0,37	0,36	0,41	21	22	22	22	22
Weißer Schöps	OBF251	4	0,69	1,53	1,19	1,28	1,50	11	22	18	20	21
Weißer Schöps	OBF246	4	0,42	0,69	0,53	0,51	0,65	23	31	27	27	31
Tauerwiesenteich	OBF243	2	1,70	2,10	1,90	1,90	2,06	40	47	44	44	46
Weißes Lug	OBF238	2	1,50	1,70	1,60	1,60	1,68	64	68	66	66	68
Seegraben	OBF238	4	1,20	1,80	1,45	1,40	1,68	52	56	55	55	56
Schwarzer Schöps	OBF238	4	1,20	1,60	1,40	1,40	1,54	35	40	38	38	39
Schwarzer Schöps	OBF237	4	2,80	4,00	3,25	3,10	3,79	33	36	34	34	35
Albrechtsbach	OBF235	4	1,10	1,30	1,20	1,20	1,27	33	36	35	36	36
EZG		**11**	**0,4**	**3,3**	**1,4**	**1,4**	**2,0**	**18**	**85**	**41**	**35**	**66**
				Eisen (mg/kg)					**Kupfer (mg/kg)**			
		n	Min	Max	MW	Med	90	Min	Max	MW	Med	90
Waldteich Niederspree	OBF257	2	27.000	28.000	27.500	27.500	27.900	33	33	33	33	33
Königshainer Wasser	OBF254	4	16.000	23.000	20.000	20.500	22.700	13	19	15	15	18
Pfaffendorfer Wasser	OBF253	4	15.000	16.000	15.250	15.000	15.700	13	15	14	14	15
Weißer Schöps	OBF251	4	144.00	288.00	191.25	166.50	252.90	11	23	18	19	22
Weißer Schöps	OBF246	4	16.000	24.000	19.500	19.000	23.400	16	27	20	19	26
Tauerwiesenteich	OBF243	2	44.000	100.00	72.000	72.000	94.400	27	36	32	32	35
Bezeichnung	**MKZ_**			**Arsen (mg/kg)**					**Blei (mg/kg)**			
Weißes Lug	OBF238	2	25.000	27.000	26.000	26.000	26.800	30	34	32	32	34
Seegraben	OBF238	4	49.000	62.000	55.500	55.500	60.800	33	37	36	36	37
Schwarzer Schöps	OBF238	4	33.000	50.000	42.000	42.500	48.200	26	33	29	29	32
Schwarzer Schöps	OBF237	4	28.000	33.000	31.000	31.500	32.700	24	33	28	28	32
Albrechtsbach	OBF235	4	29.000	31.000	30.000	30.000	31.000	35	57	43	40	53
EZG		11	15.250	191.25	48.182	30.000	72.000	14	43	27	29	36
				Nickel (mg/kg)					**Thallium (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Waldteich Niederspree	OBF257	2	36	38	37	37	38	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Königshainer Wasser	OBF254	4	15	22	19	20	22	0,17	0,25	0,22	0,23	0,25
Pfaffendorfer Wasser	OBF253	4	15	17	16	16	17	0,13	0,19	0,16	0,15	0,18

Weißer Schöps	OBF251	4	70	117	84	74	105	0,12	0,25	0,21	0,24	0,25
Weißer Schöps	OBF246	4	16	27	21	20	26	0,16	0,25	0,20	0,20	0,24
Tauerwiesenteich	OBF243	2	29	32	31	31	32	0,31	0,45	0,38	0,38	0,44
Weißes Lug	OBF238	2	22	25	24	24	25	0,25	0,29	0,27	0,27	0,29
Seegraben	OBF238	4	31	39	34	34	38	0,43	0,48	0,45	0,45	0,48
Schwarzer Schöps	OBF238	4	35	44	38	36	42	0,30	0,37	0,34	0,35	0,36
Schwarzer Schöps	OBF237	4	35	53	42	40	50	0,34	0,59	0,44	0,41	0,55
Albrechtsbach	OBF235	4	31	33	32	31	32	0,19	0,25	0,22	0,22	0,24
EZG		**11**	**16**	**84**	**34**	**32**	**42**	**0,16**	**0,45**	**0,29**	**0,27**	**0,44**
				Zink (mg/kg)					**Quecksilber (mg/kg)**			
		n	Min	Max	MW	Med	90	Min	Max	MW	Med	90
Waldteich Niederspree	OBF257	2	230	230	230	230	230	0,17	0,30	0,24	0,24	0,29
Königshainer Wasser	OBF254	4	75	120	96	94	117	0,06	0,10	0,08	0,09	0,10
Pfaffendorfer Wasser	OBF253	4	64	85	72	70	81	0,06	0,10	0,08	0,08	0,10
Weißer Schöps	OBF251	4	264	340	293	285	325	0,02	0,10	0,08	0,09	0,10
Weißer Schöps	OBF246	4	99	190	132	120	172	0,08	0,12	0,09	0,08	0,11
Tauerwiesenteich	OBF243	2	140	220	180	180	212	0,26	0,35	0,31	0,31	0,34
Weißes Lug	OBF238	2	130	160	145	145	157	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Seegraben	OBF238	4	210	380	275	255	347	0,16	0,21	0,18	0,17	0,20
Schwarzer Schöps	OBF238	4	160	220	188	185	214	0,09	0,16	0,11	0,10	0,15
Schwarzer Schöps	OBF237	4	210	280	240	235	268	0,10	0,15	0,11	0,10	0,14
Albrechtsbach	OBF235	4	290	350	315	310	338	0,18	0,35	0,27	0,28	0,33
EZG		**11**	**72**	**315**	**197**	**188**	**293**	**0,08**	**0,31**	**0,15**	**0,11**	**0,27**

Anlage 4: Wasserqualität - Vergleich der Mittelwerte der Messstellen im EZG Schwarze Elster mit den P90-Werten des jeweiligen Teil-EZG (gelöste Gehalte)

Gewässer	MKZ ()	As	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Hg
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Teil-EZG Schwarze Elster									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,81	<0,2	0,04	0,24	2,44	4,60	15,18	0,02
Koblenzer Graben	28112	**0,98**	<0,2	<0,03	0,24	<2	**5,38**	3,42	-
Zufluss SP Knappenrode	28111	0,81	<0,2	<0,03	**0,36**	**2,52**	2,44	11,22	-
Doberschützer Wasser	28203	0,63	<0,2	<0,03	0,18	**2,75**	1,79	5,30	-
Schwarzwasser	28101	**0,87**	<0,2	<0,03	0,22	<2	1,62	15,18	-
Wudra	28202	<0,5	<0,2	<0,03	0,17	<2	2,66	11,81	-
Schwarzwassergraben	28201	0,54	<0,2	<0,03	0,09	<2	3,03	**20,65**	0,02
Schleichgraben	27800	<0,5	<0,2	**0,08**	0,08	<2	**15,05**	**36,35**	0,02
Vincenzgraben	27702	**1,07**	**1,40**	**1,07**	**13,67**	**9,53**	**273,33**	**693,33**	-
Vincenzgraben	27700	0,75	**0,57**	**0,54**	**5,12**	**4,53**	**122,17**	**344,75**	-
Jauer	27000	<0,5	<0,2	<0,03	0,07	<2	3,33	6,93	0,02
Klosterwasser	27500	0,57	<0,2	0,03	0,11	<2	3,36	**48,40**	-
Langes Wasser	26301	<0,5	**0,36**	**0,05**	0,07	2,04	**4,60**	10,32	<0,02
Rocknitzgraben	26401	**0,85**	<0,2	<0,03	**0,70**	**2,53**	**6,06**	7,75	-

Schwosdorfer Wasser	27100	<0,5	<0,2	**0,04**	0,05	<2	3,53	4,50	**0,03**
Schwosdorfer Wasser	27201	0,61	<0,2	**0,05**	0,19	**2,44**	**5,98**	11,66	-
Kleinhänchener Wasser	27600	<0,5	<0,2	<0,03	0,04	<2	0,83	3,02	0,02
Bolbritzer Wasser	27903	<0,5	<0,2	0,03	0,32	<2	3,26	6	0,02
Hoy. Schwarzwasser	27850	<0,5	<0,2	<0,03	0,07	<2	3,08	5,23	-
Hoy. Schwarzwasser	27856	<0,5	<0,2	<0,03	0,07	<2	3,50	6,08	-
Hoy. Schwarzwasser	28000	<0,5	<0,2	<0,03	0,09	<2	3,15	6,70	0,02
Langes Wasser	28300	0,53	<0,2	<0,03	0,12	2,25	3,08	7,05	-
Milkwitzer Wasser	27901	<0,5	<0,2	0,03	0,18	<2	4,40	6,75	-
Puschwitzer Wasser	27891	0,63	<0,2	**0,09**	**0,58**	<2	**7,38**	**20,77**	-
Puschwitzer Wasser	27892	<0,5	<0,2	<0,03	0,20	1,68	4,03	9,33	-
Puschwitzer Wasser	27905	0,61	<0,2	**0,09**	0,38	2,12	**8,85**	**20,50**	-
Schwarzwasser	27851	<0,5	<0,2	0,04	0,16	<2	3,38	5,65	<0,02
Silberwasser	27853	<0,5	<0,2	0,03	0,09	<2	4,34	6,30	-
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Oberlauf									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,90	0,27	0,11	0,22	3,51	5,65	15,58	0,03
Haselbach	28900	<0,5	<0,2	0,04	0,07	<2	1,94	7,23	-
Pulsnitz	28700	<0,5	<0,2	0,03	0,05	2,50	2,57	14,67	-
Weißbach	28902	<0,5	<0,2	<0,03	0,08	<2	2,11	8,55	-
Gewässer	**MKZ ()**	**As**	**Pb**	**Cd**	**Fe**	**Cu**	**Ni**	**Zn**	**Hg**
Große Röder	29200	<0,5	0,23	0,05	0,05	2,90	5,53	**15,81**	-
Große Röder	29300	0,58	<0,2	0,03	0,06	3	4,38	8,10	<0,02
Steinbach	29211	<0,5	**0,31**	**0,11**	0,14	<2	**5,68**	9,15	0,02
Große Röder	29450	0,61	0,23	0,07	0,07	2,51	3,78	7,99	0,02
Große Röder	29600	0,69	0,21	0,07	0,12	2,75	3,74	7,87	<0,02
Große Röder	29601	0,74	<0,2	0,09	0,15	3,44	3,94	8,06	-
Große Röder	29800	0,74	**0,28**	0,06	0,11	2,68	3,78	7,40	-
Heidewiesenbach	29801	**0,99**	<0,2	0,03	**0,73**	<2	4,72	6,76	0,02
Jähnertbach	30901	**1,16**	**0,32**	<0,03	0,15	2,09	1,78	3,31	-
Kleine Röder	30620	0,74	<0,2	0,04	0,09	3,46	5	8,96	-
Kleine Röder	30700	0,61	<0,2	0,07	**0,25**	2,74	3,95	10,86	0,02
Lausenbach	30600	<0,5	<0,2	0,04	0,13	2,40	1,98	13,92	-
Promnitz	30900	**0,91**	<0,2	<0,03	0,09	2,78	2,27	5,52	-
Mittelwasser	30622	0,58	<0,2	0,06	0,08	3,17	3,02	7,68	0,02
Orla	30623	<0,5	0,25	0,06	0,17	**3,61**	3,28	6,50	**0,05**
Promnitz	30907	0,63	<0,2	<0,03	0,07	3,16	1,50	8,64	-
Roter Graben	30800	0,72	<0,2	**0,14**	0,17	3,26	4,24	13,72	-
Saugraben	30625	0,67	<0,2	0,04	0,09	2,91	4,10	9,91	<0,02
Schwarze Röder	30501	0,88	**0,27**	**0,11**	**0,22**	**3,52**	**6**	**16,57**	-
Teil-EZG Pulsnitz - Große Röder Unterlauf									
90-Perzentil des Teil-EZG		0,98	0,21	0,09	0,56	2,74	6,86	15,51	0,03
Otterbach	29000	0,79	<0,2	0,06	0,29	2,73	4,40	9,67	<0,02
Pulsnitz	28750	<0,5	<0,2	0,03	0,06	2,30	2,46	8,07	**0,03**

Saleskbach	28350	0,55	<0,2	0,04	0,33	<2	6,15	**18,73**	0,02
Schönbach	28355	0,50	<0,2	**0,09**	**0,73**	**2,75**	**8,45**	12,17	-
Wasserstrich	28351	<0,5	**0,25**	0,03	0,38	<2	6,03	9,45	0,02
Wasserstrich	28354	<0,5	<0,2	**0,10**	0,15	**2,74**	**7,65**	14,76	<0,02
Bierlichtbach	31101	0,59	<0,2	<0,03	0,05	2,06	3,23	5,29	0,02
Dobrabach	30940	**1,05**	<0,2	0,07	**1,50**	<2	5,03	8,63	-
Dobrabach	30950	**1,23**	<0,2	0,05	0,09	<2	3,12	15	**0,07**
Dobrabach	31000	0,69	<0,2	<0,03	0,13	<2	3,80	6,19	0,02
Elligastbach	30203	<0,5	<0,2	0,04	0,18	<2	4,18	11,71	-
Große Röder	30010	0,72	<0,2	0,04	0,09	2,50	3,03	5,53	-
Große Röder	30410	0,76	<0,2	0,03	0,15	2,29	3,25	6,52	<0,02
Heidelache	29803	**1,49**	<0,2	**0,20**	0,13	**6,21**	**23,69**	**23,65**	0,02
Heidelache	29805	<0,5	<0,2	0,03	0,04	**3,55**	2,60	7,45	-
Heidelache	29804	0,73	<0,2	0,07	0,26	<2	6,13	9	-
Gewässer	**MKZ ()**	**As**	**Pb**	**Cd**	**Fe**	**Cu**	**Ni**	**Zn**	**Hg**
Hopfenbach	31100	0,89	<0,2	<0,03	0,06	<2	3,17	4,37	-
Kaltenbach	30955	<0,5	**0,28**	**0,21**	0,29	<2	6,53	**19,79**	<0,02
Kettenbach	30951	0,90	<0,2	0,08	0,28	2,18	6,70	7,88	-
Kieperbach	28801	<0,5	<0,2	0,06	0,08	<2	2,98	7,40	0,02
Kleine Röder	30201	0,79	<0,2	<0,03	0,09	2,05	2,61	5,52	-
Linzer Wasser	28803	<0,5	<0,2	**0,09**	0,17	<2	**7,02**	**16,02**	**0,03**
Luggraben	28751	**1,08**	**0,55**	0,05	**0,78**	2,53	3,62	12,15	0,02
Pulsnitz	28810	<0,5	<0,2	<0,03	0,15	<2	2,26	6,72	<0,02
Quersabach	30958	0,61	<0,2	<0,03	0,21	<2	**10,69**	**22,20**	-
Schönfelder Dorfbach	30953	0,55	<0,2	0,04	0,20	2,73	4,80	11,25	0,02
Spitalbach	30101	<0,5	<0,2	0,05	0,14	<2	6,08	9,60	-
Springbach	30941	<0,5	<0,2	<0,03	0,14	<2	1,36	2,25	-

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Anlage 5: Ergebnisse der Recherche zu möglichen Quellen für die erhöhten Werte an den Messstellen in den Teil-EZG der Schwarzen Elster

Gewässer	MKZ	(mögliche) anthropogene Ursachen	(wahrscheinlich) geogene Ursachen	Ausschluss aus der HGW-Statistik
Schwarze Elster				
Koblenzer Graben	28112	-	(X)	
Zufluss SP Knappenrode	28111	-	(X)	
Doberschützer Wasser	28203	-	(X)	
Schwarzwasser	28101	keine Werte >90-Perzentil		
Wudra	28202	keine Werte >90-Perzentil		
Schwarzwassergraben	28201		(X)	
Schleichgraben	27800	ehem. IAA, Restlöcher Heide		**X**

Vincenzgraben	27702	Restloch Clara III, Grauwackenta-gebaue Dubring und Oßling		**X**
Vincenzgraben	27700	Restloch Clara III, Grauwackenta-gebaue Dubring und Oßling		**X**
Jauer	27000	keine Werte >90-Perzentil		
Klosterwasser	27500		(X)	
Langes Wasser	26301		(X)	
Rocknitzgraben	26401	Grauwackebruch Ließke/ Oßling, Kiessandtagebau Oßling		**X**
Schwosdorfer Wasser	27100		(X)	
Schwosdorfer Wasser	27201		(X)	
Kleinhänchener Wasser	27600	keine Werte >90-Perzentil		
Bolbritzer Wasser	27903	keine Werte >90-Perzentil		
Hoy. Schwarzwasser	27850	keine Werte >90-Perzentil		
Hoy. Schwarzwasser	27856	keine Werte >90-Perzentil		
Hoy. Schwarzwasser	28000	keine Werte >90-Perzentil		
Langes Wasser	28300	keine Werte >90-Perzentil		
Milkwitzer Wasser	27901	keine Werte >90-Perzentil		
Puschwitzer Wasser	27891	Schamottetontagebau Wetro mit Kippe		**X**
Puschwitzer Wasser	27892	keine Werte >90-Perzentil		
Puschwitzer Wasser	27905	Schamottetontagebau Wetro mit Kippe		**X**
Gewässer	**MKZ**	**(mögliche) anthropogene Ursachen**	**(wahrscheinlich) geogene Ursachen**	**Ausschluss aus der HGW-Statistik**
Schwarzwasser	27851	keine Werte >90-Perzentil		
Silberwasser	27853	keine Werte >90-Perzentil		
Pulsnitz - Große Röder Oberlauf				
Haselbach	28900	keine Werte >90-Perzentil		
Pulsnitz	28700	keine Werte >90-Perzentil		
Weißbach	28902	keine Werte >90-Perzentil		
Große Röder	29200		(X)	
Große Röder	29300	keine Werte >90-Perzentil		
Steinbach	29211		(X)	
Große Röder	29450	keine Werte >90-Perzentil		
Große Röder	29600	keine Werte >90-Perzentil		
Große Röder	29601	keine Werte >90-Perzentil		

Große Röder	29800	keine Werte >90-Perzentil	(X)	
Heidewiesenbach	29801		(X)	
Jähnertbach	30901		(X)	
Kleine Röder	30620	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Röder	30700		(X)	
Lausenbach	30600	keine Werte >90-Perzentil		
Promnitz	30900		(X)	
Mittelwasser	30622	keine Werte >90-Perzentil		
Orla	30623	Hg-Wert ist Artefakt (nur 1 erhöhter Wert)	(X)	
Promnitz	30907	keine Werte >90-Perzentil		
Roter Graben	30800		(X)	
Saugraben	30625	keine Werte >90-Perzentil		
Schwarze Röder	30501		(X)	
Pulsnitz - Große Röder Unterlauf				
Otterbach	29000	keine Werte >90-Perzentil		
Pulsnitz	28750		(X)	
Saleskbach	28350		(X)	
Schönbach	28355		(X)	
Gewässer	**MKZ**	**(mögliche) anthropogene Ursachen**	**(wahrscheinlich) geogene Ursachen**	**Ausschluss aus der HGW-Statistik**
Wasserstrich	28351		(X)	
Wasserstrich	28354		(X)	
Bierlichtbach	31101	keine Werte >90-Perzentil		
Dobrabach	30940		(X)	
Dobrabach	30950	Hg-Wert ist Artefakt (nur 1 erhöhter Wert)		
Dobrabach	31000	keine Werte >90-Perzentil		
Elligastbach	30203	keine Werte >90-Perzentil		
Große Röder	30010	keine Werte >90-Perzentil		
Große Röder	30410	keine Werte >90-Perzentil		
Heidelache	29803	Grauwackenbruch Wetterberg		**X**
Heidelache	29805		(X)	
Heidelache	29804	keine Werte >90-Perzentil		
Hopfenbach	31100	keine Werte >90-Perzentil		

Kaltenbach	30955		(X)	
Kettenbach	30951	keine Werte >90-Perzentil		
Kieperbach	28801	keine Werte >90-Perzentil		
Kleine Röder	30201	keine Werte >90-Perzentil		
Linzer Wasser	28803		(X)	
Luggraben	28751		(X)	
Pulsnitz	28810	keine Werte >90-Perzentil		
Quersabach	30958	Gewerbegebiet Lampertswal-de/Quersa		**X**
Schönfelder Dorfbach	30953	keine Werte >90-Perzentil		
Spitalbach	30101	keine Werte >90-Perzentil		
Springbach	30941	keine Werte >90-Perzentil		

Anlage 6: Auswertung der Sedimentdaten aus dem EZG der <u>Schwarzen Elster</u>, ohne anthropogen beeinflusste Messstellen

Bezeichnung	**MKZ**		**Arsen (mg/kg)**					**Blei (mg/kg)**				
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
Dobrabach	OBF309	4	108	153	135	140	150	60	108	73	62	95
Roter Graben	OBF308	4	25	31	28	27	30	108	135	119	117	130
Kleine Röder	OBF307	4	19	22	21	21	22	61	70	67	69	70
Kleine Röder	OBF302	4	16	22	18	18	21	80	108	90	85	101
Große Röder	OBF296	4	19	29	22	20	26	90	117	104	104	114
Große Röder	OBF292	4	12	14	13	13	13	67	126	87	77	113
Haselbach	OBF289	4	10	12	11	11	11	51	58	54	54	57
Pulsnitz	OBF288	4	16	24	20	19	23	59	62	60	59	61
Pulsnitz	OBF288	14	14	64	27	23	41	45	207	87	77	108
Pulsnitz	OBF287	4	11	12	12	12	12	73	95	80	76	90
Pulsnitz	OBF287	4	10	11	11	11	11	58	69	63	63	68
Hoy. Schwarzwasser	OBF280	4	5	12	10	11	12	29	43	36	35	41
EZG		**12**	**10**	**135**	**27**	**19**	**28**	**36**	**119**	**77**	**77**	**102**
			Cadmium (mg/kg)					**Chrom (mg/kg)**				
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
Dobrabach	OBF309	4	6,5	8,5	7,4	7,2	8,1	26	33	30	32	33
Roter Graben	OBF308	4	3,9	5,2	4,5	4,4	5,0	54	66	61	62	66
Kleine Röder	OBF307	4	2,3	2,6	2,4	2,3	2,5	48	50	49	49	50
Kleine Röder	OBF302	4	2,1	5,4	4,4	5,1	5,4	64	72	67	66	71
Große Röder	OBF296	4	6,5	7,8	7,1	7,1	7,8	38	66	54	56	64
Große Röder	OBF292	4	0,6	1,8	1,1	0,9	1,6	37	54	44	43	52
Haselbach	OBF289	4	1,1	1,6	1,3	1,2	1,5	35	41	37	36	40
Pulsnitz	OBF288	4	1,4	1,6	1,4	1,4	1,6	40	50	45	44	48
Pulsnitz	OBF288	14	1,4	2,6	1,9	1,8	2,5	46	64	55	56	59

Pulsnitz	OBF287	4	1,3	1,5	1,4	1,5	1,5	47	57	53	55	57
Pulsnitz	OBF287	4	1,2	1,4	1,3	1,4	1,4	42	54	48	48	53
Hoy. Schwarzwasser	OBF280	4	0,8	1,1	1,0	1,1	1,1	26	31	29	30	31
EZG		**12**	**1,0**	**7,4**	**2,9**	**1,7**	**6,9**	**29**	**67**	**48**	**48**	**61**
				Eisen (mg/kg)					**Kupfer (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
Dobrabach	OBF309	4	90.00	108.00	103.50	108.00	108.00	43	54	50	50	54
Roter Graben	OBF308	4	42.30	51.300	45.675	44.550	49.410	80	99	92	94	99
Kleine Röder	OBF307	4	36.00	41.400	38.700	38.700	40.590	46	64	57	59	63
Kleine Röder	OBF302	4	39.60	41.400	40.500	40.500	41.130	64	108	77	69	96
Bezeichnung	**MKZ**			**Arsen (mg/kg)**					**Blei (mg/kg)**			
Große Röder	OBF296	4	36.00	42.300	38.700	38.250	41.220	66	90	77	77	89
Große Röder	OBF292	4	23.40	31.500	27.000	26.550	30.150	32	78	50	45	70
Haselbach	OBF289	4	27.00	28.800	28.125	28.350	28.800	30	38	34	34	37
Pulsnitz	OBF288	4	45.00	62.100	51.075	48.600	59.130	29	37	32	32	36
Pulsnitz	OBF288	14	35.10	63.000	44.036	40.950	55.350	36	69	47	46	51
Pulsnitz	OBF287	4	28.00	29.000	28.250	28.000	28.700	50	63	55	54	61
Pulsnitz	OBF287	4	24.00	30.000	27.250	27.500	29.400	42	54	47	46	53
Hoy. Schwarzwasser	OBF280	4	27.90	36.900	33.300	34.200	36.630	24	35	29	29	33
EZG		**12**	**27.00**	**103.50**	**42.176**	**38.700**	**50.535**	**29**	**92**	**54**	**50**	**77**
				Nickel (mg/kg)					**Thallium (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
Dobrabach	OBF309	4	55	77	66	66	74	0,34	0,36	0,35	0,35	0,36
Roter Graben	OBF308	4	64	67	66	66	67	0,42	0,57	0,52	0,54	0,56
Kleine Röder	OBF307	4	50	59	55	56	59	0,36	0,44	0,41	0,41	0,43
Kleine Röder	OBF302	4	47	90	59	49	78	0,13	0,71	0,54	0,67	0,70
Große Röder	OBF296	4	62	108	77	69	97	0,59	0,62	0,61	0,60	0,62
Große Röder	OBF292	4	26	54	40	40	52	0,33	0,41	0,36	0,36	0,40
Haselbach	OBF289	4	32	36	34	34	35	0,34	0,36	0,35	0,35	0,36
Pulsnitz	OBF288	4	41	46	43	44	46	0,31	0,40	0,34	0,34	0,38
Pulsnitz	OBF288	14	46	67	52	50	57	0,33	0,79	0,47	0,42	0,65
Pulsnitz	OBF287	4	40	46	43	43	46	0,24	0,31	0,28	0,28	0,30
Pulsnitz	OBF287	4	35	46	42	43	45	0,24	0,29	0,27	0,28	0,29
Hoy. Schwarzwasser	OBF280	4	31	43	37	37	42	0,17	0,32	0,27	0,30	0,32
EZG		**12**	**34**	**77**	**51**	**48**	**66**	**0,27**	**0,61**	**0,40**	**0,36**	**0,54**
				Zink (mg/kg)					**Quecksilber (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
Dobrabach	OBF309	4	357	459	397	387	446	0,13	0,50	0,33	0,34	0,47
Roter Graben	OBF308	4	502	544	529	536	544	0,29	0,39	0,34	0,33	0,37
Kleine Röder	OBF307	4	298	417	376	395	414	0,18	0,32	0,27	0,28	0,31
Kleine Röder	OBF302	4	374	519	440	434	498	0,23	0,42	0,35	0,38	0,42
Große Röder	OBF296	4	544	757	629	608	726	0,07	0,51	0,37	0,45	0,49
Große Röder	OBF292	4	170	459	293	272	418	0,14	0,35	0,24	0,23	0,33

Haselbach	OBF289	4	230	315	274	276	304	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16
Pulsnitz	OBF288	4	281	315	300	302	312	0,45	0,52	0,50	0,51	0,52
Pulsnitz	OBF288	14	255	476	357	353	423	0,34	0,83	0,62	0,67	0,74
Pulsnitz	OBF287	4	310	370	345	350	370	0,27	0,76	0,47	0,42	0,67
Pulsnitz	OBF287	4	290	350	330	340	350	0,29	0,87	0,51	0,44	0,78
Hoy. Schwarzwasser	OBF280	4	179	230	217	230	230	0,12	0,19	0,15	0,15	0,18
EZG		**12**	**217**	**629**	**374**	**351**	**520**	**0,15**	**0,62**	**0,36**	**0,34**	**0,51**

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Redaktion:
Referat 44 / Oberflächen- und Grundwasser
Ansprechpartnerin Sylvia Rohde
Telefon: +49 351 8928-4401
Telefax: +49 351 8928-4099
E-Mail: Sylvia.Rohde@smul.sachsen.de

Fotos:
Mirko Martin

Redaktionsschluss:
30.09.2013

Hinweis:
Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung. Die PDF-Datei kann im Internet unter http://www.smul.sachsen.de/lfulg heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.
Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Infor-mationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.
Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

8 Geogene Hintergrundwerte Weiße Elster



Abschlussbericht zum Werkvertrag

„Abschätzung von Hintergrundkonzentrationen für Schwermetalle im EZG Weiße Elster““

Dipl.-Chem. Mirko Martin

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH
Schwarze Kiefern 2
09633 Halsbrücke

Bearbeitungszeitraum: 08.10.2014 – 20.11.2015

8.1 Hintergrund und Zielstellung

Das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist der gute ökologische und chemische Zustand der Gewässer in der EU, der bis 2015 erreicht werden soll.
Für die Oberflächenwasserkörper des Einzugsgebietes der Weißen Elster werden immer wieder Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Metalle und Elemente gefunden. Neben Emissionen aus Bergbau, Industrie und Altlasten kommen grundsätzlich auch geogene Ursachen für diese Überschreitungen in Frage. Solche sind aus den Einzugsgebieten der Freiberger und Zwickauer Mulde sowie Schwarzen Elster und Spree bereits bekannt und gut dokumentiert (z.B. Greif et al. 2009a und 2010; Martin 2013)

Grundlage bildet die EG-Tochter-Richtlinie 2008/105/EG, die in ihrem Anhang I Teil B Nr. 3 (WRRL 2008) die Ausweisung geogener Hintergrundwerte zulässt: „Die Mitgliedstaaten können bei der Beurteilung der Überwachungsergebnisse anhand der Umweltqualitätsnormen folgende Faktoren berücksichtigen: a) natürliche Hintergrundkonzentrationen von Metallen und ihren Verbindungen (Cd, Pb, Hg, Ni), wenn diese die Einhaltung der Umweltqualitätsnorm verhindern …“, wobei die natürliche Hintergrundkonzentration für Metalle einen Zustand beschreibt, der frei von anthropogenen Belastungen ist.
Die OGewV führt dazu aus: „Berücksichtigung von natürlichen Hintergrundkonzentrationen: Ist für einen Schadstoff nach Anlage 5 oder 7 die natürliche Hintergrundkonzentration im zu beurteilenden Oberflächenwasserkörper größer als die Umweltqualitätsnorm, so legt die zuständige Behörde eine abweichende Umweltqualitätsnorm unter Berücksichtigung der Hintergrundkonzentration für diesen Oberflächenwasserkörper fest“.

Aufgrund der hohen geogenen Vielfalt in den Einzugsgebieten des sächsischen Grundgebirges ist dort die Ableitung regionaler Hintergrundkonzentrationen für kleinräumigere Gebiete erforderlich. Im Rahmen dieses Werkvertrages soll anhand von vorliegenden Daten und Studien geprüft werden, ob die genannten Überschreitungen geogene Ursachen haben könnten.

Mit der Richtlinie 2013/39/EU vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik werden für die prioritären Stoffe Blei und Nickel verschärfte Normen eingeführt, die 2015 auch in nationales Recht umgesetzt werden. Außerdem wird darin eine Änderung der Bewertungsgrundlage vorgenommen, indem sich die UQN auf bioverfügbare Konzentrationen der Stoffe bezieht.
Diese Änderungen rücken Gebiete der Weißen Elster in den Focus der Betrachtung, insbesondere hinsichtlich der Einträge von Nickel in die Saale.
Für Sachsen ergibt sich aus dem Beschluss der 144. LAWA-AO die Notwendigkeit von Betrachtungen zu geogenen Hintergrundkonzentrationen für weitere Stoffe neben den bereits geregelten.
Für die Oberflächenwasserkörper in den sächsischen Einzugsgebieten der oberen und unteren Weißen Elster werden im Zuge dieser Änderungen noch mehr, als bisher gefunden, Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Metalle und Elemente erwartet. Ziel der Bearbeitung ist es, anhand vorliegender Daten und Studien Abschätzungen von geogenen Hintergrundkonzentrationen vorzunehmen. Darüber hinaus sollen Regionen für vertiefende Messungen zur Verifizierung der Aussagen aufgezeigt werden.

In Anlehnung an die bisherige Vorgehensweise bei der Ableitung von speziellen Hintergrundkonzentrationen sollen für die OWK im Einzugsgebiet der Weißen Elster folgende Arbeitsschritte erfolgen:

- Charakterisierung der Oberflächenwasserkörper
- Aufnahme der geologischen Situation und der Mineralisationen für die Elemente nach OGewV sowie weitere ausgewählte Schwermetalle und Eisen
- Recherche signifikanter Belastungsquellen wie Halden und Sickerwässer unter Einbeziehung der Schwellenwerte der Grundwasserkörper in diesen Bereichen
- Berechnung der P90-Werte als Ausdruck geogener Hintergrundwerte in den Einzugsgebieten

Betrachtet werden die Elemente Ag, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn.

8.2 Anforderungen der WRRL und deren nationaler Umsetzung

Die gesetzliche Grundlage für die Wasserqualität in den Ländern der Europäischen Union bildet die im Jahre 2000 verabschiedete Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000), die ständig fortgeschrieben wird (WRRL 2006, WRRL 2008). Für Sachsen gilt nach Ablösung der SächsWRRLVO (2004) die „Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer“ vom 01.08.2010. Für Schwebstoffe bzw. schwebstoffbürtige Sedimente wurden für die Elemente As, Cr, Cu und Zn verbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) festgelegt. Weitere Normen sind für die Elemente Ag, Se, Tl, Ni und Pb sowie Cd und Hg enthalten

Die im Jahr 2000 durch das Europäische Parlament verabschiedete Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL) gibt die Rahmenbedingungen vor, um einen guten ökologischen und chemischen Zustand aller Gewässer Europas (Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser) zu erreichen. Die Mitgliedsstaaten sind hierbei die Verpflichtung eingegangen, Oberflächenwasserkörper zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, um bis 2015 diesen guten Zustand zu erreichen. Er wird durch biologische, hydromorphologische und chemisch-physikalische Qualitätskomponenten definiert.

In diesem Zusammenhang wurden in einer WRRL-Tochterrichtlinie Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik festgelegt. In Anhang X wurden 33 prioritäre Stoffe festgelegt, unter denen prioritäre gefährliche Stoffe besonders hervorgehoben werden, die toxisch, bioakkumulierend und persistent sind oder vergleichbaren Anlass zur Besorgnis geben. In diese letztgenannte Gruppe gehören neben Pestiziden auch Cadmium und Cadmiumverbindungen sowie Quecksilber und Quecksilberverbindungen. Die Einleitungen und Emissionen dieser Stoffe soll innerhalb der kommenden 20 Jahre weitgehend eingestellt werden, so dass sie langfristig nicht mehr in Gewässern und der Meeresumwelt auftreten.

Zur Umsetzung der EU WRRL für Sachsen wurde am 07.12.2004 die Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung (SächsWRRL-VO) erlassen: Diese wurde zwischenzeitlich durch die Oberflächengewässerverordnung abgelöst. Zusammen mit der Grundwasserverordnung legt sie die für Bewertungen erhobener Daten relevanten Umweltqualitätsnormen (UQN) fest. Die Einhaltung dieser Norm ist an Messstellen nachzuweisen, die die Belastungen der Oberflächenwasserkörper repräsentativ abbilden.

Änderungen im Entwurf der geänderten Oberflächengewässerverordnung

Am 12.08.2013 wurde die „RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik“ verkündet. Diese Richtlinie wird im Entwurf der geänderten Oberflächengewässerverordnung, die voraussichtlich am 22.12.2015 in Kraft tritt, umgesetzt.
Diese beinhaltet u.a.

- eine völlige Neuregelung der UQN für Arsen, durch Umstellung von Schweb/Sedimentgehalten auf gelöste Konzentration
- eine Absenkung der UQN für die Metalle Nickel und Blei
- Neufestlegung von UQN-ZHK für Blei, Nickel und Quecksilber

Diese Normen sind in Tabelle 64 dargestellt.

Tabelle 64: UQN der OGewV (Auszug der in dieser Studie betrachteten Parameter) unter Berücksichtigung der Neuregelungen

Parameter	Wert	Einheit	Kompartiment	Bezug	Bemerkungen
UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potenzials					
Arsen	~~40~~ **1**[1]	~~mg/kg~~ µg/l	~~Schweb/Sediment~~ gelöst	JD JD	
Chrom	640	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Kupfer	160	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Zink	800	mg/kg	Schweb/Sediment	JD	
Selen	3	µg/l	gelöst	JD	
Silber	0,02	µg/l	gelöst	JD	
Thallium	0,2	µg/l	gelöst	JD	
UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands – UQN prioritäre Stoffe					
Cadmium (UQN-JD)	≤0,08	µg/l	gelöst	JD	HKL 1 (<40 mg/l $CaCO_3$)
	0,08	µg/l	gelöst	JD	HKL 2 (<50 mg/l $CaCO_3$)
	0,09	µg/l	gelöst	JD	HKL 3 (<100 mg/l $CaCO_3$)
	0,15	µg/l	gelöst	JD	HKL 4 (<200 mg/l $CaCO_3$)
	0,25	µg/l	gelöst	JD	HKL 5 (≥200 mg/l $CaCO_3$)
Cadmium (UQN – ZHK)	≤0,45	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 1 (<40 mg/l $CaCO_3$)
	0,45	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 2 (<50 mg/l $CaCO_3$)
	0,6	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 3 (<100 mg/l $CaCO_3$)
	0,9	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 4 (<200 mg/l $CaCO_3$
	1,5	µg/l	gelöst	ZHK	HKL 5 (≥200 mg/l $CaCO_3$)
Blei (UQN-JD)	~~7,2~~ **1,2**[2]	µg/l	gelöst	JD	
Blei (UQN-ZHK)	**14**[3]	µg/l	gelöst	ZHK	
Quecksilber	~~0,05~~[4] **-**	µg/l	gelöst	JD	
Quecksilber	0,07	µg/l	gelöst	ZHK	
Nickel	~~20~~ **4**[2]	µg/l	gelöst	JD	
Nickel	**34**[3]	µg/l	gelöst	ZHK	

[1] UQN von Schweb/Sediment auf gelösten Anteil umgestellt

[2] geänderter UQN-Wert

[3] neu hinzugefügte UQN-ZHK

[4] UQN-JD gestrichen, nur noch UQN-ZHK gültig

Tabelle 65: Änderung von UQN prioritärer Stoffe (Entwurf der OGewV Stand 29.04.2015)

	UQN alt	UQN neu
Blei	7,2	1,2
Nickel	20	4

Darüber hinaus wurde bei Quecksilber die UQN-JD von 0,05 µg/l gestrichen, so dass künftig eine UQN-ZHK von 0,07 µg/l gilt.

OWK stehen gewöhnlich in Wechselwirkung mit dem Grundwasser. Daher können erhöhte Stoffkonzentrationen in GWK Auswirkungen auf das Oberflächenwasser haben. Die relevanten Schwellenwerte für das Grundwasser entsprechend GrWV sind in Tabelle 66 aufgeführt.

Tabelle 66: Schwellenwerte der GrwV (Auszug der im Projekt untersuchten Parameter)

Parameter	Wert	Einheit	Bezug
Arsen	10	µg/l	MW
Cadmium	0,5	µg/l	MW
Blei	10	µg/l	MW
Quecksilber	0,2	µg/l	MW

Ein Schwellenwert gilt an einer Messstelle als eingehalten, wenn das arithmetische Mittel der im Zeitraum von einem Jahr gemessenen Konzentrationen an dieser Messstelle kleiner oder gleich dem Schwellenwert ist.

Durch das LfULG wurden in Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für Wasserkörper, die Qualitätsprobleme aufweisen, erarbeitet. Diese wurden am 22.12.2009 veröffentlicht. Deren Umsetzung soll bis Dezember 2015 zu einem guten ökologischen und chemischen Zustand dieser Wasserkörper führen.

8.3 Gebietsbeschreibung

8.3.1 Geologie

Die Darstellung der geologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes erfolgt nach Pälchen & Walter(2008) und Pälchen (2009). Die beiden Teile des sächsischen EZG der Weißen Elster unterscheiden sich geologisch signifikant. Während der südliche Teil maßgeblich durch das Vogtländische Synklinorium der Vogtländisch-Mittelsächsischen Synklinalzone gebildet wird, herrschen im nördlichen Teil Bildungen des Tertiärs mit Braunkohleflözen und quartärer Bedeckung vor. Einen Überblick gibt Abbildung 11.
Die Gesteine mit der größten flächenmäßigen Verbreitung im EZG der Weißen Elster sind

- sedimentäre und vulkanogene Gesteine des Paläozoikums im Süden
- Granite des jüngeren Intrusivkomplexes: Granite von Bergensowie kleine Anteile der Granite von Kirchberg und Eibenstock
- Lockergesteine des Tertiärs und Quartärs im Norden

Charakteristische Gesteine im sächsischen Vogtland sind paläozoische Sedimente (Ordovizium bis Unterkarbon), in die basische Vulkanite (Diabase) eingelagert sind. Beide wurden variszisch gefaltet. Als jüngste Bildungen intrudierten in den ordovizischen Rahmen die spätvariszischen Granite von Bergen und Eichigt. Im Nordosten des südlichen Teils des sächsischen EZG der Weißen Elster treten paläozoische Gesteine des Rotliegend der Vorerzgebirgssenke auf. Periglaziäre Decken bildeten sich als jüngste Ablagerungen im Quartär („Gehängelehm“).

Lockergesteine des Tertiärs bilden im Nordteil des Untersuchungsgebietes das „Weißelsterbecken“. Faziell äußerst differenzierte Sedimente belegen mehrfache zyklische Wechsel von marinen Ingressionen, paralischen Flözbildungen und terrestrischen Schüttungen. Es handelt sich dabei vor allem um Sande, Schluffe und Tone mit Braunkohleflözen. Die intensive Gesteinsverwitterung unter subtropischen Klimaverhältnissen des Tertiärs ließ Kaolin-, Ton- und Quarzvorkommen entstehen.

Weite Teile des Untersuchungsgebietes weisen eine quartäre Bedeckung auf. Dabei herrschen die Bildungen der glazialen Serie vor:

- Endmoränen, d.h. aufgestauchte und aufgeschüttete Wälle an der Stirnseite der Endlage der Inlandvereisung
- Sander, die durch Sedimentation der Schmelzwässer, die von den Endmoränen abflossen, entstanden sind.
- Urstromtäler, die Ost-West gerichtet sind und als Abflussbahnen für die Schmelzwässer dienten.•
- Glaziale Hochflächen im Hinterland der Endmoränen, auf denen die ausgetauten Grundmoränen lagern und in denen sich später eiszeitliche Seen oder Becken herausbildeten

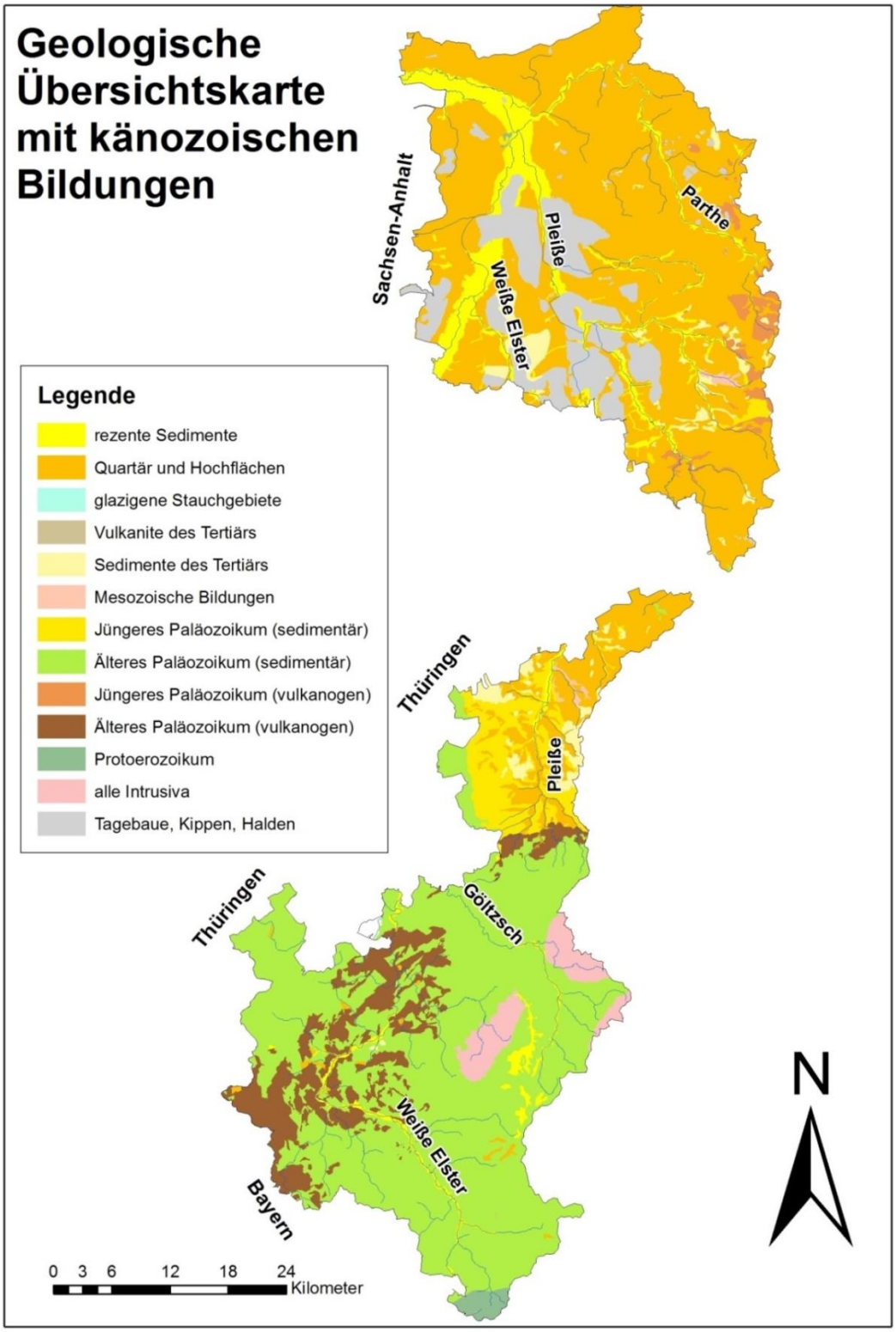


Abbildung 11: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes (Basis: GÜK400 des Freistaates Sachsen)

Lithogeochemie

Die Charakterisierung der lithogeochemischen Verhältnisse erfolgt anhand der Daten des Geochemischen Atlasses von Sachsen (Kardel et al. 1996) sowie Pälchen (2009).

Das EZG der Weißen Elster lässt sich lithologisch in drei Teilgebiete gliedern. Diese sind zusammen mit einer kurzen Charakterisierung in Tabelle 67 dargestellt.

Tabelle 67: Lithologische Charakteristik des EZG der Weißen Elster

Teilgebiet	Charakteristik
Gebiet des oberen Vogtlands (südlicher Bereich des südlichen Teil-EZG)	– flächenmäßig dominiert von altpaläozoischen Phylliten, Tonschiefern und Grauwacken – in diese eingelagert basische Vulkanite (Diabase und Diabastuffe) – kleinere Areale Granit (Bergener Granit, Südwest-Rand des Kirchberger Granits, äußerster westlicher Rand des Eibenstocker Granits
Gebiet der oberen Pleiße (nördlicher Bereich des südlichen Teil-EZG)	– dominiert von Rotliegend-Sedimenten (Konglomerate, Sandsteine) – kleine Areale altpaläozoischer Phyllite – stellenweise Tertiär-Sedimente und Löß/Lößlehm-Bedeckung
Unterlauf von Weißer Elster und Pleiße (nördliches Teil-EZG)	– in der Südostecke Sedimente und saure Vulkanite des Perm – dominiert von quartären Bildungen: Grundmöranen, Schmelzwasserbildungen – stellenweise Tertiär-Sedimente und Löß/Lößlehm-Bedeckung – ausgedehnte Aufschüttungen (Kippen und Tagebaue des Braunkohlenbergbaus)

Das EZG der Weißen Elster ist damit lithologisch relativ vielfältig und inhomogen.
Die Lithogeochemie bildet die Basis für die chemische Zusammensetzung der Böden und Oberflächenwässer. Erhöhte Elementgehalte der Gesteine wirken sich auf die Zusammensetzung der Oberflächengewässer vor allem dann signifikant aus, wenn Gesteine mit erhöhten Gehalten große flächenmäßige Verbreitung besitzen und eine anthropogene Freisetzung erfolgt. Letzteres tritt auf, wenn große Gesteinsoberflächen der Verwitterung ausgesetzt werden, z.B. in Tagebauen, Steinbrüchen und Aufhaldungen bzw. Kippen.
Die mittleren Elementgehalte der Gesteine, die in den EZG der Weißen Elster auftreten, sind in Tabelle 68 dargestellt. Zu beachten ist, dass von dem in dieser Studie zu betrachtenden Elementspektrum für Ag, Ba, Ca, Fe, Ti, Co und Se keine Angaben vorliegen. Bei Cd, B, Be, Tl , Hg und V treten größere Lücken in der Datenmatrix auf.

T**abelle 68: Mittlere Elementgehalte der relevanten petrogeochemischen Einheiten (Pälchen et al. 2009)**

Gestein		**As**	**Pb**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Ni**	**B**	**Be**	**Tl**	**Zn**	**Hg**	**U**	**V**
Phyllite (Kambrium-Ordovizium)	p	**9,0**	**21**	**0,2**	**70**	**27**	**40**	**60**	**3,7**	0,6	**110**	0,03	1,4	**100**
Basische Vulkanite (Ordovizium-Unterkarbon)	v	**6,0**	11	0,1	**145**	**58**	**80**	**54**	1,0	0,1	**140**	0,03	1,7	**240**
Tonschiefer, Grauwacken (Ordovizium-Unterkarbon)	t	**14**	14	**0,2**	**82**	**31**	**39**	**49**	3,0	0,7	**94**	**0,08**	2,1	**120**
Granite fluorarm (OIC) (Oberkarbon-Perm)	γ^1	**5,0**	**30**	**0,2**	4,5	2,0	3,5	**24**	**6,0**	**2,0**	35	**0,07**	**8,8**	15
Saure Vulkanite Oberkarbon-Perm)	λ	**21**	**23**	0,1	7,0	6,2	3,0	16	2,5	0,6	**55**	0,03	**5,1**	6,5
Granite fluorreich (YIC) (Oberkarbon-Perm)	γ^2	**18**	**20**	0,1	2,5	2,0	2,0	**30**	**7,5**	**5,0**	**65**	0,04	**11**	1,5

Sedimente des Rotliegenden (Perm)	P1	**21**	**25**	**0,4**	**50**	**22**	**22**	**55**	2,5	0,7	**100**	0,03	**4,4**	32
Sedimente des Zechsteins (Perm)	P2	**30**	**57**	k.A.	**73**	**58**	**25**	k.A.	k.A.	k.A.	**105**	k.A.	**3,3**	k.A.
Sedimente der Trias (Trias)	T	**24**	**28**	k.A.	**52**	**54**	**30**	k.A.	k.A.	k.A.	36	k.A.	**3,1**	k.A.
tertiäre Sedimente (Tertiär)	TT	**12**	**28**	k.A.	**59**	13	**21**	**42**	k.A.	k.A.	11	k.A.	**3,1**	k.A.
Grundmoräne (Quartär)	g	**10**	**26**	**0,3**	**45**	12	13	**45**	1,2	0,4	49	**0,1**	1,2	43
Schmelzwasser-ablagerungen	gf	2,0	12	0,1	17	2,5	3	**55**	2,5	0,4	10	0,02	1,4	k.A.
pleistozäne Flussterrassen	f[1]	**16**	**25**	k.A.	**43**	**20**	16	10	1,0	0,3	**54**	k.A.	0,7	17
Löß, Lößlehm	e	**8,0**	**35**	**0,3**	**56**	**15**	18	**60**	1,7	0,5	50	0,02	2,1	**60**
Auensedimente	f[2]	**20**	**35**	k.A.	**54**	**24**	18	**30**	**4,1**	k.A.	**90**	k.A.	**4,4**	k.A.
Clarke der oberen Kruste		*2*	*17*	*0,1*	*35*	*14*	*19*	*17*	*3,1*	*0,75*	*52*	*0,06*	*2,5*	*53*

fett: Anreicherung < doppelter Clarkewert **fett unterstrichen**: Anreicherung ≥ doppelter Clarke-Wert

Die lithogeochemischen Bedingungen lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Bis auf die sandigen Schmelzwasserablagerungen sind alle Gesteine des Untersuchungsgebietes mehr oder weniger stark mit As angereichert (> doppelter Clarke).
- Blei ist zwar in fast allen Gesteinen angereichert, Werte > doppelter Clarke finden sich jedoch nur in den stärker tonigen Löß/Lößlehm-Ablagerungen, den Auensedimenten sowie den Zechstein-Bildungen.
- In den Sedimenten des Zechsteins deuten erhöhte Gehalte an As, Pb, Cr, Cu, Zn einen Zusammenhang mit der Kupferschieferbildung an.
- Bei Thallium sind die hohen Gehalte in den Graniten hervorzuheben. Alle anderen Gesteine zeigen keine Anreicherung.
- Bor ist ubiquitär angereichert.
- Beryllium findet sich erwartungsgemäß vor allem in den Graniten angereichert.

Für die Fließgewässer relevante Elementanreicherungen sind

- Arsen in fast allen auftretenden Gesteinen
- Nickel in den altpaläozoischen Gesteinen (Phyllite, Diabase/Diabastuffe, Tonschiefer/Grauwacken

8.3.2 Mineralisationen, Vererzungen, Bergbau

Das sächsischen Vogtland ist altes Bergbaugebiet, in dem über Jahrhunderte vor allem Kupfer, Eisen und im 20. jahrhundert Flußspat und Uranerz gewonnen wurden. Es tritt eine Vielzahl von Lagerstätten auf, die jedoch im Gegensatz zum benachbarten Erzgebirge meist nur geringen Umfang aufwiesen. Die Vererzungen sind daher extensiv verbreitet, weisen aber nur geringe Intensität auf. In Tabelle 69 sind die die Bergbaureviere in den beiden Bergbaufeldern des Vogtlandes ausgewiesen. Abbildung 12 zeigt die wichtigen Erz- und Mineralgänge des Untersuchungsgebietes. Die bedeutenden Vererzungen sind in Tabelle 70 näher charakterisiert.

Tabelle 69: Bergbaureviere im Bergbaubezirk Vogtland (LfULG 1997, GKZ 2008)

Bergbaurevier	Charakteristik
Bergbaufeld Plauen	
Planitz	Eisenerzgruben geringer Bedeutung
Neumark	Eisenerzgruben (oxidisch)
Reichenbach	Eiserzgruben geringer Bedeutung, Alaunschieferbergbau
Pöhl	extensiv verbreiteter Eisenerzbergbau
Pechtelsgrün	bedeutender Wolframerzbergbau
Plauen	Cu (Pb, Ag)-Bergbau geringer Bedeutung
Zobes-Bergen	intensiver Uranerzbergbau der „Wismut“
Tirpersdorf	Wolframerzbergbau geringer Bedeutung
Bergbaufeld Oelsnitz	
Geilsdorf	Eisenerzgruben geringer Bedeutung, Flussspatmineralisation
Berglas	unbedeutender Cu- und Fe-Bergbau
Schönbrunn-Bösenbrunn	intensiver Flussspatbergbau
Wiedersberg	Flussspatbergbau geringer Bedeutung
Eichigt-Leubetha	Eisenerzgruben geringer Bedeutung

Die bedeutendsten Bergbaustandorte im Südteil des sächsischen EZG der WeißenElster waren

- das Uranerzbergbaurevier Zobes - Bergen
- das Flussspatbergbaurevier Schönbrunn

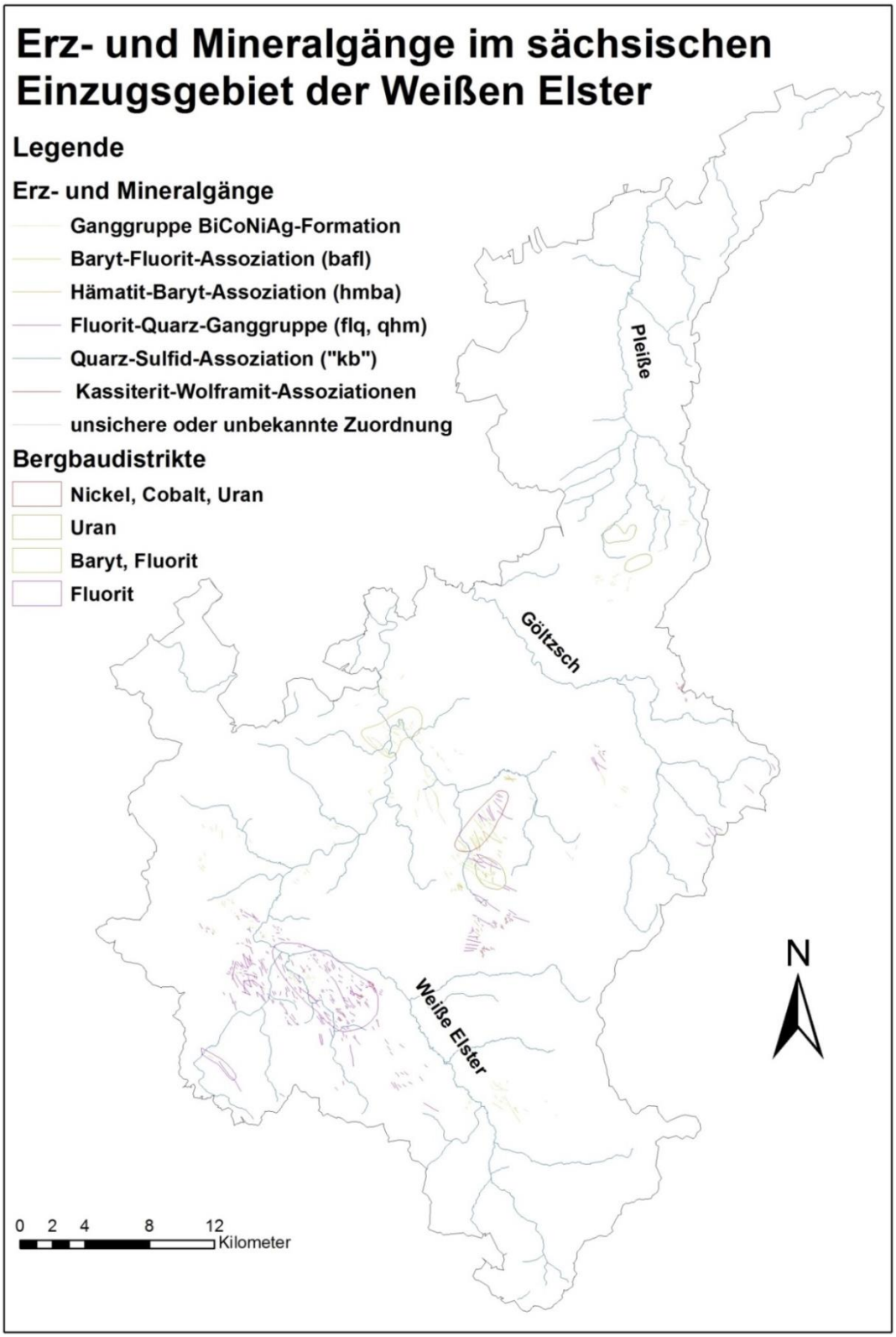


Abbildung 12: Erz- und Mineralgänge sowie Bergbaudistrikte im Südteil des EZG der Weißen Elster (Greif&Klemm 2009)

Tabelle 70: Mineralisationen und Vererzungen im Einzugsgebiet der Weißen Elster

Mineralisation	Lage	Teileinzugs-gebiet	Charakteristik	Auswir-kungen
Vererzungen (GKZ 2008)				
Schnarrtanne	Ostgrenze des EZG südlich Schnarrtanne	Göltzsch	Gangstruktur mit Baryt- und geringer Uranmineralisation, erkundet aber nur geringfügig abgebaut	sehr gering
Pechtelsgrün	nordöstlich Lengenfeld	Göltzsch	Wolframlagerstätte (Ganglagerstätte), bedeutend, weitgehend abgebaut	gering
Neumark-Hauptmannsgrün	zwischen Neumark und Haupt-mannsgrün	Pleiße Oberlauf	schichtgebundene Uranlagerstätte, erkundet aber nicht abge-baut	keine
Eich	südwestlich Lengenfeld	Göltzsch	Wolframlagerstätte (Ganglagerstätte), geringer Umfang, weitgehend abgebaut	keine
Zobes	östlich Plauen	Weiße Elster Oberlauf	Uranlagerstätte (Ganglagerstätte), bedeutend, weitgehend abgebaut (4.673,1 t Uran)	gering
Bergen	östlich Plauen	Weiße Elster Oberlauf	Uranlagerstätte (Ganglagerstätte), geringer Umfang, weitge-hend abgebaut	gering
Tirpersdorf	nordöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Wolframlagerstätte (Ganglagerstätte), geringer Umfang, weitgehend abgebaut (162,4 t Uran)	sehr gering
Tirpersdorf-Uran	nordöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Uranlagerstätte (Ganglagerstätte), geringer Umfang, weitge-hend abgebaut	sehr gering
Jocketa	nordöstlich Plauen	Weiße Elster Oberlauf	Gangstruktur mit Baryt- und Fluoritmineralisation, geringer Umfang, nicht abgebaut	keine
Lauterbach bei Ölsnitz/V.	südöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Zinn- und Fluoritlagerstätt (Ganglagerstätte), geringer Um-fang, weitgehend abgebaut	keine
Lauterbach i. V.	südöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Skarnmineralisation (Eisenerz), geringer Umfang, teilweise abgebaut	keine
Schönbrunn	südöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Gangstruktur mit Fluorit- und Barytmineralisation, bedeutend, teilweise abgebaut	gering
Bösenbrunn - Grüne Tanne	südöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Gangstruktur mit Fluorit- und Barytmineralisation, bedeutend, teilweise abgebaut	gering
Wiedersberg		Weiße Elster Oberlauf	Gangstruktur mit Fluorit- und Barytmineralisation, bedeutend, weitgehend abgebaut	sehr gering
Triebel	südöstlich Ölsnitz	Weiße Elster Oberlauf	Gangstruktur mit Fluoritmineralisation, geringer Umfang, teilweise abgebaut	keine

Die mit Abstand bedeutendsten Vererzungen sind Zobes-Bergen (Uran) und Schönbrunn-Bösenbrunn-Grüne Tanne (Flußspat). Außerdem findet sich im Bereich des Vogtlandes eine Vielzahl kleiner Erzgänge, die Eisenerze (Siderit, Limonit), Schwerspat sowie geringe Mengen Kupfererze führen und in früherer Zeit abgebaut wurden. Aufgrund des geringen Umfangs und der geringen Schwermetallführung sind von diesen keine Auswirkungen auf die Fließgewässer zu erwarten.
Als Hinterlassenschaft des Bergbaus ist die IAA Lengenfeld zu werten, in der die Tailings der Erzaufbereitung Lengenfeld (verarbeitete Erze: Wolfram → Uran.→.Fluß- und Schwerspat) deponiert wurden.

8.3.3 Boden

In Tabelle 71 sind die Bodenregionen des Untersuchungsgebietes gemäß Kardel et al. 1996 aufgeführt. Es handelt sich dabei vor allem um Böden der Berg- und Hügelländer, Böden der Löß- und Sandlößlandschaften und Böden der Altmoränenlandschaften.

Tabelle 71: Bodenregionen im EZG der Weißenr Elster (Kardel et al. 1996)

Fließgewässerabschnitt	Bodenregion	Zuordnung
Oberlauf der Weißen Elster	Vogtländisches Kuppenland, Elstergebirge	Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Ton- und Schluffschiefern
Oberlauf der Pleiße	Vorerzgebirgisches Becken	Böden der Löß- und Sandlößlandschaften
Unterlauf von Weißer Elster und Pleiße	Leipziger Lößtiefland	Böden der Löß- und Sandlößlandschaften

Aus der Charakteristik der Bodenregionen leiten sich die vorkommenden Bodenarten ab. Die flächenmäßig am weitesten verbreiteten Böden sind in Tabelle 72 aufgeführt.

Tabelle 72: Wichtige Böden im Einzugsgebiet Weiße Elster – Spree (KARDEL et al. 1996)

Gebiet	vorherrschende Böden
Oberlauf der Weißen Elster	▪ Ranker und Braunerde aus Hanglehm über basenreichem magmatischem Festgestein ▪ Podsol-Braunerde aus Hanglehm über basenarmem metamorphem Festgestein ▪ Braunerde-Podsol aus Hanglehm über basenarmem magmatischem oder metamorphem Festgestein
Oberlauf der Pleiße	▪ Pseudogley aus lößbeeinflusstem Hanglehm über basenarmen tonig-schluffigen Rotliegendsedimenten ▪ Pseudogley aus lößbeeinflusstem Hanglehm über basenarmen kiesig-sandig-lehmigen Rotliegendsedimenten ▪ Pseudogley aus Löß über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein
Unterlauf von Weißer Elster und Pleiße	▪ Parabraunerde aus Sandlöß, örtlich über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein ▪ Pseudogley aus Sandlöß über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll, tertiärem Ton oder Festgestein ▪ Braunerde aus lehmigen periglaziären Sanden über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvisand oder Fluvigeröll ▪ Schwarzerde aus Sandlöß, örtlich über tiefem Moränenlehm, Schmelzwassersand, Fluvigeröll oder Festgestein ▪ Vega, Gley und Auengley aus Fluviton, -lehm, -schluff oder -sand über Fluvigeröll ▪ Rohböden und Ah/C_Böden aus anthropogenen Bildungen natürlicher Herkunft (Kippböden der Bergbaufolgelandschaften)

Hinweise auf signifikante hydrochemische Wirkungen auf die Oberflächengewässer wurden nicht gefunden.

8.3.4 Grundwasser

Seitens des AG wurden eine Access-Datei mit den Gütedaten der relevanten GWK des EZG der Weißen Elster übergeben. Daraus wurden über den jeweiligen Monitoringzeitraum die Element-Mittelwerte berechnet. Messstellen mit erhöhten Gehalten (>Schwellenwert der GrwV, bei Ni > 10 µg/l) sind in Tabelle 73 dargestellt. Extremwerte wurden besonders hervorgehoben. Außerdem sind die Zuordnung zum betreffenden Teil-EZG, das potenziell betroffene Oberflächengewässer sowie mögliche Belastungsursachen angegeben.

Tabelle 73: Grundwassermessstellen mit Überschreitungen der GRW-Schwellenwerte (bei Ni > 10 µg/l)

GWK	MKZG	Messstelle	Element	MW	Einheit	Teil-EZG	Zuordnung Oberflächengewässer	mögliche Ursache
SALGW043	54388004	Syrau, QG Sportplatz	Ni	14,4	µg/l	WE Oberlauf	Syrabach	nicht erkennbar
	57396001	Brunnen JüdenlohinSohl, Flurst. 491	Ni	11,2	µg/l		Rauner Bach	nicht erkennbar
SALGW044	53392001	Rotschau,Quelle	Cd Ni	0,7 20,2	µg/l µg/l	Göltzsch	Raumbach	nicht erkennbar
SALGW053	53406001	Hauptmannsgrün, HyHgrue 102/85	Ni	16,1	µg/l	Pleiße Oberlauf	Raumbach	nicht erkennbar
	53406003	Gospersgrün, B 1/04	Ni	10,7	µg/l		Neumarker Bach	nicht erkennbar
SALGW056	50420006	Wernsdorf, SB	Ni	22,7	µg/l	WE Unterlauf Ost	Erlsbach, Leuba	Kies- und Sandtagebaue
SALGW058	4741W038_1	Belgershain, Park GWMS 038-1	Cd Ni	12,7 **105,4**	µg/l µg/l	WE Unterlauf Ost	im Norden Threne, im Süden Göselbach/Neue Gösel	im Osten Kiesgruben (Kleinpösna, Pomßen) und Porphyrbruch, im Westen ehem. Tgb. Störmthal
	4741W039_1	Otterwisch, Ecke GWMS 039-1	Ni	**63,9**	µg/l			im Nordosten Kiesgruben (Kleinpösna, Pomßen und Porphyrbruch), im Nordwesten ehem. Tgb. Störmthal
SALGW059	49417009	Frohburg, OT Nenkersdorf, HyNkd2/94 (Br. 13)	As	12,6	µg/l	WE Unterlauf West	Harthbach, Bürschgraben	ehem. Braunkohlenbergbau (Harthsee)
	47398020	Zwenkau, GWM 6/01	Ni	**241,0**	µg/l		Batschke, WE	ehem. Braunkohlenbergbau (Zwenkau)
	47400055	Leipzig, Meusdorf, B4/90, Dep.Leinestr,sü. Görl Weg	Ni	12,6	µg/l		Leinegraben	ehem. Braunkohlenbergbau
	47400057	Leipzig, B3/92	Ni	13,4	µg/l		Pleiße	Stadtgebiet Leipzig
	47400091	Markkleeberg, P1	Ni	**42,5**	µg/l		Pleiße	ehem. Braunkohlenbergbau
	48403000	Böhlen, ÖGP_GWM256A	Ni	15,6	µg/l		Faule Pfütze, Pleiße	ehem. Braunkohlenbergbau, Industrie
	48410004	Kesselshain,P2/92	Ni	8,9	µg/l		Eula	ehem. Braunkohlenbergbau (Witznitz)

GWK	MKZG	Messstelle	Ele-ment	MW	Einheit	Teil-EZG	Zuordnung Oberflächengewässer	mögliche Ursache
	474100 12_1	Naunhof, Fas-sung Straße WWII, B 4/94	Cd	**4,3**	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	474100P7	Naunhof, B 7/93	Cd	**1,7**	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410405	Lindhardt,Forst	Cd	**1,0**	µg/l		Gladegraben, Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410412	Naunhof - Lind-hardt Straße, B 20412/66	Cd Ni	**6,7** **260,1**	µg/l µg/l		Gladegraben, Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	4741T0001	Naunhof, temp1	Cd	**1,3**	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	4641S 0002_2	Brandis, Lysime-ter 2 WSG Diehsa unten	Ni	11,2	µg/l		Faule Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410012_1	Naunhof, Fas-sung Straße WWII, B 4/94	Ni	**153,4**	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	474100P7	Naunhof, B 7/93	Ni	**91,5**	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410405	Lindhardt,Forst	Ni	**110,1**	µg/l		Gladegraben, Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
SAL GW 060	47410409	Naunhof,Forst	Ni	**46,8**	µg/l	WE Unterlauf Ost	Gladegraben, Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410B11	Pomßen, Feld-weg, B 11/94	Ni	18,2	µg/l		Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410B13	Pomßen - Grethen Straße, B 13/94	Ni	18,7	µg/l		Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47410P10	Naunhof,WWII Richtung Köhra, B 10/94	Ni	18,3	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	4741T0001	Naunhof, temp1	Ni	55,0	µg/l		Pösgraben, Threne, Parthe, Saubach	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	4741T0004	Klinga, HyKga 1/2008	Ni	12,4	µg/l		Klengelgraben, Parthe	Kiestagebaue, Porphyrbrüche
	47420004	Großbardau, HyGrbu 1/08	Ni	10,5	µg/l		Parthe Oberlauf	nicht erkennbar
	47420005	Großbardau, HyGrbu 2/08	Ni	13,4	µg/l		Parthe Oberlauf	nicht erkennbar
	47420006	Großbardau, GWM 2/10 Bött-gerweg	Ni	11,0	µg/l		Parthe Oberlauf	nicht erkennbar
	4742W043	Großbuch-Groß-bardau GWMS 043	Ni	**30,8**	µg/l		Parthe Oberlauf	nicht erkennbar
	48427004	Ballendorf, Parthequelle	Ni	14,4	µg/l		Parthe Oberlauf	nicht erkennbar

fett unterstrichen: Extremgehalte (Cd > 1 µg/l, Ni> 30 µg/l)

Die Elementkonzentrationen in den Grundwässern wurden in die Auswertung hinsichtlich der OWK einbezogen. Es ergaben sich jedoch keine Hinweise auf eine signifikante Beeinflussung der OWK durch das Grundwasser. Stellenweise ergaben sich Hinweise, dass OWK und GWK durch die gleiche Quelle beeinflusst werden.

8.3.5 Altlasten

Seitens des AG wurde ein SALKA-Auszug für das EZG der Weißen Elster in Sachsen bereitgestellt. Dieser enthielt 156 Datensätze unterschiedlichster Art. Gemäß den Eintragungen erfolgte in den Altstandorten vor allem Umgang mit organischen Verbindungen, die hinsichtlich Emissionen relevant sein können.

Zur Aufbereitung der Daten für die Auswertung wurden folgende Schritte unternommen:

- Eliminierung der Einträge mit dem Handlungsbedarf „Ausscheiden“
- Eliminierung der Einträge mit Volumina < 50.000 m3 (Altlast ist zu klein, um OWK zu beeinflussen)
- Eliminierung Altstandorte, wie Tankstellen, Werkstätten (hauptsächlich Handhabung von organischen Materialien)

Altlast KZ	Art	Volumen (m^3)	KATEGORIE	ALTLASTBEZ	Gemeinde	Kreis	Ortsteil
65800271	Altablagerung	150000	altlastverdächtige Fläche	verfüllte Wasserfläche Viadukt / Weiße Elster	Leipzig, Stadt	Leipzig, Stadt	Möckern
65800276	Altablagerung	50000	altlastverdächtige Fläche	verfüllte Wasserfläche Weiße Elster	Leipzig, Stadt	Leipzig, Stadt	Möckern
66000156	Altablagerung	1000000	sanierte Altlast	Altablagerung Am Glockenberg	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Straßberg
66001101	Altablagerung	60000	sanierte Altlast	Deponie Geyerhalde / Possigdeponie SZW	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Possig
66001201	Altablagerung	50000	sanierte Altlast	Ehem. Aschedeponie der SZW (Teil Plauen)	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Westend
66001202	Altablagerung	143000	sanierte Altlast	Innerbetriebliche Glaubersalzdeponie SZW	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Possig
66001203	Altablagerung	80000	altlastverdächtige Fläche	Aufhaldung Weißer Stein	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Mitte
66001301	Altablagerung	50000	sanierte Altlast	Klärschlammabsatzbecken SZW	Plauen, Stadt	Vogtlandkreis	Westend
74100331	Altablagerung	60000	sanierte Altlast	AA Deponie Wehlitz	Schkeuditz, Stadt	Nordsachsen	Wehlitz
78410019	Altablagerung	50000	altlastverdächtige Fläche	Altablagerung Elsterwiese	Elsterberg, Stadt	Vogtlandkreis	Elsterberg
78420032	Altstandort	260000	altlastverdächtige Fläche	Kunstseidenwerk	Elsterberg, Stadt	Vogtlandkreis	Ortslage

Die Altlastenstandorte wurden in die Auswertung mit einbezogen, es wurden jedoch keine deutlichen Hinweise auf eine Beeinflussung der Wasserqualität der OWK gefunden.

8.4 Recherche und Auswertung vorhandener Datenbestände

8.4.1 Verwendete Daten und Materialien

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- OW-Beschaffenheitsdaten EZG Weiße Elster 1999 – 2014 (jeweils Wasser und Schwebstoff/Sediment)
- Geologische Übersichtskarte von Sachsen 1992-1995 (GÜK 400)
- SALKA-Auszug für das EZG Weiße Elster
- Daten des LfULG-Grundwassernetzes
- TK 25

Für die Wässer liegt eine gute Datenbasis vor. Daher wurde aus Gründen der Aktualität der Zeitraum 2012-2014 verwendet.
Für Schwebstoffe/Sedimente ist der Datenbestand viel geringer, so dass der Zeitraum seit 2002 verwendet wurde. Es wurden nur Daten der Probenahme mittels Sammelkiste berücksichtigt.
In die Auswertung wurden nur die Daten der Zuflüsse zur Weißen Elster einbezogen. Die Daten der Hauptflussläufe wurden außer Betracht gelassen, da in diesen eine stärkere anthropogene Beeinflussung sowie eine starke Vermischung von Einflüssen zu erwarten ist.

8.4.2 Methodik

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung war es zunächst notwendig, die OWK mit signifikanten Gehalten an Schwermetallen, Arsen und Selen herauszuarbeiten. Anschließend erfolgte eine schrittweise Eliminierung von Messstellen mit anthropogen bedingter Belastung durch Abgleich mit den Daten des SALKA, des Bergbaus und der Industrie.
Ausgangspunkt der Bearbeitung war daher eine statistische Auswertung der OW-Beschaffenheitsdaten. Aus Gründen der Aktualität erfolgte dabei eine Beschränkung auf die Jahre 2012 - 2014. Auf ältere Daten wurde nur zurückgegriffen, wenn aus dem Zeitraum 2010 - 2012 nicht genügend Daten vorhanden waren.

Die Bearbeitung erfolgte in den Schritten:

- Festlegung von geologisch ausreichend homogenen Teil-EZG anhand der recherchierten geologischen Daten
- Extraktion der relevanten hydrogeochemischen Daten aus den Datenbanken „EZG Weiße Elster“
- Einbeziehung der Elemente Ag, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Ti, Tl, U, V, Zn sowie pH und DOC
- statistische Auswertung der Wasser- und Sedimentdaten für die relevanten Messstellen: Probenzahl, Minimum, Maximum, Mittelwert, 90-Perzentil
- Ordnen der Daten nach den festgelegten Teil-EZG
- Berechnung der 90-Perzentile für die Teil-EZG aus den Mittelwerten als „vorläufige P90-Werte“
- Herausarbeiten der Messstellen mit erhöhten Werten für die „Gelöst“-Gehalte Reihenfolge: Werte >= QN-JD der OGewVO → Werte >= P90 des Teil-EZG → Werte > Mittelwert des Teil-EZG
- Abgleich der Messstellen mit erhöhten Werten mit den recherchierten Mineralisationen, Bergbau, SALKA-Daten, Grundwasserdaten und bestehenden Industrien, um anthropogene Quellen auszuschließen
- Eliminieren der Messstellen mit anthropogenem Einfluss aus den Datensätzen
- Berechnung der endgültigen P90-Werte für die Teil-EZG als Maß für den geogenen Hintergrund
- Berechnung der Werte für Nickel aus pH, DOC und Bioverfügbarkeitsfaktoren

8.4.3 Korngrößen der Sedimente

Ab 2012 wurde in Sachsen auf Empfehlung der EU WRRL (Wasserrahmenrichtlinie) die Untersuchung von Schwebstoffen bzw. schwebstoffbürtigem Sediment generell für alle Parameter von der Fraktion < 20 µm- auf die < 63 µm umgestellt. Dies schränkt potenziell die Vergleichbarkeit der vor bzw. ab 2012 erhobenen Sedimentdaten ein.
Seitens der BfUL wurden aus Vergleichsuntersuchungen beider Fraktionen für die Messstelle Schmilka/Elbe Umrechnungsfaktoren für einige Parameter abgeleitet. Für die Messjahre 2010 und 2011 zeigte sich, dass das Verhältnis der Metallgehalte der 20 µm - zur 63 µm - Fraktion davon abhängig ist, wie hoch der prozentuale Anteil der 20 µm - Fraktion an der Gesamtprobe und somit auch an der 63 µm - Fraktion ist (Rohde (2013)).

In Tabelle 74 sind die mittleren Umrechnungsfaktoren für die Sedimentfraktionen dargestellt.

Tabelle 74: Mittlere Umrechnungsfaktoren

Parameter	mittlerer Faktor
Arsen	0,9
Blei	0,9
Cadmium	0,85
Chrom	0,8
Eisen	0,9
Kupfer	0,9
Nickel	0,9
Thallium	0,9
Zink	0,85
Quecksilber	0,9

In Martin 2013 wurde für das EZG Schwarze Elster ein Vergleich verschiedener Umrechnungsarten durchgeführt:

4. nicht umgerechnete Werte
5. mit den ergänzten korngrößenabhängigen Faktoren der BfUL umgerechnet
6. mit den mittleren Faktoren umgerechnet.

Der Vergleich zeigte, dass die nicht umgerechneten Werte erwartungsgemäß stärker nach oben abwichen. Die Ergebnisse mit den korngrößenabhängigen und den mittleren Faktoren stimmten hingegen recht gut überein (Abweichung -3,3 bis +6,7 %). In Anbetracht der generell beträchtlichen Unsicherheiten bei der Faktorberechnung wurden daher die mittleren Faktoren für die Umrechnung als völlig ausreichend angesehen.
Da das EZG der Weißen Elster eine ähnliche Charakteristik aufweist (Kristallin im Oberlauf, tertiäre Lockergesteine im Unterlauf) wurde die Berechnung zu den Sedimenten mit den mittleren Faktoren durchgeführt.

8.4.4 Abgrenzung der Teil-Einzugsgebiete

Die EZG der Weißen Elster besteht wegen der administrativen Gegebenheiten (Landesgrenzen von Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt) auf sächsischem Gebiet aus zwei getrennten Teil-EZG.
Das südlich Teil-EZG liegt mit seinem südlichen Teil dabei in den altpaläozoischen Grundgebirgseinheiten des oberen Vogtlandes, der nördliche Teil im Bereich der jungpaläozoischen Sedimente (u.a. Rotliegend).
Das Nördliche Teil-EZG der Weißen Elster liegt im Bereich des Deckgebirges des Tertiärs. Es lässt sich in einen westlichen Teil mit starker Beeinflussung durch den Braunkohlenbergbau (Tagebaue, Restseen, Kippen) und einen östlichen Teil ohne diesen Einfluss unterteilen.

Im Ergebnis dieser Betrachtung und unter Berücksichtigung der geologischen Bedingungen (Abbildung 11) wurde das EZG der Weißen Elster in folgende Teil-EZG unterteilt, von denen eine weitgehende Homogenität angenommen werden kann (siehe Tabelle 75).

Tabelle 75: Untergliederung in Teil-EZG

Teil-EZG	Charakteristik
Weiße Elster Oberlauf	älteres Paläozoikum des oberen Vogtlandes (sedimentär und vulkanogen)
Göltzsch	älteres Paläozoikum des oberen Vogtlandes (sedimentär, variszische Intrusiva)
Pleiße Oberlauf	jüngeres Paläozoikum (überwiegend Rotliegend), Quartär-Bedeckung
Weiße Elster Unterlauf West	Sedimente des Tertiärs, Quartär-Bedeckung, starker Einfluss des Braunkohlenbergbaus
Weiße Elster Unterlauf Ost	Sedimente des Tertiärs, Quartär-Bedeckung, starker Einfluss des Braunkohlenbergbaus

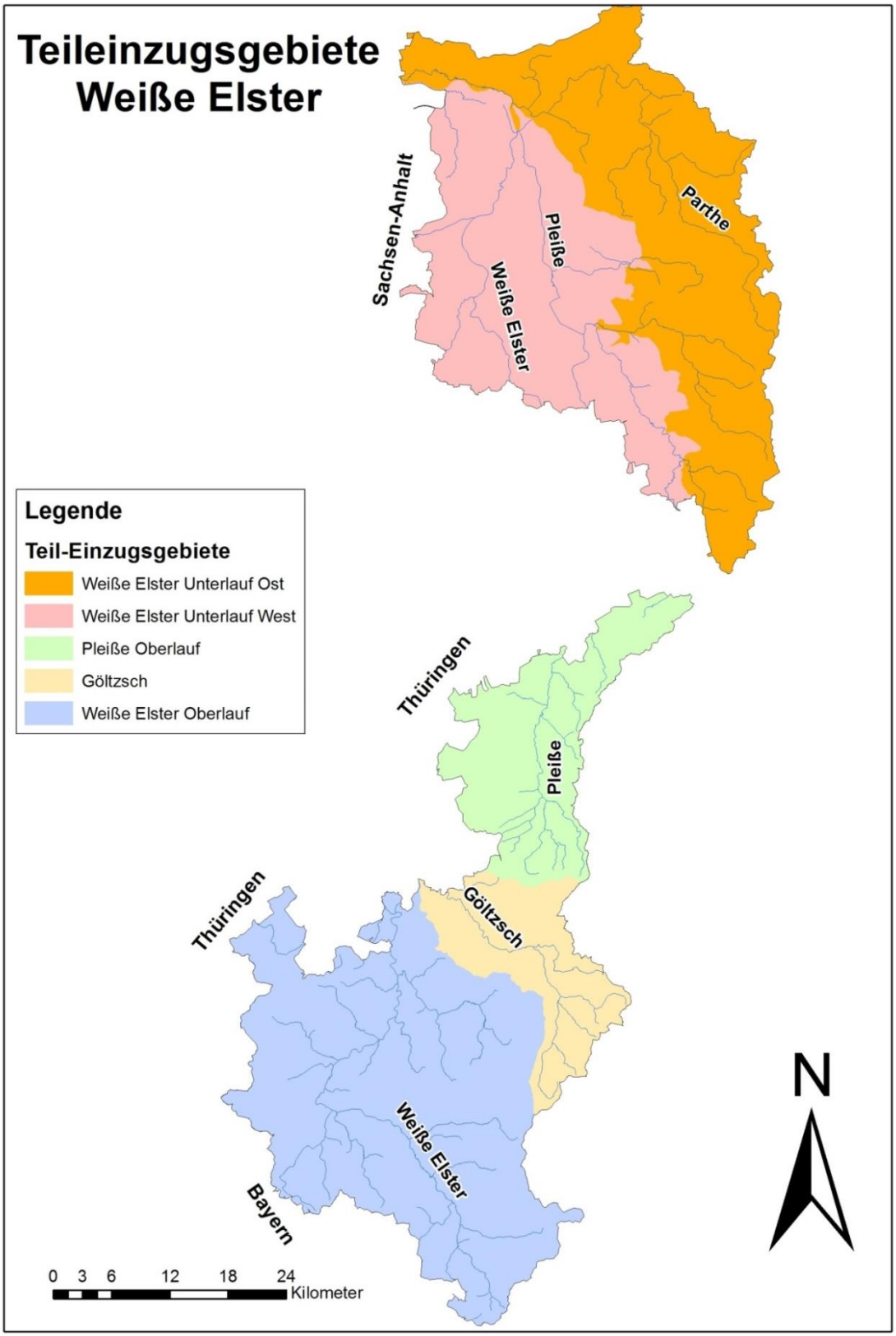


Abbildung 13: Teil-Einzugsgebiete für die statistische Datenauswertung

8.5 Auswertung

8.5.1 Betrachtungen zur Weißen Elster - Hauptlauf

Aufgrund der großen Zahl von Einflussfaktoren und der wahrscheinlichen stärkeren anthropogenen Beeinflussung wurden die Daten des Hauptlaufs der Weißen Elster nicht in die Berechnung der Hintergrundwerte einbezogen. Da der Mittellauf der Weißen Elster jedoch in Thüringen liegt und diese wenige km vor der Mündung den freistaat Sachsen verläßt, sollen hier einige kurze Berachtungen zu den hydrochemischen Verhältnissen des Hauptlaufs angestellt werden. Dazu wurden aus der BfUL-Datenbank „Weiße Elster“ die Werte für die Messstellen

- Bad Elster (nahe der Flussquelle)
- Elsterberg (Übertritt nach Thüringen)
- Pegau (Wiedereintritt nach Sachsen)
- Schkeuditz (Übertritt nach Sachsen-Anhalt)

extrahiert und in Tabelle 76 dargestellt

Tabelle 76: Elementkonzentrationen der Messstellen am Hauptlauf der Weißen Elster (Mittelwerte)

Element			Bad Elster	uh. Elsterberg	Pegau	Schkeuditz	Differenz Elsterberg - Pegau (%)
			OBF49500	OBF50300	OBF50400	OBF50800	
Arsen	gel.	µg/l	1,35	0,81	0,98	0,64	+21
Arsen	ges.	µg/l	3,63	1,33	2,14	1,39	+61
Calcium	gel.	mg/l	20,32	33,79	98,33	128,39	**+191**
Calcium	ges.	mg/l	20,13	33,33	94,44	129,49	**+183**
Cadmium	gel.	µg/l	0,03	0,02	0,03	0,02	+74
Cadmium	ges.	µg/l	0,11	0,03	0,12	0,26	**+237**
Cobalt	gel.	µg/l	0,30	0,19	0,56	0,82	**+197**
Cobalt	ges.	µg/l	0,94	0,96	1,31	1,57	+36
Chrom	gel.	µg/l	0,97	0,89	0,50	0,50	-44
Chrom	ges.	µg/l	6,13	5,82	2,79	3,60	-52
Kupfer	gel.	µg/l	1,22	1,55	1,87	1,26	+20
Kupfer	ges.	µg/l	6,95	4,10	4,94	4,11	+21
Eisen	gel.	mg/l	0,13	0,05	0,05	0,03	-13
Eisen	ges.	mg/l	1,65	1,33	1,74	1,51	31
Nickel	gel.	µg/l	5,49	4,33	4,14	5,29	-4
Nickel	ges.	µg/l	9,16	12,55	6,80	7,15	-46

Element			Bad Elster	uh. Elsterberg	Pegau	Schkeuditz	Differenz Elsterberg - Pegau (%)
			OBF49500	OBF50300	OBF50400	OBF50800	

Blei	gel.	µg/l	0,15	0,16	0,23	0,16	+41
Blei	ges.	µg/l	5,24	1,40	1,86	2,23	+32
Sulfat	gel.	mg/l	38	47	296	317	**+528**
Uran	gel.	µg/l	0,19	0,37	4,09	2,65	**+1000**
Uran	ges.	µg/l	0,16	0,43	3,53	2,81	**+722**
Zink	gel.	µg/l	21,76	3,62	7,31	7,60	**+102**
Zink	ges.	µg/l	50,60	14,09	21,33	24,89	+51

In der letzten Spalte wurde ein Vergleich zwischen den Messstellen „uh. Elsterberg“ und „Pegau“ angestellt (Different zwischen den Werten als % dargestellt). Es zeigt sich, dass insbesondere Calcium, Sulfat und Uran zwischen den Messstellen stark ansteigen. Am stärksten steigen Sulfat (Verfünffachung) und Uran (gelöst: Verzehnfachung) an. Dies bedeutet, dass im Abschnitt zwischen beiden Messstellen insbesondere Ca, SO_4 und U eingetragen werden.
Eine Abnahme zeigen Chrom und Nickel, was auf gezogene Einflüsse zurückgeführt werden kann (Verdünnung der im Bereich der basischen Gesteine des Oberen Vogtlandes geogen erhöhten Gehalte)

8.5.2 Härteklassen

Wie in Abschnitt 8.2 erläutert, hängt die UQN für Cadmium von der Härteklasse des Wassers ab.
Zur Festlegung der anzuwendenden UQN für Cd wurden für die Teil-EZG aus den mittleren Ca-Konzentrationen die $CaCO_3$-Werte und damit die Härteklasse der Wässer ermittelt (Tabelle 77).

Tabelle 77: Ermittlung der Härteklassen in den Teil-EZG zur Einstufung hinsichtlich Cadmium

Teil-EZG	MW Ca-Konzentration	MW $CaCO_3$-Konzentration	HKL
Weiße Elster Oberlauf	29,8	74,5	3
Göltzsch	33,9	84,8	3
Pleiße Oberlauf	71,8	179,3	4
Weiße Elster Unterlauf West	109,5	273,4	5
Weiße Elster Unterlauf Ost	170,7	426,3	5

Damit zeigen sich deutliche Unterschiede in der Härteklasse der Wässer der Teil-EZG, indem die beiden nördlichen Teil-EZG hohe Wasserhärte aufweisen. Dies wird verursacht durch mächtigere Bedeckung mit kalkreichem Löß. Die beiden südlichen Teil-EZG (Weiße Elster Oberlauf und Göltzsch) weisen infolge Fehlens kalkreicher Gesteine oder Böden geringe Wasserhärte auf. In dem zwischen beiden gelegenen Teil-EZG Pleiße Oberlauf finden sich mittlere Wasserhärte-Werte.
Diese Ergebnisse bestätigen gleichzeitig die vorgenommene Unterteilung in die Teil-EZG.

Tabelle 78: Ermittlung der Härteklassen in den Teil-EZG zur Einstufung hinsichtlich Cadmium

Teil-EZG	MW Ca-Konzentration	MW CaCO3-Konzentration	HKL
Weiße Elster Oberlauf	29,8	74,5	3
Göltzsch	33,9	84,8	3

Pleiße Oberlauf	71,8	179,3	4
Weiße Elster Unterlauf West	109,5	273,4	5
Weiße Elster Unterlauf Ost	170,7	426,3	5

Die sich daraus ergebenden UQN für Cd sind in Tabelle 78 dargestellt. In Tabelle 79 sind die zugehörigen UQN aufgeführt.

Tabelle 79: UQN für Cadmium im EZG der Weißen Elster

Teil-EZG	HKL	UQN-JD	UQN-ZHK
Weiße Elster Oberlauf, Göltzsch	3	0,09	0,6
Pleiße Oberlauf	4	0,15	0,9
Weiße Elster Unterlauf West, Weiße Elster Unterlauf Ost	5	0,25	1,5

8.5.3 Wassergüte

Anlage 1 zeigt die statistische Auswertung der Wasserdaten des EZG der Weißen Elster nach den OBF-Messstellen in den Teil-EZG. Erhöhte Werte (>UQN-JD und >P90) wurden markiert. Die Messstellen mit erhöhten Werten sind nochmals in Tabelle 80 zusammengefasst. Zur Bewertung wurden dabei die noch gültigen „alten“ UQN für Nickel und Blei zugrunde gelegt. Eine Betrachtung zu den geänderten UQN (Richtlinie 2013/39/EU) findet sich im Zusammenhang mit der Anwendung der Bioliganden-modelle in Abschnitt 5.5.

Tabelle 80: Messstellen mit Gehalten >P90 des jeweiligen Teil-EZG der Weißen Elster (gelöste Gehalte)

Gewässer	**MKZ**	**As**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Hg**	**Ni**	**Pb**	**U**	**Zn**
		µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**mg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
Teil-EZG Weiße Elster Oberlauf											
P90 des Teil-EZG	*-*	*0,92*	*0,14*	*1,20*	*<2*	*0,10*	*0,03*	*9,32*	*<0,2*	*0,71*	*12,9*
Rauner Bach	OBF49501	<0,5	<0,03	<1	<2	0,10		**5,53**	<0,2	<0,1	6,49
Haarbach	OBF49502	<0,5	<0,03	<1	<2	0,09		**4,88**	<0,2	<0,1	**13,07**
Pfarrbach	OBF49504	**1,20**	<0,03	<1	<2	0,04		**6,75**	<0,2	**6,33**	**13,45**
Rauner Bach	OBF49505	0,58	0,04	<1	<2	**0,13**		**7,32**	<0,2	<0,1	11,67
Triebelbach	OBF49992	<0,5	**0,20**	<1	<2	0,04		**6,27**	<0,2	0,26	12,18
Triebelbach	OBF49994	<0,5	**0,20**	<1	<2	<0,03		**5,83**	<0,2	<0,1	11,57
Triebelbach	OBF50001	0,70	**0,40**	<1	**3,05**	0,03		**5,35**	<0,2	<0,1	**16,31**
Feilebach	OBF50002	<0,5	<0,03	**2,50**	<2	<0,03	0,02	**10,29**	<0,2	0,11	<3
Schafbach	OBF50004	0,54	0,04	<1	<2	0,04		**5,40**	<0,2	<0,1	<3
Kemnitzbach	OBF50005	0,60	<0,03	<1	<2	0,04		**5,54**	<0,2	0,13	<3
Kröstaubach	OBF50006	<0,5	<0,03	<1	<2	0,03		**4,23**	<0,2	0,14	8,01
Milmesbach	OBF50101	0,75	0,06	**1,53**	<2	0,03		**7,22**	<0,2	0,21	<3
Friesenbach (Weiße Elster)	OBF50102	**0,93**	<0,03	<1	<2	<0,03	0,02	**4,20**	<0,2	0,43	<3
Triebitzbach	OBF50211	0,50	<0,03	<1	<2	0,03		**4,15**	<0,2	0,10	<3

Tremnitzbach	OBF50213	0,54	<0,03	<1	<2	0,04		**3,34**	**0,30**	<0,1	5,81
Schwarzbach	OBF50909	<0,5	0,14	1,01	<2	<0,03		**8,94**	<0,2	0,13	12,64
Ebersbach	OBF50911	0,51	0,04	1,16	<2	0,04	0,03	**7,36**	<0,2	<0,1	10,50
Würschnitzbach	OBF50920	<0,5	<0,03	<1	<2	<0,03		**4,88**	<0,2	<0,1	5,16
Schwarzbach	OBF51000	<0,5	0,03	**1,52**	<2	0,03		**8,04**	<0,2	0,15	9,50
Rosenbach	OBF51100	<0,5	<0,03	<1	<2	0,03		**4,43**	<0,2	<0,1	<3
Leimbach	OBF51101	<0,5	<0,03	<1	<2	<0,03		**4,46**	<0,2	0,40	<3
Fasenbach	OBF51102	<0,5	0,03	1,22	<2	0,07	0,02	**9,48**	<0,2	0,12	3,93
Syrabach	OBF51200	0,81	<0,03	<1	<2	<0,03		**3,58**	<0,2	0,30	<3
Kaltenbach	OBF51201	0,88	<0,03	<1	<2	0,03	0,02	**4,93**	<0,2	0,37	<3
Geigenbach	OBF51250	<0,5	**0,20**	<1	<2	**0,26**		**5,70**	**0,55**	<0,1	**18,30**
Trieb	OBF51400	0,83	0,04	1,10	**2,46**	0,05		**5,55**	<0,2	**0,93**	11,52
Trieb	OBF51401	0,81	<0,03	<1	<2	<0,03	0,03	**4,69**	<0,2	**1,13**	3,13
Rabenbach	OBF51402	**7,75**	0,13	1,35	**2,03**	0,09	0,02	**10,27**	<0,2	**13,13**	4,98
Kohlstattbächel	OBF51405	0,50	<0,03	<1	**2,12**	0,03		**6,82**	<0,2	<0,1	<3
Voigtsgrüner Bach	OBF51406	**1,26**	<0,03	<1	<2	0,03		**4,36**	<0,2	0,12	<3
Gansgrüner Bach	OBF51408	**3,30**	<0,03	<1	<2	0,07		**8,23**	<0,2	**0,83**	<3
Göhlischbach	OBF51409	0,59	0,04	<1	<2	0,05		**12,34**	<0,2	<0,1	3,64
Bellwitzbach	OBF51411	0,78	<0,03	<1	<2	0,07		**4,94**	<0,2	0,18	<3
Wolfsbach	OBF64000	<0,5	0,03	<1	<2	0,10		**4,97**	<0,2	<0,1	9,52
Wolfsbach	OBF64030	<0,5	0,04	<1	<2	0,06		**4,69**	0,22	<0,1	7,53
Puchtabach	OBF64040	<0,5	**0,14**	<1	<2	0,10		**10,14**	**0,36**	<0,1	**25,64**
Steinseifelbach	OBF64070	<0,5	0,05	<1	<2	0,06		**5,73**	<0,2	0,24	5,65
Seifbach	OBF64080	0,68	0,04	<1	<2	**0,12**		**4,51**	<0,2	0,11	3,73
Wolfsbach	OBF64030	<0,5	0,04	<1	<2	0,06		**4,69**	**0,22**	<0,1	7,53
Puchtabach	OBF64040	<0,5	**0,14**	<1	<2	0,10		**10,14**	**0,36**	<0,1	**25,64**
Steinseifelbach	OBF64070	<0,5	0,05	<1	<2	0,06		**5,73**	<0,2	0,24	5,65
Seifbach	OBF64080	0,68	0,04	<1	<2	**0,12**		**4,51**	<0,2	0,11	3,73
Teil-EZG Göltzsch											
P90 des Teil-EZG	-	*1,84*	*0,07*	*2,47*	*3,18*	*0,11*	*0,05*	*8,2*	*0,21*	*4,55*	**16,22**
Treba	OBF51650	1,12	0,04	<1	2,90	0,04		3,06	<0,2	1,03	**14,04**
Göltzsch	OBF51701	0,67	0,06	<1	<2	0,06	**0,05**	**4,35**	**0,25**	0,52	**33,67**
Weiße Göltzsch	OBF51710	<0,5	**0,11**	<1	<2	**0,14**	0,02	3,79	**0,22**	0,13	**14,78**
Eulenwasser	OBF51711	<0,5	0,04	1,97	<2	<0,03		**7,33**	<0,2	0,18	**14,70**
Zufluss TS Falkenstein Ost	OBF51713	<0,5	0,07	<1	<2	0,03		**4,24**	<0,2	0,17	12,86
Plohnbach	OBF51810	1,38	0,03	<1	<2	0,10		1,02	<0,2	0,38	6,68
Plohnbach	OBF51811	**3,72**	<0,03	<1	<2	0,09		1,18	<0,2	**5,24**	8,50
Plohnbach	OBF51820	**1,93**	0,06	<1	**4,03**	0,11		**8,39**	<0,2	**17,21**	7,24

Friesenbach (Göltzsch)	OBF51901	1,28	0,03	**5,07**	<2	0,03		**21,23**	<0,2	0,37	6,65
Göltzsch	OBF52000	1,48	0,04	<1	2,97	0,04	0,02	**4,75**	<0,2	1,78	**16,58**
Wernesbach	OBF52100	<0,5	0,04	1,06	**3,23**	<0,03		3,73	<0,2	0,53	6,66
Limbach	OBF52210	0,56	0,03	<1	<2	<0,03	0,03	**4,85**	<0,2	1,43	<3
Raumbach	OBF52400	0,98	0,04	**2,60**	<2	<0,03		**5,92**	<0,2	0,90	12,48
Teil-EZG Pleiße Oberlauf											
P90 des Teil-EZG	-	*2,04*	*0,035*	*1,75*	*2,69*	*0,062*	*0,03*	*9,32*	*0,22*	*5,75*	*16,15*
Aubach	OBF51413	1,10	<0,03	<1	2,06	0,04		**4,16**	<0,2	0,60	<3
Pleiße	OBF52900	1,49	<0,03	<1	<2	0,04	0,02	3,92	<0,2	1,79	3,91
Pleiße	OBF52901	0,80	**0,04**	<1	2,00	0,06		**9,00**	<0,2	1,00	7,80
Lauterbach	OBF53002	**2,06**	<0,03	<1	2,04	0,07		**4,42**	0,20	**11,02**	5,69
Koberbach	OBF53004	1,38	<0,03	<1	<2	<0,03		**4,08**	<0,2	2,48	<3
Erdbach	OBF53007	**2,98**	0,03	<1	**3,04**	<0,03		2,08	<0,2	3,52	14,22
Pleiße	OBF53100	1,97	<0,03	<1	2,02	<0,03	0,02	**4,82**	<0,2	3,63	5,84
Döbitzbach	OBF53101	2,03	<0,03	**1,89**	2,20	0,03		**6,36**	<0,2	**6,37**	<3
Paradiesbach	OBF53102	0,81	<0,03	**2,78**	1,98	<0,03		**13,02**	<0,2	1,49	5,73
Döbitzbach	OBF53108	1,83	<0,03	1,43	**2,83**	0,03		**5,37**	<0,2	4,63	11,92
Pleiße	OBF53200	2,00	<0,03	1,06	2,63	0,05	<0,02	**5,29**	<0,2	4,47	9,26
Neumarker Bach	OBF53800	0,74	<0,03	<1	<2	<0,03	0,03	2,42	<0,2	0,59	<3
Schönfelser Bach	OBF53801	0,81	<0,03	1,31	<2	<0,03	0,03	**5,76**	<0,2	0,37	<3
Ruppertsgrüner Bach	OBF53900	1,33	<0,03	1,68	<2	**0,13**		**10,08**	**0,35**	2,08	5,77
Leubnitzbach	OBF54000	1,96	<0,03	<1	<2	0,06		**6,12**	<0,2	5,49	6,56
Mühlbach	OBF54100	1,35	<0,03	<1	2,05	0,03		**5,57**	<0,2	2,52	**29,05**
Meerchen	OBF54210	1,43	**0,05**	<1	<2	0,03	<0,02	**4,48**	<0,2	1,86	**20,66**
Wiera	OBF54256	0,63	0,03	<1	<2	0,03		2,73	0,25	0,25	6,25
Teil-EZG Weiße Elster Unterlauf Ost											
P90 des Teil-EZG	-	*2,42*	*0,08*	*<1*	*2,90*	*2,25*	*<0,02*	*6,95*	*0,31*	*17,27*	*51,53*
Parthe	OBF54750	1,57	0,04	<1	<2	0,08	<0,02	**6,63**	0,21	0,24	15,37
Parthe	OBF54900	0,74	0,03	<1	<2	0,03	<0,02	**4,70**	<0,2	0,11	8,89
Parthe	OBF55000	1,05	**0,09**	<1	<2	**3,25**		**7,42**	<0,2	0,94	12,56
Faule Parthe	OBF55001	<0,5	**0,09**	<1	<2	0,09		**8,33**	<0,2	0,42	13,17
Mittelgraben	OBF55004	1,09	<0,03	<1	<2	0,03		2,22	**0,37**	0,57	15,98
Threne	OBF55050	0,77	<0,03	<1	<2	**5,55**		**4,43**	<0,2	1,58	6,52
Ochsengraben	OBF55052	0,84	<0,03	<1	<2	**6,13**	<0,2	2,50	**0,41**	2,65	5,26
Pösgraben	OBF55053	2,38	**0,81**	<1	2,38	0,03		3,05	<0,2	2,10	50,93
Pösgraben	OBF55054	1,42	0,05	<1	2,08	<0,03		2,70	<0,2	2,44	10,00
Pösgraben	OBF55055	1,16	<0,03	<1	<2	<0,03		1,98	<0,2	2,42	9,16
Pösgraben	OBF55056	1,04	<0,03	<1	<2	<0,03		1,42	<0,2	2,74	8,74

Parthe	OBF55100	<0,5	0,08	<1	<2	1,58	<0,02	**8,99**	**0,32**	0,53	13,54
Statitzgraben	OBF55201	1,76	<0,03	<1	<2	<0,03		1,08	<0,2	1,41	3,51
Lösegraben	OBF55202	0,91	<0,03	<1	**3,43**	0,04		1,69	<0,2	1,56	**52,43**
Parthe	OBF55205	0,65	<0,03	<1	<2	0,52		**5,90**	<0,2	0,48	14,42
Lösegraben	OBF55206	0,88	<0,03	<1	<2	0,04		1,32	<0,2	1,37	**67,67**
Lösegraben	OBF55207	0,65	<0,03	<1	<2	0,03		1,28	<0,2	1,07	**54,83**
Lösegraben	OBF55208	0,85	<0,03	<1	**3,23**	0,06		1,52	<0,2	1,42	49,67
Parthe	OBF55300	<0,5	<0,03	<1	<2	0,03		3,63	<0,2	1,45	9,67
Parthe	OBF55390	0,69	<0,03	<1	2,32	<0,03		2,95	<0,2	1,72	7,68
Parthe	OBF55400	0,49	<0,03	<1	<2	<0,03	<0,02	3,29	0,30	1,64	8,94
Gladegraben	OBF55520	2,23	<0,03	<1	2,17	0,03		1,70	<0,2	16,64	7,02
Gladegraben	OBF55521	**2,73**	<0,03	<1	2,15	0,04		1,68	0,23	**18,22**	14,96
Gladegraben	OBF55522	**2,48**	<0,03	<1	<2	0,03		1,55	<0,2	**20,53**	10,92
Gladegraben	OBF55523	**2,70**	<0,03	<1	<2	0,03		1,55	<0,2	**28,53**	5,73
Östliche Rietzschke	OBF60801	1,26	0,04	<1	**3,40**	<0,03		**4,44**	0,22	2,02	24,72
Nördliche Rietzschke	OBF61000	1,38	0,04	<1	2,68	0,04		3,69	0,24	1,97	25,11
Teil-EZG Weiße Elster Unterlauf West											
P90 des Teil-EZG	-	*1,55*	*0,05*	*<1*	*<2*	*0,17*	*0,03*	*14,01*	*0,29*	*3,22*	*21,74*
Krebsgraben	OBF50522	**1,68**	<0,03	<1	<2	<0,03		2,03	**0,42**	2,53	8,40
Profener Elstermühlgraben	OBF50550	0,99	<0,03	<1	**2,21**	<0,03		**4,21**	<0,2	**3,63**	7,75
Elstermühlgraben	OBF50651	<0,5	<0,03	<1	<2	**0,18**		**6,36**	**0,30**	1,52	13,34
Schnauder	OBF52600	0,83	<0,03	<1	<2	0,03		2,35	0,29	2,37	4,27
Schnauder	OBF52700	<0,5	<0,03	<1	<2	0,10		**30,84**	<0,2	1,35	17,37
Schwennigke	OBF52750	<0,5	<0,03	<1	<2	<0,03		**4,43**	0,23	**4,67**	6,13
Pleiße	OBF53300	1,49	<0,03	<1	<2	0,04		2,42	0,21	**3,23**	5,92
Pleiße	OBF53350	1,17	<0,03	<1	<2	0,03		2,90	0,20	2,83	4,23
Pleiße	OBF53400	1,26	<0,03	<1	2,00	0,03	<0,02	2,79	<0,2	2,96	5,78
Faule Pfütze	OBF53401	1,62	0,05	**1,26**	**3,70**	0,17		**7,30**	0,23	1,34	**502,38**
Pleiße	OBF53407	0,58	<0,03	<1	<2	**0,46**		3,88	0,26	2,19	8,07
Pleiße	OBF53500	<0,5	<0,03	<1	<2	0,17		**7,84**	<0,2	1,80	17,34
Pleiße	OBF53600	<0,5	<0,03	<1	<2	0,16		**8,04**	<0,2	1,75	15,29
Pleiße	OBF53700	<0,5	<0,03	<1	<2	0,10	<0,02	**7,46**	<0,2	1,74	13,99
Kleine Pleiße Markkleeberg	OBF53701	<0,5	<0,03	<1	<2	0,06		**26,05**	<0,2	0,98	5,61
Floßgraben	OBF53780	<0,5	<0,03	<1	<2	<0,03		**17,41**	0,21	0,53	16,23
Leubabach	OBF54251	<0,5	0,04	<1	<2	0,04		**7,52**	<0,2	0,17	20,17
Leubabach	OBF54252	<0,5	0,04	<1	<2	<0,03		**6,23**	<0,2	0,10	13,75
Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	OBF54301	0,78	<0,03	<1	<2	<0,03		1,52	0,20	0,63	<3
Ossabach	OBF54302	0,83	<0,03	<1	<2	0,03		1,33	<0,2	0,75	<3
Mausbach	OBF54304	1,25	<0,03	<1	<2	0,03		1,37	<0,2	1,03	<3

Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	OBF54305	0,50	<0,03	<1	<2	0,03		**4,32**	**0,65**	0,19	11,88
Wyhra	OBF54350	0,98	<0,03	<1	<2	0,03		1,92	<0,2	0,51	3,06
Greifenhainer Bach	OBF54351	0,72	**0,11**	<1	<2	0,06		**14,07**	<0,2	0,48	**33,82**
Bürschgraben	OBF54401	0,55	<0,03	<1	<2	<0,03		2,92	<0,2	0,67	4,00
Wyhra	OBF54501	<0,5	<0,03	<1	<2	0,11		3,42	<0,2	0,69	7,31
Wyhra	OBF54610	0,88	<0,03	<1	<2	0,05		**4,56**	0,23	0,77	8,93
Fipper	OBF54652	0,59	0,05	<1	<2	0,08		**7,87**	<0,2	0,60	7,85
Neue Gösel	OBF54700	0,63	<0,03	<1	<2	0,06		**6,03**	0,25	0,32	11,21
Neue Luppe	OBF55550	0,68	<0,03	<1	<2	0,06		**5,88**	0,23	**3,51**	11,88
Neue Luppe	OBF55600	0,71	<0,03	<1	<2	0,04		**5,68**	0,23	3,09	11,17
Alte Luppe	OBF55660	**95,71**	**0,07**	<1	**9,61**	**3,24**		2,93	<0,2	2,27	9,68
Zschampert	OBF55800	0,60	<0,03	<1	<2	<0,03		1,38	0,23	2,75	12,77
Zschampert	OBF55900	0,67	<0,03	<1	<2	<0,03		2,76	<0,2	2,26	4,82
Eula	OBF57600	1,55	<0,03	<1	<2	0,05		2,61	<0,2	0,79	6,97
Eula	OBF57610	1,55	<0,03	<1	<2	0,03		3,13	<0,2	0,90	10,25
Kleine Eula	OBF57630	1,50	<0,03	<1	<2	0,04		1,77	0,24	**7,40**	5,90
Eula	OBF57650	1,15	<0,03	<1	<2	0,03		**4,63**	<0,2	1,93	8,48
Heinersdorfer Bach	OBF57651	0,56	0,05	<1	<2	0,08		**13,50**	<0,2	0,28	**21,92**
Jordanbach	OBF57701	0,85	<0,03	<1	<2	0,07		2,57	<0,2	0,38	5,25
Saubach	OBF57702	<0,5	**0,09**	<1	<2	**0,62**	0,03	**109,67**	<0,2	0,29	**172,67**
Eula	OBF57750	**3,99**	**0,10**	<1	<2	0,08		**10,82**	0,38	0,85	**22,49**

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Die Messstellen mit Überschreitungen der UQN-JD in der Wasserphase sind in Tabelle 81 aufgeführt. Außerdem ist die mögliche Ursache vermerkt.

Tabelle 81: Wasser-Messstellen mit Überschreitung der UQN-JD in den Teil-EZG der Weißen Elster

Gewässer	MKZ	Parameter mit Über-schreitung der UQN-JD	mögliche Ursache
Teil-EZG Weiße Elster Oberlauf			
Triebelbach	OBF4999	Cd	wahrscheinlich geogen
Triebelbach	OBF4999	Cd	wahrscheinlich geogen
Triebelbach	OBF5000	Cd	wahrscheinlich geogen, evtl. Diabasbruch
Schwarzbach	OBF50909	Cd	nicht erkennbar
Rabenbach	OBF51402	Cd	Bergbaugebiet Zobes-Mechelgrün
Teil-EZG Göltzsch			
Friesenbach (Göltzsch)	OBF51901	Ni	nicht erkennbar
Weiße Göltzsch	OBF51710	Cd	nicht erkennbar

Teil-EZG Pleiße Oberlauf			
keine Überschreitungen von UQN			
Teil-EZG Weiße Elster Unterlauf Ost			
Pösgraben	OBF55053	Cd	Kiessandgruben Kleinpösna
Teil-EZG Weiße Elster Unterlauf West			
Schnauder	OBF52700	Ni	Braunkohlenbergbau westlich Borna
Kleine Pleiße Markkleeberg	OBF53701	Ni	Braunkohlenbergbau südlich Markkleeberg
Saubach	OBF57702	Ni	Braunkohlenbergbau Borna (ehem. Tagebaue Witznitz und Bockwitz)

Es zeigen sich bei Nickel lediglich 4 Überschreitungen der „alten“ UQN von 20 µg/l. Legt man die geänderte UQN von 4 µg/l zugrunde, so überschreiten 60 % der Messstellen diesen Wert. Nähere Ausführungen finden sich in Abschnitt 5.5.
Eine große Anzahl von Überschreitungender UQN findet sich auch bei Arsen, insbesondere Nach Umstellung der UQN in der neuen GrwV. Dies gilt insbesondere für den Oberlauf der Pleiße, in dem häufig Rotligend-gesteine anzutreffen sind, die häufig erhöhte As-Konzentrationen aufweisen.

8.5.4 Sediment

Für die Beurteilung der Schwermetallgehalte im Sediment standen weitaus weniger Messstellen als bei Wasser zu Verfügung. Daher wurden die Daten des gesamten Zeitraums 2004-2014 verwendet. Die Auswahl wurde jedoch auf die Proben, die mittels Sammelkiste gewonnen wurden, eingeschränkt. Die Umrechnung der Werte <20 µm → <63 µm erfolgte gemäß Abschnitt 4.3.
Wegen der begrenzten Probenzahlen wurden für Sediment lediglich 2 Teil-EZG gebildet:

- **Weiße Elster Oberlauf (Weiße Elster Süd von Grenze zur Tschechischen Republik bis Übertritt nach Thüringen)**
- **Weiße Elster Unterlauf (Weiße Elster Nord vom Übertritt aus Thüringen bis zum Übertritt nach Sachsen-Anhalt)**

Die statistische Auswertung der Sedimentdaten aus dem EZG der Weißen Elster (Probenahme mit Sammelkiste) ist in den Anlagen 3 und 4 dargestellt.
Überschreitungen von UQN gibt es bei Cu und Zn. Die betreffenden Messstellen sind in Tabelle 82 dargestellt. Dabei wurden auch Überschreitungen der alten UQN für Arsen im Sediment angegeben.

Tabelle 82: Sediment-Messstellen mit Überschreitung der UQN im EZG Spree

Gewässer	MKZ	Konzentration (mg/kg)	Gewässer	MKZ	Konzentration (mg/kg)
EZG Weiße Elster Süd			EZG Weiße Elster Nord		
Fleißenbach	OBF46800	As 115,7	Profener Elstermühlgraben	OBF50550	Zn 793
Zwota	OBF46900	As 173,1 Cu 270 Zn 1083	Schnauder	OBF52700	Zn 851
Göltzsch	OBF51700	Cu 241 Zn 1020	Faule Pfütze	OBF53401	Zn 10030

Göltzsch	OBF51701	Zn 965	Pleiße	OBF53600	Zn 930
Plohnbach	OBF51820	As 433,6 Cu 296	Pleiße	OBF53700	Zn 959
Raumbach	OBF52400	Zn 910	Neue Gösel	OBF54700	Zn 935
			Parthe	OBF54750	As 43,3
			Parthe	OBF55100	As 42,9
			Lösegraben	OBF55202	Zn 1185
			Parthe	OBF55400	Cu 161 Zn 1046
			Neue Luppe	OBF55600	Zn 1134
			Alte Luppe	OBF55660	Cu 329 Zn1378

8.5.5 Anwendung von Bioligandenmodellen

In der Richtlinie 2013/39/EU werden zur Überwachung des chemischen Zustands nach Wasserrahmenrichtlinie Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) für Blei und Nickel festgelegt, die sich auf den Jahresdurchschnitt bioverfügbarer Konzentrationen beziehen. Demnach können bioverfügbare Konzentrationen dieser beiden Metalle anhand geeigneter Modelle und unter Berücksichtigung von Wasserqualitätsparametern wie Wasserhärte, pH-Wert und gelöster organischer Kohlenstoff bestimmt werden. Entsprechende praktikable Modelle sind derzeit für Kupfer, Zink und Nickel in Form der Excel-basierten Software „bio-met“ verfügbar. Nickel ist dabei das Element mit einer festgelegten UQN-JD in der Wasserphase, so dass die BLM derzeit für dieses Element relevant sind.

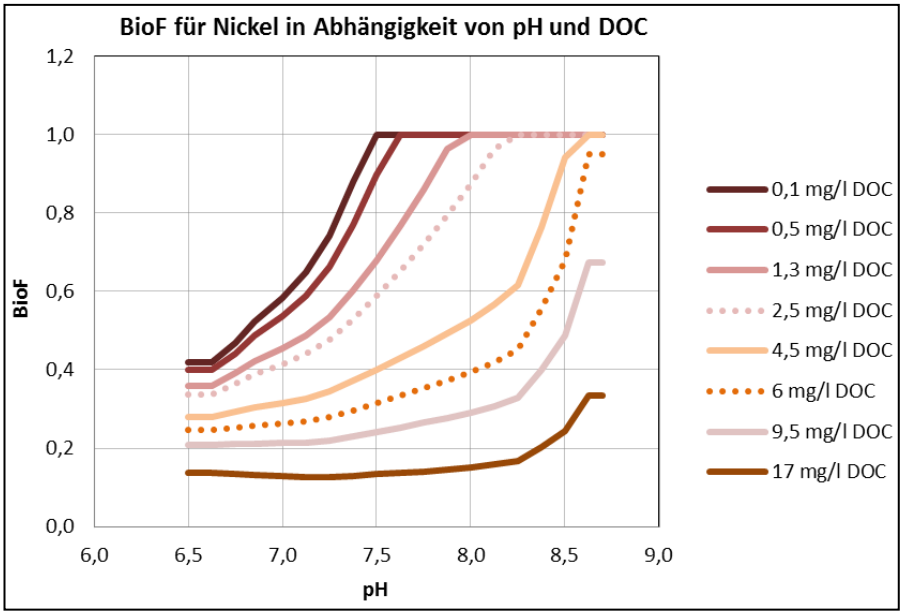


Abbildung 14: B*erechnete Bioverfügbarkeitsfaktoren (BioF) für Nickel als Maß für die Bioverfügbarkeit in Abhängigkeit von pH und DOC (UBA 2014)*

Die Ergebnisse (Abbildung 14) zeigen, dass die Bioverfügbarkeit von Nickel mit zunehmenden DOC abnimmt und folglich der BioF kleiner wird. Mit zunehmendem pH-Wert nimmt die Bioverfügbarkeit von Nickel dagegen zu. Bei einer Bioverfügbarkeit von 100 % ist der BioF gleich 1.

Für eine bessere praktische Anwendbarkeit wurden aus den berechneten Daten Klassen gebildet, die in Tabelle 83 zusammenfassend dargestellt sind.

Tabelle 83: Klassen von Bioverfügbarkeitsfaktoren (BioF) in Abhängigkeit von pH und DOC in der gelösten Wasserprobe (UBA 2014)

DOC	**pH**		
in mg/l	**6,5 – 7,1**	**7,2 – 7,9**	**8,0 - 8,7**
< 2	0,65	1,00	1,00
2 - < 6	0,45	0,80	1,00
6 - < 17	0,30	0,40	0,95
> 17	0,15	0,15	0,35

Anhand der in einer Wasserprobe bestimmten Werte für den pH und DOC kann aus der Tab.1 der BioF abgelesen werden, der dann mit der in derselben Wasserprobe gemessenen Nickelkonzentration multipliziert wird. Daraus resultiert die bioverfügbare Konzentration, die für die Berechnung des JD herangezogen werden kann.
„Bioverfügbare Konzentrationen können mit Bioligandenmodellen aus den gelösten Metallkonzentrationen und den standortspezifischen Wasserqualitätsparametern pH und dem Gehalt an Calcium und gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) berechnet werden. Für die Berechnung bioverfügbarer Nickelkonzentrationen wird das nutzerfreundliche Excel-basierte Programm bio-met (http://bio-met.net/) empfohlen. Die Berechnung kann auch anhand der in Tabelle 1 angegebenen Bioverfügbarkeitsfaktoren (BioF) erfolgen. Bei Nickel hängt die bioverfügbare Konzentration vor allem vom pH-Wert und dem Gehalt an DOC im Wasser ab. Bioverfügbarkeitsfaktoren (BioF) in Abhängigkeit vom pH - Wert und dem DOC-Gehalt können mit dem Programm bio-met berechnet und Klassen gebildet (Tab. 1). Der BioF stellt den Quotienten aus der JD-UQN und der lokalen UQN dar und ist immer kleiner oder gleich 1. Bei einem Wert von 1 ist das betrachtete Metall unter den gegebenen Bedingungen zu 100 % bioverfügbar.

Entsprechend der Teil-EZG wurden für die einzelnen Messstellen aus den Mittelwerten der DOC-Konzentration und dem pH-Wert die BioF abgeleitet und in Abbildung 15 dargestellt.

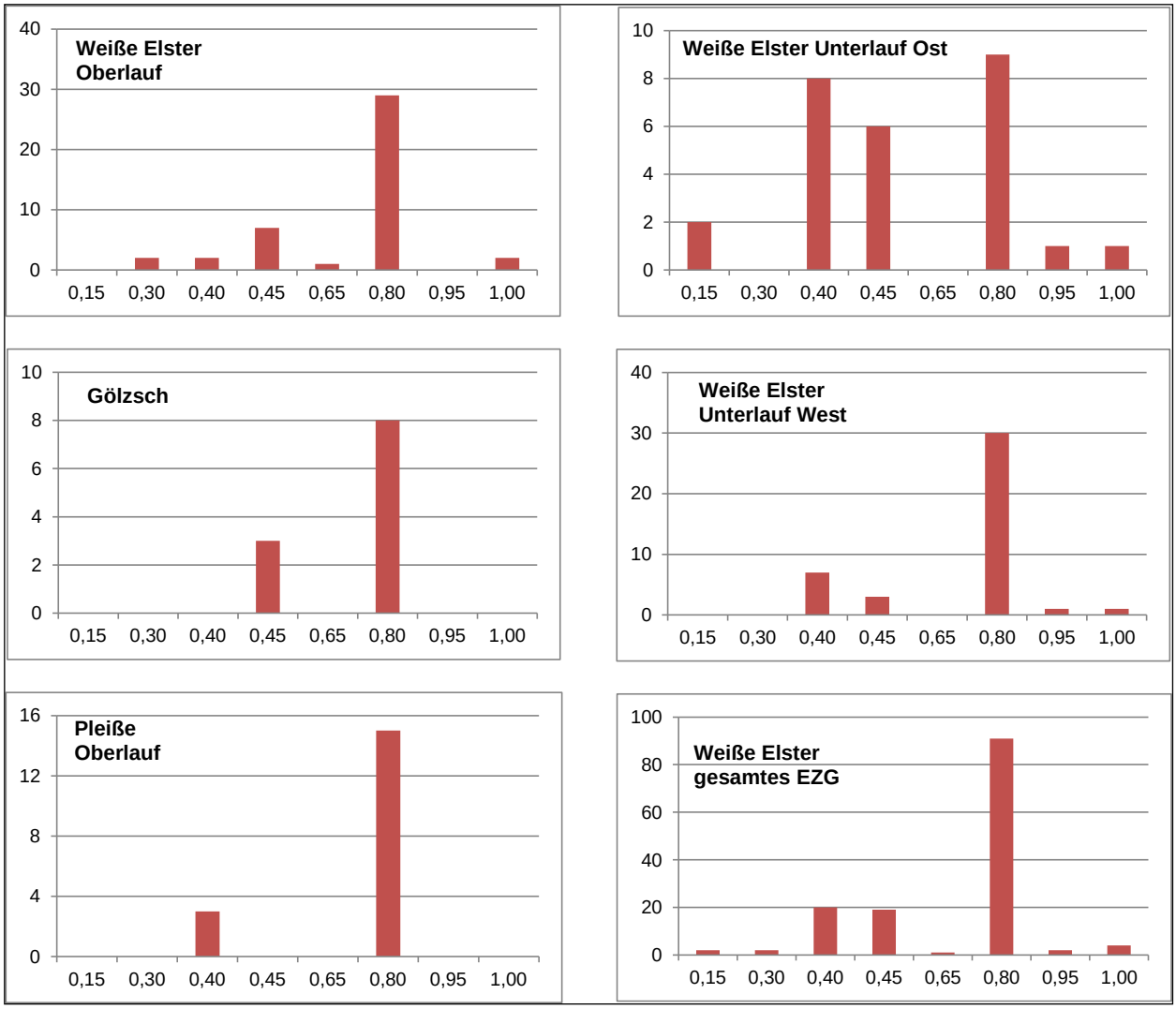


Abbildung 15: Verteilung der abgeleiteten Bioverfügbarkeitsfaktoren für Nickel in den Teil-EZG und im Gesamt EZG der Weißen Elster

Es zeigt sich, dass die Teil-EZG im Oberlauf, d.h. das südliche Teil-EZG der WeißenElster, in denen vor allem Gesteine ohne jüngere Bedeckung anstehen, eine ähnliche Verteilung mit Schwerpunkt bei dem Wert des BioF von 0,8 zeigen. Die EZG im Unterlauf sind durch häufigere Abweichungen zu höheren und zu niedrigeren BioF-Werten gekennzeichnet. Aus der Verteilung des Gesamt-EZG ist abzulesen, dass der Schwerpunkt bei BioF = 0,8 liegt, aber auch eine größere Anzahl niedrigerer Werte auftritt.

Die Verteilungen sind demnach relativ inhomogen, so dass sich kein allgemeingültiger BioF-Wert für das Gesamt-EZG angeben lässt. Der Schwerpunkt bei „0,8“ lässt den Schluss zu, dass Nickel meist gut bioverfügbar ist (80 %) und sich die JD meist nur um 20 % reduzieren lässt.

Für das EZG der Weißen Elster wurden die OW-Messstellen mit mittleren Ni-Konzentrationen über der UQN-JD von 4 µg/l herausgefiltert und in Tabelle 84 dargestellt. Durch Multiplikation mit dem aus Tabelle 83 entnommenen BioF wurde die bioverfügbare Ni-Konzentration berechnet.

Tabelle 84: Auswirkung der Einbeziehung des LM für Nickel auf die Bewertung hinsichtlich der UQN-JD

Gewässer	MKZ (OBF)	Nickel (µg/l) (gelöst, MW)	BioF Klasse	Nickel (µg/l) BioF berücksich-tigt	Gewässer	MKZ (OBF)	Nickel (µg/l) (gelöst, MW)	BioF Klasse	Nickel (µg/l) BioF berücksichtigt
WE Oberlauf					**WE Unterlauf Ost**				
Rauner Bach	49501	**5,53**	0,80	**4,43**	Parthe	54750	**6,63**	0,40	2,65
Haarbach	49502	**4,88**	0,80	3,91	Parthe	54900	**4,70**	0,40	1,88
Pfarrbach	49504	**6,75**	0,30	2,03	Parthe	55000	**7,42**	0,45	3,34
Rauner Bach	49505	**7,32**	0,45	3,29	Faule Parthe	55001	**8,33**	0,45	3,75
Eisenbach	49701	2,50	0,80	2,00	Mittelgraben	55004	2,22	0,40	0,89
Görnitzbach	49702	2,78	0,80	2,22	Threne	55050	**4,43**	0,45	2,00
Hainbach	49901	4,00	0,80	3,20	Ochsengraben	55052	2,50	0,45	1,13
Triebelbach	49992	**6,27**	0,45	2,82	Pösgraben	55053	3,05	0,80	2,44
Triebelbach	49994	**5,83**	0,45	2,63	Pösgraben	55054	2,70	0,80	2,16
Triebelbach	50001	**5,35**	0,80	**4,28**	Pösgraben	55055	1,98	0,80	1,58
Feilebach	50002	**10,29**	0,80	**8,23**	Pösgraben	55056	1,42	0,80	1,14
Feilebach	50003	3,67	0,80	2,94	Parthe	55100	**8,99**	0,45	**4,04**
Schafbach	50004	**5,40**	0,80	**4,32**	Statitzgraben	55201	1,08	0,95	1,02
Kemnitzbach	50005	**5,54**	0,80	**4,43**	Lösegraben	55202	1,69	1,00	1,69
Kröstaubach	50006	**4,23**	1,00	**4,23**	Parthe	55205	**5,90**	0,45	2,66
Milmesbach	50101	**7,22**	0,80	**5,78**	Lösegraben	55206	1,32	0,80	1,05
Friesenbach (WE)	50102	**4,20**	1,00	**4,20**	Lösegraben	55207	1,28	0,80	1,03
Triebitzbach	50211	**4,15**	0,80	3,32	Lösegraben	55208	1,52	0,40	0,61
Rumpelbach	50212	3,44	0,80	2,75	Parthe	55300	3,63	0,80	2,91
Tremnitzbach	50213	3,34	0,80	2,68	Parthe	55390	2,95	0,80	2,36
Schwarzbach	50909	**8,94**	0,65	**5,81**	Parthe	55400	3,29	0,80	2,63
Ebersbach	50911	**7,36**	0,80	**5,89**	Gladegraben	55520	1,70	0,40	0,68
Würschnitzbach	50920	**4,88**	0,80	3,90	Gladegraben	55521	1,68	0,15	0,25
Schwarzbach	51000	**8,04**	0,80	**6,43**	Gladegraben	55522	1,55	0,40	0,62
Rosenbach	51100	**4,43**	0,80	3,54	Gladegraben	55523	1,55	0,40	0,62
Leimbach	51101	**4,46**	0,80	3,57	Östl. Rietzschke	60801	**4,44**	0,40	1,78
Fasenbach	51102	**9,48**	0,80	**7,58**	Nördl. Rietzschke	61000	3,69	0,15	0,55
Syrabach	51200	3,58	0,80	2,86	**Anzahl > UQN (%)**		**30**		**4**
Kaltenbach	51201	**4,93**	0,80	3,95					

Gewässer	MKZ (OBF)	Nickel (µg/l) (gelöst, MW)	BioF Klasse	Nickel (µg/l) BioF berücksich-	Gewässer	MKZ (OBF)	Nickel (µg/l) (gelöst, MW)	BioF Klasse	Nickel (µg/l) BioF berücksichtigt

				tigt					
Geigenbach	51250	**5,70**	0,45	2,57	**WE Unterlauf West**				
Trieb	51400	**5,55**	0,80	**4,44**	Krebsgraben	50522	2,03	0,40	0,81
Trieb	51401	**4,69**	0,80	3,75	Profener Elster-mühlgraben	50550	**4,21**	0,80	3,36
Rabenbach	51402	**10,27**	0,80	**8,21**	Elstermühlgraben	50651	**6,36**	0,80	**5,09**
Kohlstattbächel	51405	**6,82**	0,40	2,73	Schnauder	52600	2,35	1,00	2,35
Voigtsgrüner Bach	51406	**4,36**	0,80	3,49	Schnauder	52700	**30,84**	0,80	**24,67**
Gansgrüner Bach	51408	**8,23**	0,40	3,29	Schwennigke	52750	**4,43**	0,80	3,55
Göhlischbach	51409	**12,34**	0,80	**9,87**	Pleiße	53300	2,42	0,80	1,93
Bellwitzbach	51411	**4,94**	0,30	1,48	Pleiße	53350	2,90	0,80	2,32
Wolfsbach	64000	**4,97**	0,45	2,23	Pleiße	53400	2,79	0,80	2,23
Wolfsbach	64030	**4,69**	0,45	2,11	Faule Pfütze	53401	**7,30**	0,95	**6,94**
Puchtabach	64040	**10,14**	0,45	**4,56**	Pleiße	53407	3,88	0,80	3,10
Steinseifelbach	64070	**5,73**	0,80	**4,59**	Pleiße	53500	**7,84**	0,80	**6,27**
Seifbach	64080	**4,51**	0,80	3,61	Pleiße	53600	**8,04**	0,80	**6,43**
Anzahl > UQN (%)		**84**		**40**	Pleiße	53700	**7,46**	0,80	**5,97**
Göltzsch					Kleine Pleiße Markkleeberg	53701	**26,05**	0,80	**20,84**
Friesenbach (G)					51901		**21,23**	0,80	**16,99**	**13,93**
Göltzsch	51701	**4,35**	0,80	3,48	Leubabach	54251	**7,52**	0,80	**6,01**
Weiße Göltzsch	51710	3,79	0,45	1,70	Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54301	1,52	0,80	1,21
Göltzsch	52000	**4,75**	0,80	3,80	Ossabach	54302	1,33	0,80	1,07
Eulenwasser	51711	**7,33**	0,80	**5,87**	Mausbach	54304	1,37	0,80	1,09
Plohnbach	51810	1,02	0,45	0,46	Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54305	**4,32**	0,45	1,94
Plohnbach	51811	1,18	0,45	0,53	Wyhra	54350	1,92	0,80	1,53
Plohnbach	51820	**8,39**	0,80	**6,72**	Greifenhainer Bach	54351	**14,07**	0,45	**6,33**
Wernesbach	52100	3,73	0,80	2,98	Bürschgraben	54401	2,92	0,40	1,17
Limbach	52210	**4,85**	0,80	3,88	Wyhra	54501	3,42	0,80	2,74
Raumbach	52400	**5,92**	0,80	**4,73**	Wyhra	54610	**4,56**	0,80	3,65
Anzahl > UQN (%)		**64**		**36**	Gösel	54650	**13,61**	0,40	**5,44**
					Fipper	54652	**7,87**	0,40	3,15
Gewässer	**MKZ (OBF)**	**Nickel (µg/l) (gelöst, MW)**	**BioF Klasse**	**Nickel (µg/l) BioF berücksich-**	**Gewässer**	**MKZ (OBF)**	**Nickel (µg/l) (gelöst, MW)**	**BioF Klasse**	**Nickel (µg/l) BioF berücksichtigt**

				tigt					
Pleiße Oberlauf									
Aubach	51413	**4,16**	0,40	1,66	Neue Gösel	54700	**6,03**	0,40	2,41
Pleiße	52900	3,92	0,80	3,14	Neue Luppe	55550	**5,88**	0,80	**4,70**
Pleiße	52901	**9,00**	0,80	**7,20**	Neue Luppe	55600	**5,68**	0,80	**4,55**
Lauterbach	53002	**4,42**	0,40	1,77	Alte Luppe	55660	2,93	0,80	2,35
					Zschampert	55800	1,38	0,80	1,10
Koberbach	53004	**4,08**	0,40	1,63	Zschampert	55900	2,76	0,80	2,20
Erdbach	53007	2,08	0,80	1,66	Eula	57600	2,61	0,80	2,09
Pleiße	53100	**4,82**	0,80	3,85	Eula	57610	3,13	0,80	2,50
Döbitzbach	53101	**6,36**	0,80	**5,09**	Kleine Eula	57630	1,77	0,80	1,42
Paradiesbach	53102	**13,02**	0,80	**10,42**	Eula	57650	**4,63**	0,80	3,71
Döbitzbach	53108	**5,37**	0,80	**4,29**	Heinersdorfer Bach	57651	**13,50**	0,40	**5,40**
Pleiße	53200	**5,29**	0,80	**4,23**	Jordanbach	57701	2,57	0,40	1,03
Neumarker Bach	53800	2,42	0,80	1,93	Eula	57750	**10,82**	0,80	**8,66**
Schönfelser Bach	53801	**5,76**	0,80	**4,61**	Saubach	57702	**109,67**	0,45	**49,35**
Ruppertsgr. Bach	53900	**10,08**	0,80	**8,07**	**Anzahl > UQN (%)**		**55**		**38**
Leubnitzbach	54000	**6,12**	0,80	**4,89**					
Mühlbach	54100	**5,57**	0,80	**4,45**					
Meerchen	54210	**4,48**	0,80	3,58					
Wiera	54256	2,73	0,80	2,18					
Anzahl > UQN (%)		**78**		**50**					

Die Prozentualen Anteile von der Teil-EZG sind in Tabelle 85 nochmals zusammengefasst.

Tabelle 85: UQN-Überschreitungen für Nickel ohne und mit Berücksichtigung BioF

Gewässer	Anzahl >UQN (%)	BioF Klasse (MW)	Anzahl >UQN (%) (BioF berücksichtigt)
WE Oberlauf	84	0,71	40
Göltzsch	64	0,70	36
Pleiße Oberlauf	78	0,73	50
WE Unterlauf Ost	30	0,57	4
WE Unterlauf West	55	0,72	38

Die Betrachtung zeigt, dass durch Anwendung des Bioligandenmodells die Anzahl von UQN-Überschreitungen deutlich reduziert werden kann, was nach Absenkung des Wertes im neuen Entwurf der OGewV von besonderer Bedeutung ist.

Da die BLM derzeit noch den Charakter von Empfehlungen haben, wurden diese bei der Berechnung der HGW nicht berücksichtigt.

8.6 Schlussfolgerungen

8.6.1 Vorschlag geogener Hintergrundkonzentrationen

Als vorläufige geogene Hintergrundkonzentrationen wurden für die angegrenzten Teil-EZG der EZG Schwarze Elster und Spree die 90-Perzentilwerte der Konzentrationsmittelwerte der einzelnen Messstellen berechnet. Diese sind in Tabelle 86 dargestellt.

Tabelle 86: Statistische Auswertung der Messstellen ohne anthropogenen Einfluss in den Teil-EZG der Weißen Elster

Teil-EZG	Statistische Auswertung für die Teil-EZG ohne anthropogenen Einfluss										
		Silber (µg/l)					Arsen (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	3,3	0,6	0,5	0,9
Göltzsch	11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	1,5	0,8	0,7	1,4
Pleiße Oberlauf	16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	3,0	1,5	1,4	2,0
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	1,8	1,0	1,1	1,5
Weiße Elster Unterlauf West	36	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	4,0	0,9	0,7	1,5
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	<0,1	0,30	0,10	<0,1	0,18	<0,5	1,2	0,7	0,6	1,2
Göltzsch	4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	24,1	6,9	1,5	17,6
Pleiße Oberlauf	7	<0,1	0,63	0,16	<0,1	0,38	1,2	2,2	1,7	1,8	2,1
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	<0,1	0,23	0,13	0,11	0,20	0,9	3,7	1,8	1,4	3,0
Weiße Elster Unterlauf West	17	<0,1	7,53	0,57	<0,1	0,60	<0,5	2,7	1,4	1,3	2,3
Sediment		**Silber (mg/kg)**					**Arsen mg/kg)**				
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	<1	8,9	1,7	<1	3,9	7,3	34,4	20,0	21,2	28,6
EZG Weiße Elster Nord	16	<1	2,3	<1	<1	2,1	8,0	36,2	20,1	18,0	30,9

		Bor (µg/l)					Barium (µg/l)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	5,2	63	17	16	26	17	55	35	35	48
Göltzsch	11	8,6	95	42	33	77	36	55	42	38	50
Pleiße Oberlauf	16	23,5	77	44	38	67	22	115	61	59	83
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	48,0	238	108	101	168	35	65	55	55	64
Weiße Elster Unterlauf West	36	24,0	578	116	79	237	31	94	55	52	73
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	10,0	32	17	18	26	22	50	37	39	48
Göltzsch	4	9,6	60	36	36	56	40	62	49	48	60
Pleiße Oberlauf	7	19,0	80	46	35	76	32	69	54	57	68
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	48,0	123	75	64	107	58	81	68	66	78
Weiße Elster Unterlauf West	17	27,0	410	122	81	262	35	110	61	60	72
Sediment		**Bor (mg/kg)**					**Barium (mg/kg)**				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Weiße Elster Süd	7	<10	19,2	<10	<10	16,5	170	1230	326	214	351
EZG Weiße Elster Nord	16	10,3	26,8	18,4	19,2	23,7	195	628	373	349	518
		Beryllium (mg/l)					**Blei (µg/l)**				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	<0,1	0,22	<0,1	<0,1	0,10	<0,2	0,55	<0,2	<0,2	<0,2
Göltzsch	11	<0,1	0,32	0,11	<0,1	0,20	<0,2	0,25	<0,2	<0,2	0,22
Pleiße Oberlauf	16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,35	<0,2	<0,2	0,21
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,37	<0,2	<0,2	0,28
Weiße Elster Unterlauf West	36	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	0,65	0,21	<0,2	0,30

Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	<0,1	0,18	<0,1	<0,1	0,12	<0,2	1,15	0,48	0,48	0,75
Göltzsch	4	<0,1	0,47	0,26	0,26	0,45	0,25	2,20	1,41	1,60	2,15
Pleiße Oberlauf	7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,06	0,30	1,93	0,96	0,67	1,62
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	<0,1	0,73	0,30	0,21	0,60	0,45	10,05	3,23	1,22	7,59
Weiße Elster Unterlauf West	17	<0,1	0,18	<0,1	<0,1	0,11	<0,2	3,70	1,28	1,24	2,15

Sediment		**Beryllium (mg/kg)**					**Blei (mg/kg)**				
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	1,1	12,6	3,1	2,0	3,6	27,9	117,0	60,0	50,2	93,7
EZG Weiße Elster Nord	16	1,2	6,0	2,6	2,1	4,1	40,3	155,2	74,4	66,8	121,7

		Nickel (µg/l)					**Selen (µg/l)**				
Sediment		**Calcium (µg/l)**					**Cadmium (µg/l)**				
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	5	66	29	28	49	<0,03	0,20	0,04	<0,03	0,13
Göltzsch	11	7	73	31	24	57	0,03	0,11	0,05	0,04	0,07
Pleiße Oberlauf	16	47	104	68	64	98	<0,03	0,05	<0,03	<0,03	0,04
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	58	185	130	144	164	<0,03	0,09	0,03	<0,03	0,05
Weiße Elster Unterlauf West	36	65	277	125	108	213	<0,03	0,11	0,03	<0,03	0,04
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	6	56	27	23	52	<0,03	0,20	0,06	0,04	0,10
Göltzsch	4	6	52	29	30	47	0,04	0,13	0,09	0,10	0,12
Pleiße Oberlauf	7	36	99	67	64	97	<0,03	0,20	0,07	0,05	0,13
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	54	145	93	86	133	0,07	0,50	0,21	0,14	0,41
Weiße Elster Unterlauf West	17	86	255	142	109	235	<0,03	0,20	0,07	0,06	0,13

Sediment	**Calcium (mg/kg)**	**Cadmium (mg/kg)**

	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Weiße Elster Süd	7	2700	11102	6415	6165	10290	0,70	6,18	2,31	1,81	3,75
EZG Weiße Elster Nord	16	6256	50250	14367	11488	21050	0,75	5,53	2,60	2,65	3,98

		Cobalt (µg/l)					Chrom (µg/l)				
		Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	<0,1	3,98	0,55	0,22	0,98	<1	2,5	<1	<1	1,2
Göltzsch	11	0,11	0,65	0,25	0,22	0,30	<1	5,1	1,4	<1	2,6
Pleiße Oberlauf	16	0,18	0,53	0,28	0,25	0,41	<1	1,9	<1	<1	1,6
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	0,31	2,67	0,97	0,70	1,87	<1	<1	<1	<1	<1
Weiße Elster Unterlauf West	36	0,25	5,85	1,12	0,79	2,23	<1	<1	<1	<1	<1
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	0,15	2,07	0,77	0,40	1,83	<1	2,0	1,1	1,0	1,7
Göltzsch	4	0,25	1,53	0,83	0,77	1,36	<1	3,5	2,0	2,0	3,4
Pleiße Oberlauf	7	0,20	0,77	0,47	0,40	0,70	<1	5,4	2,5	1,9	4,7
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	0,85	9,90	3,77	2,16	7,77	<1	5,8	3,1	3,1	5,7
Weiße Elster Unterlauf West	17	0,40	10,20	1,83	1,36	2,28	<1	4,2	1,5	1,0	3,2

Sediment		Cobalt (mg/kg)					Chrom (mg/kg)				
	n	Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
EZG Weiße Elster Süd	7	9,0	79,7	37,4	32,8	76,5	30	124	69	63	109
EZG Weiße Elster Nord	16	7,4	132,0	41,3	39,9	53,4	33	283	105	88	216

		Eisen (µg/l)					Kupfer (µg/l)				
		Min	Max	MW	Med	P90	Min	Max	MW	Med	P90
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	<0,03	0,257	0,050	0,036	0,098	<2	2,5	<2	<2	<2
Göltzsch	11	<0,03	0,136	0,046	<0,03	0,104	<2	3,2	<2	<2	3,0

Pleiße Oberlauf	16	<0,03	0,127	0,038	0,030	0,058	<2	3,0	<2	<2	2,7
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	<0,03	0,522	0,067	<0,03	0,088	<2	3,4	<2	<2	2,6
Weiße Elster Unterlauf West	36	<0,03	0,459	0,065	0,036	0,137	<2	2,2	<2	<2	<2
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	0,085	0,633	0,350	0,325	0,633	<2	3,6	<2	<2	3,4
Göltzsch	4	0,200	1,487	0,847	0,850	1,391	2,0	7,1	4,0	3,5	6,4
Pleiße Oberlauf	7	0,223	0,800	0,514	0,450	0,800	3,1	5,1	4,0	3,8	4,8
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	0,300	6,300	2,153	1,007	4,894	2,4	17,9	6,6	3,0	13,5
Weiße Elster Unterlauf West	17	0,075	4,247	1,482	1,450	2,873	<2	6,0	3,0	2,8	4,9
Sediment			**Eisen (mg/kg)**					**Kupfer (mg/kg)**			
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	20500	53775	39958	41575	49140	22	149	77	67	123
EZG Weiße Elster Nord	16	25750	129267	65101	64181	117235	51	191	87	69	142
		Nickel (µg/l)					**Selen (µg/l)**				
		Min	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	2,5	12,3	5,7	5,0	8,9	<0,8	1,0	<0,8	<0,8	<0,8
Göltzsch	11	1,0	21,2	5,8	4,4	7,3	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Pleiße Oberlauf	16	2,1	10,1	5,1	5,1	7,7	<0,8	2,2	<0,8	<0,8	1,3
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	1,1	8,3	3,8	3,5	6,4	<0,8	1,4	<0,8	<0,8	1,1
Weiße Elster Unterlauf West	36	1,3	14,1	4,8	4,0	8,0	<0,8	1,3	<0,8	<0,8	0,9
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	1,7	7,1	4,8	5,3	7,1	<0,8	1,3	0,8	<0,8	1,2
Göltzsch	4	2,3	12,1	7,6	7,9	11,8	<0,8	1,2	0,9	0,8	1,2
Pleiße Oberlauf	7	0,6	16,3	6,3	5,3	10,5	<0,8	2,8	1,2	0,9	1,8
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	3,8	24,0	9,8	5,7	18,9	<0,8	0,9	<0,8	<0,8	0,9

Weiße Elster Unterlauf West	17	0,9	22,0	6,3	4,8	9,4	<0,8	1,7	0,9	0,8	1,5
Sediment				**Nickel (mg/kg)**					**Selen (mg/kg)**		
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	26	205	92	74	137	<2	2,7	<2	<2	2,1
EZG Weiße Elster Nord	16	23	214	87	81	135	<2	6,5	2,7	2,6	3,5
				Titan (µg/l)					**Thallium (µg/l)**		
		Min	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											
Weiße Elster Oberlauf	42	<1	2,6	<1	<1	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Göltzsch	11	<1	1,0	<1	<1	<1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pleiße Oberlauf	16	<1	4,6	1,6	1,3	2,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	<1	2,2	1,1	1,0	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weiße Elster Unterlauf West	36	<1	2,6	1,1	<1	1,6	<0,1	0,15	0,06	<0,1	<0,1
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	1,3	22,0	7,3	3,9	17,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Göltzsch	4	4,9	29,9	13,7	9,9	25,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pleiße Oberlauf	7	5,2	17,0	11,6	10,4	16,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	3,1	44,4	14,6	5,4	33,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Weiße Elster Unterlauf West	17	1,8	42,0	13,8	11,9	27,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sediment				**Titan (mg/kg)**					**Thallium (mg/kg)**		
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	100	1975	668	468	1950	0,15	0,51	0,32	0,33	0,49
EZG Weiße Elster Nord	16	192	530	395	388	500	0,17	0,57	0,37	0,35	0,48
				Uran (µg/l)					**Vanadium (µg/l)**		
		Min	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte											

Weiße Elster Oberlauf	42	<0,1	6,33	0,34	0,12	0,43	<0,3	1,42	0,33	<0,3	0,59
Göltzsch	11	0,13	1,78	0,67	0,52	1,43	<0,3	0,45	0,30	<0,3	0,40
Pleiße Oberlauf	16	0,25	6,37	2,60	2,28	5,06	0,53	2,75	1,25	1,01	2,28
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	0,11	2,74	1,40	1,55	2,43	<0,3	1,49	0,69	0,56	1,44
Weiße Elster Unterlauf West	36	0,10	7,40	1,73	1,28	3,37	<0,3	1,18	0,54	0,44	0,95
Gesamtgehalte											
Weiße Elster Oberlauf	10	0,05	0,85	0,24	0,15	0,45	<0,3	1,85	0,73	0,45	1,63
Göltzsch	4	0,12	2,77	1,45	1,45	2,67	0,42	1,83	1,10	1,08	1,74
Pleiße Oberlauf	7	0,23	6,17	2,44	1,77	4,66	0,87	2,55	1,91	1,97	2,52
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	0,15	1,80	1,00	1,02	1,77	0,42	7,70	2,33	0,61	5,62
Weiße Elster Unterlauf West	17	0,50	3,80	1,69	1,63	3,21	0,28	3,90	1,53	1,30	3,08

Sediment		**Uran (mg/kg)**					**Vanadium (mg/kg)**				
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	1,5	19,8	5,4	2,8	15,6	29	93	49	44	82
EZG Weiße Elster Nord	16	1,2	7,5	3,1	2,3	7,0	34	57	45	45	53

	Zink (µg/l)				
	Min	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
gelöste Gehalte					
Weiße Elster Oberlauf	42	<3	25,6	6,3	4,2	12,6
Göltzsch	11	<3	33,7	12,9	12,9	16,6
Pleiße Oberlauf	16	<3	29,1	8,2	6,0	17,4
Weiße Elster Unterlauf Ost	14	3,5	25,1	12,5	9,8	22,1
Weiße Elster Unterlauf West	36	<3	33,8	10,0	8,2	18,8
Gesamtgehalte						
Weiße Elster Oberlauf	10	<3	23,0	8,0	6,5	13,0
Göltzsch	4	5,0	35,7	20,7	21,0	31,8

Pleiße Oberlauf	7	3,2	28,2	13,7	12,0	24,5
Weiße Elster Unterlauf Ost	4	10,0	49,5	26,2	22,7	41,6
Weiße Elster Unterlauf West	17	5,8	50,5	19,5	18,0	38,4

Sediment	**Zink (mg/kg)**					
	n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**
EZG Weiße Elster Süd	7	183	965	416	376	573
EZG Weiße Elster Nord	16	320	1401	761	822	1160

Es ist davon auszugehen, dass die vorläufigen Hintergrundkonzentrationen noch gewisse anthropogene Anteile enthalten können, da eine völlig scharfe Trennung in den so stark anthropogen geprägten Landschaften Mitteleuropas nicht möglich ist. Der geogene Anteil an erhöhten Stoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet ist als relativ gering anzusehen.

8.7 Handlungsempfehlungen

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde als Defizit des Datenbestandes für beide EZG deutlich, dass nur relativ wenige aktuelle und mit entsprechender Probenahmetechnik (Sammelkiste) erhobene Daten zur Zusammensetzung der Sedimente vorliegen. Es ist daher zu empfehlen, die Sedimentbeprobung bei Konzentration auf relevante Punkte entsprechend zu erweitern. Dadurch können auch die Unsicherheiten durch die Umstellung der analysierten Kornfraktionen (0,02 bzw. 0,063 mm) beseitigt werden. Alternativ kann auch ein zeitlich konzentriertes Messprogramm analog den Untersuchungen an der Müglitz (Greif et al. 2010) empfohlen werden.

Hinsichtlich der Ursachen erhöhter Schwermetallgehalte in den OWK ist zu empfehlen:

- **detaillierte Untersuchungen zu den Ursachen (Verdichtung des Messnetzes an den betreffenden Fließgewässerabschnitten)**
- **Verdichtung der Sedimentuntersuchungen, Konzentration auf die relevanten Punkte (analog Schwarzwasser, Müglitz)**
- **Nähere Untersuchung des Einflusses der basischen Gesteine des Oberen Vorgtlandes bei Ni**
- **Untersuchung des Einflusses des Steine- und Erdenabbaus, insbesondere hinsichtlich Ni**
- **Nähere Untersuchung der Anwendung des Bioligandenmodells „Nickel“**
- **Erarbeitung eines Bioligandenmodells für Arsen und Untersuchung von dessen Anwendung vor dem Hintergrund der extrem niedrigen UQN in der neuen GrwV**

8.8 Literaturverzeichnis

BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)

BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

Geokompetenzzentrum Freiberg (2008): Sächsisches Rohstoffkataster der Spat- und Erzvorkommen. Veröffentlichung des GKZ Freiberg e.V., H. 3/2008, Freiberg

LfULG (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/Krušné Hory 1:100000“, Bergbau in Sachsen Bd. 3, Freiberg 1997

Greif, A.; Klemm, W. (2006): Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Greif, A.; Klemm, W. (2009a): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Greif, A.; Klemm, W. (2009b): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Rote und die Wilde Weißeritz. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Greif, A.; Klemm, W. (2010): Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundwerte für die Müglitz. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, TU Bergakademie Freiberg

Martin, M. (2013): „Fortschreibung von Grundlagendaten und Untersuchung ausgewählter Sachverhalte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung zur Reduzierung von Schadstoffeinträgen, Teil: Hintergrundkonzentrationen - Betrachtungen für ausgewählte Oberflächenwasserkörper in den Einzugsgebieten von Spree und Schwarzer Elster“. Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke

GrwV (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV), 9. November 2010, BGBl. I S. 1513

Kardel, K.; Rank, G.; Pälchen, W. (1996): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen. Teil 1: Spurenelemente in Gesteinen - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

OGewV (2010): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV), Stand: 01.08.2010, http://www.agw-nrw.de/fileadmin/pdf/Dokumente_extern_2010/entwurf_uqn-vo_01082010.pdf

Pälchen, W.; Walter, H. (Hrsg.) (2008): Geologie von Sachsen, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Pälchen, W. (Hrsg.) (2009): Geologie von Sachsen II, E. Schweitzerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Rank, G.; Kardel, K.; Pälchen, W.; Weidensdörfer, H. (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 3: Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. - Materialien zum Bodenschutz, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul

Rohde, S. (2013): E-Mail vom 25.09.2013

Wedepohl, K.H. (1995): The composition of the continental crust. - Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, 1217-1232

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000

WRRL (2006): Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union L 64 vom 04.03.2006

WRRL (2008): Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG, Amtsblatt der Europäischen Union L 348 vom 24.12.2000

Richtlinie 2013/39/EU Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Union L 226/1 vom 24.08.2013

Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) - Entwurf (Stand 29.04.2015)

UBA (16.12.2014): Vorschlag für die OGewV - Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit von Schwermetallen bei der Gewässerüberwachung

8.9 Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
EZG	Einzugsgebiet
GWK	Grundwasserkörper
HGW	Hintergrundwert
JD	Jahresdurchschnitt
Max	Maximum
Med	Median
Min	Minimum
MW	Mittelwert
n	Anzahl
OWK	Oberflächenwasserkörper
P90	90-Perzentil
SALKA	Sächsisches Altlastenkataster
UQN	Umweltqualitätsnorm
ZHK	Zulässige Höchstkonzentration

8.10Anlagen

Anlage 1: Wasserqualität - Vergleich der Mittelwerte der Messstellen im EZG Weiße Elster mit den P90-Werten des jeweiligen Teil-EZG (gelöste Gehalte)

Gewässer	MKZ ()	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Tl	U	Zn
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Teil-EZG Weiße Elster Oberlauf														
90-Perzentil des Teil-EZG		0,92	0,10	0,14	0,98	1,20	<2	0,10	0,03	9,32	<0,2	<0,1	0,713	12,94
Rauner Bach	49501	<0,5	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	0,10	-	5,53	<0,2	<0,1	<0,1	6,49
Haarbach	49502	<0,5	<0,1	<0,03	0,16	<1	<2	0,09	-	4,88	<0,2	<0,1	<0,1	13,07
Pfarrbach	49504	1,20	<0,1	<0,03	0,66	<1	<2	0,04	-	6,75	<0,2	<0,1	6,33	13,45
Rauner Bach	49505	0,58	<0,1	0,04	0,43	<1	<2	0,13	-	7,32	<0,2	<0,1	<0,1	11,67
Eisenbach	49701	0,67	<0,1	<0,03	0,12	<1	<2	0,05	-	2,50	<0,2	<0,1	<0,1	3,98
Görnitzbach b. Oelsnitz	49702	0,73	<0,1	0,03	0,18	<1	<2	<0,03	-	2,78	<0,2	<0,1	<0,1	4,22
Hainbach	49901	0,88	<0,1	0,06	0,30	<1	<2	0,04	-	4,00	<0,2	<0,1	0,25	4,72
Triebelbach	49992	<0,5	0,22	0,20	3,35	<1	<2	0,04	-	6,27	<0,2	<0,1	0,26	12,18
Triebelbach	49994	<0,5	0,11	0,20	1,99	<1	<2	<0,03	-	5,83	<0,2	<0,1	<0,1	11,57
Triebelbach	50001	0,70	<0,1	0,40	0,80	<1	3,05	0,03	-	5,35	<0,2	<0,1	<0,1	16,31
Feilebach	50002	<0,5	<0,1	<0,03	<0,1	2,50	<2	<0,03	0,02	10,29	<0,2	<0,1	0,11	<3
Feilebach	50003	<0,5	<0,1	<0,03	0,15	<1	<2	<0,03	-	3,67	<0,2	<0,1	0,12	4,27
Schafbach	50004	0,54	<0,1	0,04	0,18	<1	<2	0,04	-	5,40	<0,2	<0,1	<0,1	<3
Kemnitzbach	50005	0,60	<0,1	<0,03	0,22	<1	<2	0,04	-	5,54	<0,2	<0,1	0,13	<3
Kröstaubach	50006	<0,5	<0,1	<0,03	0,19	<1	<2	0,03	-	4,23	<0,2	<0,1	0,14	8,01
Feilebach	50008	0,65	<0,1	<0,03	0,15	<1	<2	<0,03	-	2,50	<0,2	<0,1	0,14	5,63
Milmesbach	50101	0,75	<0,1	0,06	0,18	1,53	<2	0,03	-	7,22	<0,2	<0,1	0,21	<3
Friesenbach (WE)	50102	0,93	<0,1	<0,03	0,20	<1	<2	<0,03	0,02	4,20	<0,2	<0,1	0,43	<3
Triebitzbach	50211	0,50	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	0,03	-	4,15	<0,2	<0,1	0,10	<3
Rumpelbach	50212	<0,5	<0,1	<0,03	0,16	<1	<2	0,03	-	3,44	<0,2	<0,1	0,18	<3
Tremnitzbach	50213	0,54	<0,1	<0,03	0,20	<1	<2	0,04	-	3,34	0,30	<0,1	<0,1	5,81
Schwarzbach	50909	<0,5	<0,1	0,14	0,48	1,01	<2	<0,03	-	8,94	<0,2	<0,1	0,13	12,64
Ebersbach	50911	0,51	<0,1	0,04	0,35	1,16	<2	0,04	0,03	7,36	<0,2	<0,1	<0,1	10,50
Würschnitzbach	50920	<0,5	<0,1	<0,03	<0,1	<1	<2	<0,03	-	4,88	<0,2	<0,1	<0,1	5,16
Schwarzbach	51000	<0,5	<0,1	0,03	0,16	1,52	<2	0,03	-	8,04	<0,2	<0,1	0,15	9,50
Rosenbach	51100	<0,5	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	0,03	-	4,43	<0,2	<0,1	<0,1	<3
Leimbach	51101	<0,5	<0,1	<0,03	0,19	<1	<2	<0,03	-	4,46	<0,2	<0,1	0,40	<3
Fasenbach	51102	<0,5	<0,1	0,03	0,97	1,22	<2	0,07	0,02	9,48	<0,2	<0,1	0,12	3,93

Syrabach	51200	0,81	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	<0,03	-	3,58	<0,2	<0,1	0,30	<3
Kaltenbach	51201	0,88	<0,1	<0,03	0,20	<1	<2	0,03	0,02	4,93	<0,2	<0,1	0,37	<3
Geigenbach	51250	<0,5	0,17	0,20	1,57	<1	<2	0,26	-	5,70	0,55	<0,1	<0,1	18,30
Trieb	51400	0,83	0,15	0,04	0,21	1,10	2,46	0,05	-	5,55	<0,2	<0,1	0,93	11,52
Trieb	51401	0,81	<0,1	<0,03	0,15	<1	<2	<0,03	0,03	4,69	<0,2	<0,1	1,13	3,13
Rabenbach	51402	7,75	<0,1	0,13	0,53	1,35	2,03	0,09	0,02	10,27	<0,2	<0,1	13,13	4,98
Kohlstattbächel	51405	0,50	<0,1	<0,03	0,20	<1	2,12	0,03	-	6,82	<0,2	<0,1	<0,1	<3
Voigtsgrüner Bach	51406	1,26	<0,1	<0,03	0,11	<1	<2	0,03	-	4,36	<0,2	<0,1	0,12	<3
Gansgrüner Bach	51408	3,30	<0,1	<0,03	0,43	<1	<2	0,07	-	8,23	<0,2	<0,1	0,83	<3
Göhlischbach	51409	0,59	<0,1	0,04	0,24	<1	<2	0,05	-	12,34	<0,2	<0,1	<0,1	3,64
Bellwitzbach	51411	0,78	<0,1	<0,03	0,22	<1	<2	0,07	-	4,94	<0,2	<0,1	0,18	<3
Wolfsbach	64000	<0,5	<0,1	0,03	0,96	<1	<2	0,10	-	4,97	<0,2	<0,1	<0,1	9,52
Wolfsbach	64030	<0,5	<0,1	0,04	0,98	<1	<2	0,06	-	4,69	0,22	<0,1	<0,1	7,53
Puchtabach	64040	<0,5	0,13	0,14	3,98	<1	<2	0,10	-	10,14	0,36	<0,1	<0,1	25,64
Steinseifelbach	64070	<0,5	<0,1	0,05	0,97	<1	<2	0,06	-	5,73	<0,2	<0,1	0,24	5,65
Seifbach	64080	0,68	<0,1	0,04	0,48	<1	<2	0,12	-	4,51	<0,2	<0,1	0,11	3,73
Teil-EZG Göltzsch														
90-Perzentil des Teil-EZG		1,84	0,19	0,07	0,58	2,47	3,18	0,11	0,05	8,182	0,21	<0,1	4,55	16,22
Treba	51650	1,12	<0,1	0,04	0,15	<1	2,90	0,04	-	3,06	<0,2	<0,1	1,03	14,04
Göltzsch	51701	0,67	<0,1	0,06	0,30	<1	<2	0,06	0,05	**4,35**	0,25	<0,1	0,52	33,67
Weiße Göltzsch	51710	<0,5	0,20	**0,11**	0,65	<1	<2	0,14	0,02	3,79	0,22	<0,1	0,13	14,78
Eulenwasser	51711	<0,5	<0,1	0,04	0,13	1,97	<2	<0,03	-	**7,33**	<0,2	<0,1	0,18	14,70
Zufluss TS Falkenstein Ost	51713	<0,5	0,32	0,07	0,30	<1	<2	0,03	-	**4,24**	<0,2	<0,1	0,17	12,86
Plohnbach	51810	1,38	0,13	0,03	0,19	<1	<2	0,10	-	1,02	<0,2	<0,1	0,38	6,68
Plohnbach	51811	3,72	0,10	<0,03	0,27	<1	<2	0,09	-	1,18	<0,2	<0,1	5,24	8,50
Plohnbach	51820	1,93	0,19	0,06	1,03	<1	4,03	0,11	-	**8,39**	<0,2	<0,1	17,21	7,24
Friesenbach (Göltzsch)	51901	1,28	<0,1	0,03	0,20	5,07	<2	0,03	-	**21,23**	<0,2	<0,1	0,37	6,65
Göltzsch	52000	1,48	<0,1	0,04	0,25	<1	2,97	0,04	0,02	**4,75**	<0,2	<0,1	1,78	16,58
Wernesbach	52100	<0,5	0,15	0,04	0,11	1,06	3,23	<0,03	-	3,73	<0,2	<0,1	0,53	6,66
Limbach	52210	0,56	<0,1	0,03	0,22	<1	<2	<0,03	0,03	**4,85**	<0,2	<0,1	1,43	<3
Raumbach	52400	0,98	<0,1	0,04	0,23	2,60	<2	<0,03	-	**5,92**	<0,2	<0,1	0,90	12,48
Teil-EZG Pleiße Oberlauf														
90-Perzentil des Teil-EZG		2,04	<0,1	0,035	0,436	1,746	2,689	0,062	0,027	9,325	0,215	<0,1	5,753	16,15
Aubach	51413	1,10	<0,1	<0,03	0,22	<1	2,06	0,04	-	**4,16**	<0,2	<0,1	0,60	<3
Pleiße	52900	1,49	<0,1	<0,03	0,19	<1	<2	0,04	0,02	3,92	<0,2	<0,1	1,79	3,91
Pleiße	52901	0,80	<0,1	0,04	0,30	<1	2,00	0,06	-	**9,00**	<0,2	<0,1	1,00	7,80

Lauterbach	53002	2,06	<0,1	<0,03	0,44	<1	2,04	0,07	-	**4,42**	0,20	<0,1	11,02	5,69
Koberbach	53004	1,38	<0,1	<0,03	0,28	<1	<2	<0,03	-	**4,08**	<0,2	<0,1	2,48	<3
Erdbach	53007	2,98	<0,1	0,03	0,20	<1	3,04	<0,03	-	2,08	<0,2	<0,1	3,52	14,22
Pleiße	53100	1,97	<0,1	<0,03	0,24	<1	2,02	<0,03	0,02	**4,82**	<0,2	<0,1	3,63	5,84
Döbitzbach	53101	2,03	<0,1	<0,03	0,21	1,89	2,20	0,03	-	**6,36**	<0,2	<0,1	6,37	<3
Paradiesbach	53102	0,81	<0,1	<0,03	0,31	2,78	1,98	<0,03	-	**13,02**	<0,2	<0,1	1,49	5,73
Döbitzbach	53108	1,83	<0,1	<0,03	0,27	1,43	2,83	0,03	-	**5,37**	<0,2	<0,1	4,63	11,92
Pleiße	53200	2,00	<0,1	<0,03	0,26	1,06	2,63	0,05	<0,02	**5,29**	<0,2	<0,1	4,47	9,26
Neumarker Bach	53800	0,74	<0,1	<0,03	0,18	<1	<2	<0,03	0,03	2,42	<0,2	<0,1	0,59	<3
Schönfelser Bach	53801	0,81	<0,1	<0,03	0,19	1,31	<2	<0,03	0,03	**5,76**	<0,2	<0,1	0,37	<3
Ruppertsgrüner Bach	53900	1,33	<0,1	<0,03	0,33	1,68	<2	0,13	-	**10,08**	0,35	<0,1	2,08	5,77
Leubnitzbach	54000	1,96	<0,1	<0,03	0,44	<1	<2	0,06	-	**6,12**	<0,2	<0,1	5,49	6,56
Mühlbach	54100	1,35	<0,1	<0,03	0,24	<1	2,05	0,03	-	**5,57**	<0,2	<0,1	2,52	29,05
Meerchen	54210	1,43	<0,1	0,05	0,53	<1	<2	0,03	<0,02	**4,48**	<0,2	<0,1	1,86	20,66
Wiera	54256	0,63	<0,1	0,03	0,38	<1	<2	0,03	-	2,73	0,25	<0,1	0,25	6,25
Teil-EZG WE Unterlauf Ost														
90-Perzentil des Teil-EZG		2,42	<0,1	0,08	2,31	<1	2,90	2,25	<0,02	6,95	0,31	<0,1	17,27	51,53
Parthe	54750	1,57	<0,1	0,04	1,39	<1	<2	0,08	<0,02	**6,63**	0,21	<0,1	0,24	15,37
Parthe	54900	0,74	<0,1	0,03	0,66	<1	<2	0,03	<0,02	**4,70**	<0,2	<0,1	0,11	8,89
Parthe	55000	1,05	<0,1	0,09	2,90	<1	<2	3,25	-	**7,42**	<0,2	<0,1	0,94	12,56
Faule Parthe	55001	<0,5	<0,1	0,09	2,08	<1	<2	0,09	-	**8,33**	<0,2	<0,1	0,42	13,17
Mittelgraben	55004	1,09	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	0,03	-	2,22	0,37	<0,1	0,57	15,98
Threne	55050	0,77	<0,1	<0,03	1,45	<1	<2	5,55	-	**4,43**	<0,2	<0,1	1,58	6,52
Ochsengraben	55052	0,84	<0,1	<0,03	0,59	<1	<2	6,13	<0,02	2,50	0,41	<0,1	2,65	5,26
Pösgraben	55053	2,38	<0,1	**0,81**	0,58	<1	2,38	0,03	-	3,05	<0,2	<0,1	2,10	50,93
Pösgraben	55054	1,42	<0,1	0,05	0,52	<1	2,08	<0,03	-	2,70	<0,2	<0,1	2,44	10,00
Pösgraben	55055	1,16	<0,1	<0,03	0,44	<1	<2	<0,03	-	1,98	<0,2	<0,1	2,42	9,16
Pösgraben	55056	1,04	<0,1	<0,03	0,42	<1	<2	<0,03	-	1,42	<0,2	<0,1	2,74	8,74
Parthe	55100	<0,5	<0,1	0,08	4,63	<1	<2	1,58	<0,02	**8,99**	0,32	<0,1	0,53	13,54
Statitzgraben	55201	1,76	<0,1	<0,03	0,48	<1	<2	<0,03	-	1,08	<0,2	<0,1	1,41	3,51
Lösegraben	55202	0,91	<0,1	<0,03	0,46	<1	3,43	0,04	-	1,69	<0,2	<0,1	1,56	52,43
Parthe	55205	0,65	<0,1	<0,03	2,67	<1	<2	0,52	-	**5,90**	<0,2	<0,1	0,48	14,42
Lösegraben	55206	0,88	<0,1	<0,03	0,42	<1	<2	0,04	-	1,32	<0,2	<0,1	1,37	67,67
Lösegraben	55207	0,65	<0,1	<0,03	0,52	<1	<2	0,03	-	1,28	<0,2	<0,1	1,07	54,83
Lösegraben	55208	0,85	<0,1	<0,03	0,55	<1	3,23	0,06	-	1,52	<0,2	<0,1	1,42	49,67
Parthe	55300	<0,5	<0,1	<0,03	1,23	<1	<2	0,03	-	3,63	<0,2	<0,1	1,45	9,67
Parthe	55390	0,69	<0,1	<0,03	0,75	<1	2,32	<0,03	-	2,95	<0,2	<0,1	1,72	7,68

Parthe	55400	0,49	<0,1	<0,03	1,07	<1	<2	<0,03	<0,02	3,29	0,30	<0,1	1,64	8,94
Gladegraben	55520	2,23	<0,1	<0,03	0,26	<1	2,17	0,03	-	1,70	<0,2	<0,1	16,64	7,02
Gladegraben	55521	2,73	<0,1	<0,03	0,23	<1	2,15	0,04	-	1,68	0,23	<0,1	18,22	14,96
Gladegraben	55522	2,48	<0,1	<0,03	0,21	<1	<2	0,03	-	1,55	<0,2	<0,1	20,53	10,92
Gladegraben	55523	2,70	<0,1	<0,03	0,30	<1	<2	0,03	-	1,55	<0,2	<0,1	28,53	5,73
Östliche Rietzschke	60801	1,26	<0,1	0,04	0,56	<1	3,40	<0,03	-	**4,44**	0,22	<0,1	2,02	24,72
Nördliche Rietzschke	61000	1,38	<0,1	0,04	1,08	<1	2,68	0,04	-	3,69	0,24	<0,1	1,97	25,11
Teil-EZG WE Unterlauf West														
90-Perzentil des Teil-EZG		1,55	<0,1	0,05	2,38	<1	<2	0,17	0,03	14,01	0,29	<0,1	3,22	21,74
Krebsgraben	50522	1,68	<0,1	<0,03	0,61	<1	<2	<0,03	-	2,03	0,42	<0,1	2,53	8,40
Profener Elstermühl-graben	50550	0,99	<0,1	<0,03	0,55	<1	2,21	<0,03	-	**4,21**	<0,2	<0,1	3,63	7,75
Elstermühlgraben	50651	<0,5	<0,1	<0,03	1,23	<1	<2	0,18	-	**6,36**	0,30	<0,1	1,52	13,34
Schnauder	52600	0,83	<0,1	<0,03	0,79	<1	<2	0,03	-	2,35	0,29	<0,1	2,37	4,27
Schnauder	52700	<0,5	<0,1	<0,03	6,85	<1	<2	0,10	-	**30,84**	<0,2	<0,1	1,35	17,37
Schwennigke	52750	<0,5	<0,1	<0,03	0,40	<1	<2	<0,03	-	**4,43**	0,23	<0,1	4,67	6,13
Pleiße	53300	1,49	<0,1	<0,03	0,49	<1	<2	0,04	-	2,42	0,21	<0,1	3,23	5,92
Pleiße	53350	1,17	<0,1	<0,03	0,47	<1	<2	0,03	-	2,90	0,20	<0,1	2,83	4,23
Pleiße	53400	1,26	<0,1	<0,03	0,56	<1	2,00	0,03	<0,02	2,79	<0,2	<0,1	2,96	5,78
Faule Pfütze	53401	1,62	<0,1	0,05	0,58	1,26	3,70	0,17	-	**7,30**	0,23	<0,1	1,34	502,38
Pleiße	53407	0,58	<0,1	<0,03	1,05	<1	<2	0,46	-	3,88	0,26	<0,1	2,19	8,07
Pleiße	53500	<0,5	<0,1	<0,03	2,38	<1	<2	0,17	-	**7,84**	<0,2	<0,1	1,80	17,34
Pleiße	53600	<0,5	<0,1	<0,03	2,12	<1	<2	0,16	-	**8,04**	<0,2	<0,1	1,75	15,29
Pleiße	53700	<0,5	<0,1	<0,03	1,86	<1	<2	0,10	<0,02	**7,46**	<0,2	<0,1	1,74	13,99
Leubabach	54251	<0,5	<0,1	0,04	2,13	<1	<2	0,04	-	**7,52**	<0,2	<0,1	0,17	20,17
Leubabach	54252	<0,5	<0,1	0,04	1,00	<1	<2	<0,03	-	**6,23**	<0,2	<0,1	0,10	13,75
Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54301	0,78	<0,1	<0,03	0,28	<1	<2	<0,03	-	1,52	0,20	<0,1	0,63	<3
Ossabach	54302	0,83	<0,1	<0,03	0,28	<1	<2	0,03	-	1,33	<0,2	<0,1	0,75	<3
Mausbach	54304	1,25	<0,1	<0,03	0,25	<1	<2	0,03	-	1,37	<0,2	<0,1	1,03	<3
Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54305	0,50	<0,1	<0,03	0,78	<1	<2	0,03	-	**4,32**	0,65	<0,1	0,19	11,88
Wyhra	54350	0,98	<0,1	<0,03	0,31	<1	<2	0,03	-	1,92	<0,2	<0,1	0,51	3,06
Greifenhainer Bach	54351	0,72	<0,1	0,11	2,32	<1	<2	0,06	-	**14,07**	<0,2	0,12	0,48	33,82
Bürschgraben	54401	0,55	<0,1	<0,03	1,18	<1	<2	<0,03	-	2,92	<0,2	<0,1	0,67	4,00
Wyhra	54501	<0,5	<0,1	<0,03	0,99	<1	<2	0,11	-	3,42	<0,2	<0,1	0,69	7,31
Wyhra	54610	0,88	<0,1	<0,03	1,57	<1	<2	0,05	-	**4,56**	0,23	<0,1	0,77	8,93
Fipper	54652	0,59	<0,1	0,05	1,81	<1	<2	0,08	-	**7,87**	<0,2	<0,1	0,60	7,85

Neue Gösel	54700	0,63	<0,1	<0,03	0,58	<1	<2	0,06	-	**6,03**	0,25	<0,1	0,32	11,21
Neue Luppe	55550	0,68	<0,1	<0,03	0,99	<1	<2	0,06	-	**5,88**	0,23	<0,1	3,51	11,88
Neue Luppe	55600	0,71	<0,1	<0,03	0,92	<1	<2	0,04	-	**5,68**	0,23	<0,1	3,09	11,17
Alte Luppe	55660	95,71	0,18	0,07	0,48	<1	9,61	3,24	-	2,93	<0,2	<0,1	2,27	9,68
Zschampert	55800	0,60	<0,1	<0,03	0,55	<1	<2	<0,03	-	1,38	0,23	<0,1	2,75	12,77
Zschampert	55900	0,67	<0,1	<0,03	0,48	<1	<2	<0,03	-	2,76	<0,2	<0,1	2,26	4,82
Eula	57600	1,55	<0,1	<0,03	0,66	<1	<2	0,05	-	2,61	<0,2	<0,1	0,79	6,97
Eula	57610	1,55	<0,1	<0,03	0,63	<1	<2	0,03	-	3,13	<0,2	<0,1	0,90	10,25
Kleine Eula	57630	1,50	<0,1	<0,03	0,33	<1	<2	0,04	-	1,77	0,24	<0,1	7,40	5,90
Eula	57650	1,15	<0,1	<0,03	0,80	<1	<2	0,03	-	**4,63**	<0,2	<0,1	1,93	8,48
Heinersdorfer Bach	57651	0,56	0,10	0,05	2,44	<1	<2	0,08	-	**13,50**	<0,2	0,15	0,28	21,92
Jordanbach	57701	0,85	<0,1	<0,03	0,70	<1	<2	0,07	-	2,57	<0,2	<0,1	0,38	5,25
Saubach	57702	<0,5	<0,1	0,09	72,89	<1	<2	0,62	0,03	**109,67**	<0,2	<0,1	0,29	172,67
Eula	57750	3,99	<0,1	0,10	5,85	<1	<2	0,08	-	**10,82**	0,38	<0,1	0,85	22,49

fett: Mittelwert > P90 des Teil-EZG **fett unterstrichen**: Mittelwert ≥ UQN-JD

Anlage 2: Ergebnisse der Recherche zu möglichen Quellen für die erhöhten Werte an den Messstellen in den Teil-EZG der Spree

Gewässer	MKZ	Elemente >P90 des teil-EZG	Elemente >UQN	(mögliche) anthropogene Ursachen	Ausschluss aus der HGW-Statistik	(wahrschein-lich) geogene Ursachen
Teil-EZG Spree Oberlauf						
Rauner Bach	49501		Ni			(X)
Haarbach	49502	Zn	Ni			(X)
Pfarrbach	49504	As, U, Zn	Ni			(X)
Rauner Bach	49505	Fe	Ni			(X)
Eisenbach	49701					
Görnitzbach b. Oelsnitz	49702					
Hainbach	49901					(X)
Triebelbach	49992	Cd	Ni, Cd			(X)
Triebelbach	49994	Cd	Ni, Cd			(X)
Triebelbach	50001	Cd, Cu, Zn	Ni, Cd	Diabasabbau	**X**	
Feilebach	50002	Ni	Ni			(X)
Feilebach	50003					
Schafbach	50004		Ni			(X)
Kemnitzbach	50005		Ni			(X)

Kröstaubach	50006		Ni			(X)
Feilebach	50008					
Milmesbach	50101		Ni			(X)
Friesenbach (WE)	50102	As	Ni			(X)
Triebitzbach	50211		Ni			(X)
Rumpelbach	50212					
Tremnitzbach	50213	Pb				(X)
Schwarzbach	50909	Cd	Ni, Cd			(X)
Ebersbach	50911		Ni			(X)
Würschnitzbach	50920		Ni			(X)
Schwarzbach	51000		Ni			(X)
Rosenbach	51100		Ni			(X)
Leimbach	51101		Ni			(X)
Fasenbach	51102	Ni	Ni			(X)
Syrabach	51200					
Kaltenbach	51201		Ni			(X)
Geigenbach	51250	Cd, Fe, Pb, Zn	Ni, Cd			(X)
Trieb	51400	Cu, U	Ni			(X)
Trieb	51401	U	Ni			(X)
Rabenbach	51402	As, Cu, Ni, U	Ni, Cd	Mechelgrün (Halden Uranberg-bau)	**X**	
Kohlstattbächel	51405	Cu	Ni			(X)
Voigtsgrüner Bach	51406	As	Ni			(X)
Gansgrüner Bach	51408	As, U	Ni			(X)
Göhlischbach	51409	Ni	Ni			(X)
Bellwitzbach	51411		Ni			(X)
Wolfsbach	64000		Ni			(X)
Wolfsbach	64030	Pb	Ni			(X)
Puchtabach	64040	Cd, Ni, Pb, Zn	Ni, Cd			(X)
Steinseifelbach	64070		Ni			(X)
Seifbach	64080	Fe	Ni			(X)
Göltzsch						

Treba	51650					(X)
Göltzsch	51701	Pb, Zn	Ni			(X)
Weiße Göltzsch	51710	Cd, Fe, Pb	Cd			(X)
Eulenwasser	51711		Ni			(X)
Zufluss TS Falkenstein Ost	51713	Cd	Ni			(X)
Plohnbach	51810					(X)
Plohnbach	51811	As, U		IAA Lengenfeld	X	
Plohnbach	51820	As, Cu, Ni, U	Ni	IAA Lengenfeld	X	
Friesenbach (Göltzsch)	51901	Ni	Ni			(X)
Göltzsch	52000	Zn	Ni			(X)
Wernesbach	52100	Cu				(X)
Limbach	52210		Ni			(X)
Raumbach	52400		Ni			(X)
Pleiße Oberlauf						
Aubach	51413		Ni			(X)
Pleiße	52900					
Pleiße	52901	Cd	Ni			(X)
Lauterbach	53002	As, U	Ni	IAA Oberrothenbach	X	
Koberbach	53004		Ni			(X)
Erdbach	53007	As, Cu				(X)
Pleiße	53100		Ni			(X)
Döbitzbach	53101	U	Ni			(X)
Paradiesbach	53102	Ni	Ni	IAA?	X	
Döbitzbach	53108	Cu	Ni			(X)
Pleiße	53200		Ni			(X)
Neumarker Bach	53800					
Schönfelser Bach	53801		Ni			(X)
Ruppertsgrüner Bach	53900	Fe, Ni, Pb	Ni			(X)
Leubnitzbach	54000		Ni			(X)
Mühlbach	54100	Zn	Ni			(X)

Meerchen	54210	Cd, Zn	Ni			(X)
Wiera	54256	Pb				(X)
WE Unterlauf Ost						
Parthe	54750		Ni			(X)
Parthe	54900		Ni			(X)
Parthe	55000	Cd, Fe, Ni	Ni	Porphyrbrüche, Kiessandgruben	X	
Faule Parthe	55001	Cd, Ni	Ni			(X)
Mittelgraben	55004	Pb				(X)
Threne	55050	Fe	Ni	Kiessandgruben (Kleinpösna)	X	
Ochsengraben	55052	Fe, Pb		Kiessandgruben (Kleinpösna)	X	
Pösgraben	55053	Cd	Cd	Kiessandgruben (Kleinpösna)	X	
Pösgraben	55054					
Pösgraben	55055					
Pösgraben	55056					
Parthe	55100	Ni	Ni	ehem. Porphyrbrüche	X	
Statitzgraben	55201					
Lösegraben	55202	Cu, Zn		Stadtgebiet Leipzig	X	
Parthe	55205		Ni			(X)
Lösegraben	55206	Zn		Stadtgebiet Leipzig	X	
Lösegraben	55207	Zn		Stadtgebiet Leipzig	X	
Lösegraben	55208	Cu		Stadtgebiet Leipzig	X	
Parthe	55300					
Parthe	55390					
Parthe	55400					
Gladegraben	55520			Abbau von Porphyr/Kies	X	
Gladegraben	55521	As, U			X	
Gladegraben	55522	As, U			X	
Gladegraben	55523	As, U			X	
Östliche Rietzschke	60801	Cu	Ni			(X)
Nördliche Rietzschke	61000					
WE Unterlauf West						

Krebsgraben	50522	As, Pb				(X)
Profener Elstermühlgraben	50550	Cu, U	Ni			(X)
Elstermühlgraben	50651	Pb	Ni			(X)
Schnauder	52600					
Schnauder	52700	Ni	Ni	Industriegebiet Böhlen-Lippendorf	X	
Schwennigke	52750	U	Ni			(X)
Pleiße	53300	U				(X)
Pleiße	53350					
Pleiße	53400	Cu				(X)
Faule Pfütze	53401	As, Cu, Zn	Ni	Industriegebiet Böhlen-Lippendorf	X	
Pleiße	53407	As				(X)
Pleiße	53500		Ni			(X)
Pleiße	53600		Ni			(X)
Pleiße	53700		Ni			(X)
Leubabach	54251		Ni			(X)
Leubabach	54252		Ni			(X)
Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54301					
Ossabach	54302					
Mausbach	54304					
Obergräfenhainer Rathendorfer Bach	54305	Pb	Ni			(X)
Wyhra	54350					
Greifenhainer Bach	54351	Cd, Ni, Zn	Ni			(X)
Bürschgraben	54401					
Wyhra	54501					
Wyhra	54610		Ni			(X)
Fipper	54652	Cd	Ni			(X)
Neue Gösel	54700		Ni			(X)
Neue Luppe	55550	U	Ni			(X)
Neue Luppe	55600		Ni			(X)

Alte Luppe	55660	As, Cd, Cu		Stadtgebiet Leipzig	X	
Zschampert	55800					
Zschampert	55900					
Eula	57600					
Eula	57610					
Kleine Eula	57630	U		nicht zu erkennen		(X)
Eula	57650		Ni			(X)
Heinersdorfer Bach	57651	Zn	Ni			(X)
Jordanbach	57701					
Saubach	57702	Cd, Ni, Zn	Ni	ehemalige Porphyrbrüche, Quarzpophyrbruch Altenhain	X	
Eula	57750	As, Cd, Pb, Zn	Ni			(X)

Anlage 3: Auswertung der Sedimentdaten Weiße Elster Süd, ohne anthropogen beeinflusste Messstellen

Gewässer		**Silber (mg/kg)**						**Arsen (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	-	-	-	-	-	-	4	22,5	27,0	25,0	25,2	26,5
Triebelbach	50001	-	-	-	-	-	-	4	24,3	33,3	27,0	25,2	31,1
Feilebach	50003	-	-	-	-	-	-	4	8,6	9,9	9,3	9,3	9,9
Tetterweinbach	50931	4	8,2	10	8,925	8,75	9,67	4	6,7	8,2	7,3	7,2	8,0
Schwarzbach	51000	-	-	-	-	-	-	8	17,1	36,9	21,2	19,8	25,6
Kaltenbach	51201	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	14,0	20,0	15,8	14,5	18,5
Trieb	51400	-	-	-	-	-	-	7	26,1	42,3	31,1	28,8	37,4
Trieb	51401	2	<1	<1	<1	<1	<1	2	20,0	26,0	23,0	23,0	25,4
Göltzsch	51701	-	-	-	-	-	-	4	20,7	30,6	25,0	24,3	29,5
Friesenbach	51901	-	-	-	-	-	-	4	29,7	39,6	34,4	34,2	38,3
Limbach	52210	-	-	-	-	-	-	4	12,6	19,8	16,0	15,8	19,3
Pleiße	53100	9	<1	<1	<1	<1	<1	19	9,9	24,3	17,8	17,1	24,3
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	4	21,6	27,9	24,5	24,3	26,8
Pleiße	53250	-	-	-	-	-	-	3	15,3	18,0	16,8	17,1	17,8
Leubnitzbach	54000	1	<1	<1	<1	<1	<1	1	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Meerchen	54210	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	9,1	11,0	10,3	10,5	11,0
Wolfsbach	64000	4	<1	<1	<1	<1	<1	8	20,7	26,0	22,4	22,1	24,6
EZG		**7**	**0,5**	**8,93**	**1,70**	**0,50**	**3,87**	**17**	**7,3**	**34,4**	**20,0**	**21,2**	**28,6**
				Bor (mg/kg)						**Barium (mg/kg)**			
Görnitzbach	49702	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Triebelbach	50001	4	<10	<10	<10	<10	<10	4	162	225	180	166,5	208,8
Feilebach	50003	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Tetterweinbach	50931	4	<10	<10	<10	<10	<10	4	160	210	182,5	180	204
Schwarzbach	51000	3	<10	<10	<10	<10	<10	4	189	270	213,75	198	248,4

Kaltenbach	51201	2	10	16	13,0	13	15,4	4	170	250	212,5	215	244
Trieb	51400	4	<10	12	<10	<10	<10	3	333	369	351	351	365,4
Trieb	51401	4	12,6	23,4	16,2	14,4	20,97	2	560	1900	1230	1230	1766
Göltzsch	51701	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Friesenbach	51901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limbach	52210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53100	13	<10	26	16,2	15,3	25,2	15	225	370	295,4	288	360
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53250	3	16,2	24,3	19,2	17,1	22,86	3	279	387	321	297	369
Leubnitzbach	54000	-	-	-	-	-	-	1	250	250	250	250	250
Meerchen	54210	4	<10	12	<10	<10	11,4	4	160	190	170	165	184
Wolfsbach	64000	4	<10	<10	<10	<10	<10	4	170	180	175	175	180
EZG		**10**	**<10**	**19,2**	**<10**	**7,38**	**16,54**	**11**	**170**	**1230**	**326**	**214**	**351**
Gewässer				**Beryllium (mg/kg)**							**Calcium (mg/kg)**		
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	-	-	-	-	-	-	4	2250	3690	2925	2880	3447
Triebelbach	50001	4	3,0	3,9	3,6	3,8	3,9	4	2070	3150	2700	2790	3069
Feilebach	50003	-	-	-	-	-	-	4	9900	10800	10575	10800	10800
Tetterweinbach	50931	4	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	4	4300	4800	4450	4350	4680
Schwarzbach	51000	4	1,6	2,3	2,0	1,9	2,3	8	2700	6300	3983	3600	5229
Kaltenbach	51201	4	1,2	1,4	1,3	1,3	1,4	4	9500	11000	10100	9950	10700
Trieb	51400	3	11,7	13,5	12,6	12,6	13,3	7	2970	3780	3394	3420	3672
Trieb	51401	2	2,3	2,6	2,5	2,5	2,6	2	8000	11000	9500	9500	10700
Göltzsch	51701	-	-	-	-	-	-	4	5130	7380	6233	6210	7056
Friesenbach	51901	-	-	-	-	-	-	4	4500	5130	4883	4950	5103
Limbach	52210	-	-	-	-	-	-	4	5220	6840	6165	6300	6840
Pleiße	53100	15	0,7	1,9	1,6	1,6	1,9	19	4320	73800	11102	7800	10000
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	4	4860	9000	7515	8100	8946
Pleiße	53250	3	1,5	1,7	1,6	1,5	1,7	3	6570	7740	7260	7470	7686
Leubnitzbach	54000	1	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1	5800	5800	5800	5800	5800
Meerchen	54210	4	0,9	1,2	1,1	1,2	1,2	4	4400	22000	9750	6300	17290
Wolfsbach	64000	4	2,5	2,8	2,7	2,7	2,8	8	2250	3400	2723	2700	3050
EZG		**11**	**1,1**	**12,6**	**3,1**	**2,0**	**3,6**	**17**	**2700**	**11102**	**6415**	**6165**	**10290**
				Cadmium (mg/kg)							**Cobalt (mg/kg)**		
Görnitzbach	49702	4	1,0	1,6	1,3	1,3	1,5	-	-	-	-	-	-
Triebelbach	50001	4	3,2	5,5	4,2	4,1	5,1	4	69,3	89,1	79,7	80,1	87,8
Feilebach	50003	4	1,4	2,8	2,0	1,8	2,5	-	-	-	-	-	-
Tetterweinbach	50931	4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	4	22,0	24,0	23,0	23,0	23,7
Schwarzbach	51000	8	1,4	2,2	1,7	1,7	2,0	4	26,1	35,1	30,6	30,6	33,8
Kaltenbach	51201	4	1,3	2,0	1,5	1,4	1,8	4	32,0	34,0	32,8	32,5	33,7
Trieb	51400	7	1,9	3,5	2,6	2,6	3,2	3	34,2	46,8	41,1	42,3	45,9
Trieb	51401	2	1,8	4,7	3,3	3,3	4,4	2	31,0	56,0	43,5	43,5	53,5
Göltzsch	51701	4	2,0	4,3	2,9	2,6	3,9	-	-	-	-	-	-
Friesenbach	51901	4	1,1	1,4	1,3	1,3	1,4	-	-	-	-	-	-
Limbach	52210	4	1,4	2,0	1,7	1,7	1,9	-	-	-	-	-	-

Pleiße	53100	19	0,7	1,7	1,2	1,2	1,5	19	0,0	25,0	15,9	19,0	23,4
Pleiße	53200	4	1,7	2,0	1,8	1,7	2,0	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53250	3	3,1	3,8	3,4	3,4	3,7	3	18,9	20,7	19,8	19,8	20,5
Leubnitzbach	54000	1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Meerchen	54210	4	5,4	7,2	6,2	6,1	6,9	4	7,9	10,0	9,0	9,1	9,8
Wolfsbach	64000	8	1,6	2,2	1,9	1,9	2,1	4	74,0	81,0	76,5	75,5	79,5
EZG		**17**	**0,7**	**6,2**	**2,3**	**1,8**	**3,7**	**11**	**9,0**	**79,7**	**37,4**	**32,8**	**76,5**

Gewässer		**Chrom (mg/kg)**						**Kupfer (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	4	35	42	39	39	41	4	43	61	49	46	57
Triebelbach	50001	4	32	51	40	38	49	4	44	55	47	45	52
Feilebach	50003	4	88	104	100	104	104	4	58	73	62	59	69
Tetterweinbach	50931	4	34	43	39	39	42	4	52	60	56	55	59
Schwarzbach	51000	8	29	60	42	41	54	8	99	144	120	122	138
Kaltenbach	51201	4	96	100	99	100	100	4	63	78	72	74	77
Trieb	51400	7	40	64	47	46	55	7	48	75	59	57	72
Trieb	51401	2	85	89	87	87	89	2	49	69	59	59	67
Göltzsch	51701	4	49	54	51	51	53	4	126	189	149	140	176
Friesenbach	51901	4	88	112	106	112	112	4	86	108	98	99	105
Limbach	52210	4	70	80	77	78	80	4	60	75	67	67	73
Pleiße	53100	19	46	78	63	62	78	19	54	117	86	89	117
Pleiße	53200	4	104	152	124	120	142	4	117	144	126	122	139
Pleiße	53250	3	104	120	115	120	120	3	74	81	78	80	81
Leubnitzbach	54000	1	42	42	42	42	42	1	110	110	110	110	110
Meerchen	54210	4	59	75	66	66	73	4	45	65	55	55	62
Wolfsbach	64000	8	24	48	30	27	38	8	19	24	22	22	24
EZG		**17**	**30**	**124**	**69**	**63**	**109**	**17**	**22**	**149**	**77**	**67**	**123**
				Eisen (mg/kg)						**Quecksilber (mg/kg)**			
Görnitzbach	49702	4	33300	37800	35100	34650	36990	4	0,11	0,20	0,14	0,13	0,18
Triebelbach	50001	4	42300	60300	49050	46800	56790	4	0,07	0,10	0,09	0,09	0,10
Feilebach	50003	4	48600	57600	53775	54450	57330	4	0,17	0,23	0,21	0,21	0,23
Tetterweinbach	50931	4	37000	43000	38750	37500	41500	4	0,16	0,21	0,19	0,20	0,21
Schwarzbach	51000	8	36000	46800	42750	43650	45540	8	0,13	0,44	0,30	0,32	0,44
Kaltenbach	51201	4	45000	49000	47500	48000	49000	4	0,12	0,18	0,15	0,15	0,17
Trieb	51400	7	32400	56700	44229	42300	54540	7	0,14	0,50	0,25	0,24	0,35
Trieb	51401	2	41000	43000	42000	42000	42800	2	0,14	0,19	0,17	0,17	0,19
Göltzsch	51701	4	34200	37800	35550	35100	37260	4	0,42	0,62	0,53	0,54	0,61
Friesenbach	51901	4	45900	53100	49275	49050	52020	4	0,14	0,38	0,29	0,33	0,37
Limbach	52210	4	38700	48600	44325	45000	47790	4	0,07	0,23	0,16	0,18	0,23
Pleiße	53100	19	28000	42300	35611	36000	39880	19	0,13	0,55	0,33	0,28	0,54
Pleiße	53200	4	32400	40500	36000	35550	39420	4	0,51	0,60	0,56	0,56	0,60
Pleiße	53250	3	29700	35100	33300	35100	35100	3	0,23	0,34	0,28	0,27	0,33
Leubnitzbach	54000	1	30000	30000	30000	30000	30000	1	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Meerchen	54210	4	18000	22000	20500	21000	21700	4	0,22	0,28	0,24	0,23	0,27

Wolfsbach	64000	8	37800	46000	41575	41750	44600	8	0,07	0,29	0,16	0,16	0,24
EZG		**17**	**20500**	**53775**	**39958**	**41575**	**49140**	**17**	**0,09**	**0,56**	**0,25**	**0,21**	**0,41**
Gewässer				**Mangan (mg/kg)**						**Molybdän (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	4	990	1800	1485	1575	1746	-	-	-	-	-	-
Triebelbach	50001	4	1440	1980	1620	1530	1845	4	1,1	3,5	2,1	1,8	3,2
Feilebach	50003	4	1620	2700	2317,5	2475	2673						
Tetterweinbach	50931	4	1800	3400	2575	2550	3280	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Schwarzbach	51000	8	1530	2610	2002,5	1935	2421	4	1,1	5,2	2,8	2,5	4,8
Kaltenbach	51201	4	1900	5600	3100	2450	4820	4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
Trieb	51400	7	1890	4320	2751,4	2430	4050	3	2,4	5,0	3,3	2,6	4,5
Trieb	51401	2	21000	68000	44500	44500	63300	2	2,3	13,0	7,7	7,7	11,9
Göltzsch	51701	4	1890	2520	2272,5	2340	2466	-	-	-	-	-	-
Friesenbach	51901	4	1710	2520	1935	1755	2304	-	-	-	-	-	-
Limbach	52210	4	1260	1890	1642,5	1710	1863	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53100	19	660	1900	1229	1350	1800	4	3,1	3,5	3,3	3,2	3,5
Pleiße	53200	4	675	819	760,5	774	810,9	15	0,9	1,9	1,4	1,4	1,7
Pleiße	53250	3	1080	2520	1590	1170	2250	3	1,3	4,6	2,4	1,4	3,9
Leubnitzbach	54000	1	2600	2600	2600	2600	2600	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Meerchen	54210	4	460	890	610	545	791	4	0,8	1,4	1,1	1,1	1,3
Wolfsbach	64000	8	2250	3600	2857,5	2750	3530	4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
EZG		**17**	**610**	**44500**	**4462**	**20020**	**2954**	**12**	**0,6**	**7,7**	**2,3**	**1,8**	**3,3**
				Nickel (mg/kg)						**Blei (mg/kg)**			
Görnitzbach	49702	4	48,6	68,4	58,1	57,6	66,2	4	32,4	38,7	36,2	36,9	38,4
Triebelbach	50001	4	73,8	99,0	82,4	78,3	93,9	4	43,2	55,8	50,2	50,9	55,5
Feilebach	50003	4	117,0	144,0	128,3	126,0	138,6	4	21,6	40,5	27,9	24,8	36,2
Tetterweinbach	50931	4	54,0	58,0	55,8	55,5	57,4	4	33,0	37,0	34,8	34,5	36,7
Schwarzbach	51000	8	70,2	108,0	84,6	84,6	95,4	8	65,7	117,0	84,5	85,1	104,4
Kaltenbach	51201	4	130,0	150,0	140,0	140,0	147,0	4	36,0	39,0	37,3	37,0	38,7
Trieb	51400	7	61,2	81,0	68,1	65,7	76,1	7	63,9	81,9	74,4	72,9	81,4
Trieb	51401	2	120,0	290,0	205,0	205,0	273,0	2	30,0	35,0	32,5	32,5	34,5
Göltzsch	51701	4	58,5	70,2	65,5	66,6	70,2	4	77,4	126,0	92,0	82,4	113,0
Friesenbach	51901	4	117,0	144,0	135,0	139,5	144,0	4	89,1	108,0	96,3	94,1	105,3
Limbach	52210	4	126,0	135,0	132,8	135,0	135,0	4	39,6	54,9	47,3	47,3	53,3
Pleiße	53100	19	43,0	108,0	71,8	69,3	87,0	19	46,0	117,0	71,1	63,0	102,6
Pleiße	53200	4	70,2	80,1	74,0	72,9	78,5	4	90,0	135,0	117,0	121,5	132,3
Pleiße	53250	3	50,4	71,1	59,7	57,6	68,4	3	63,0	70,2	65,4	63,0	68,8
Leubnitzbach	54000	1	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	1	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
Meerchen	54210	4	23,0	28,0	26,0	26,5	27,7	4	50,0	74,0	59,8	57,5	70,7
Wolfsbach	64000	8	53,1	58,0	55,3	55,0	57,1	8	46,0	54,0	50,2	50,0	53,3
EZG		**17**	**26,0**	**205,0**	**91,9**	**74,0**	**137,0**	**17**	**27,9**	**117,0**	**60,0**	**50,2**	**93,7**

Gewässer				**Antimon (mg/kg)**						**Selen (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Triebelbach	50001	4	1,0	1,3	1,1	1,1	1,2	4	<2	3,1	2,1	2,2	2,9
Feilebach	50003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetterweinbach	50931	4	<1	1,1	0,7	<1	0,9	4	<2	<2	<2	<2	<2
<2	51000	4	1,6	2,2	1,9	2,0	2,1	4	0,9	2,1	<2	<2	2,0
Kaltenbach	51201	4	3,1	3,5	3,3	3,4	3,5	4	<2	<2	<2	<2	<2
<2	51400	3	1,9	4,8	3,1	2,5	4,3	3	0,9	2,3	<2	<2	2,0
Trieb	51401	2	3,1	4,4	3,8	3,8	4,3	2	<2	<2	<2	<2	<2
Göltzsch	51701	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Friesenbach	51901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limbach	52210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<2	53100	15	2,3	5,0	3,6	3,6	4,5	15	0,9	2,8	<2	<2	2,7
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53250	3	2,7	3,2	2,9	2,9	3,1	3	2,3	3,0	2,7	2,8	2,9
Leubnitzbach	54000	1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	1	<2	<2	<2	<2	<2
Meerchen	54210	4	2,2	3,3	2,8	2,8	3,2	4	<2	<2	<2	<2	<2
Wolfsbach	64000	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	<2	<2	<2	<2	<2
<2		**11**	<1	**3,8**	**2,4**	**2,8**	**3,6**	**11**	**1,0**	**2,7**	**<2**	**<2**	**2,1**
				Titan (mg/kg)					**Thallium (mg/kg)**				
Görnitzbach	49702	-	-	-	-	-	-	4	0,33	0,41	0,37	0,36	0,40
Triebelbach	50001	4	225	297	266	270	292	4	<0,1	0,21	0,15	0,18	0,20
Feilebach	50003	-	-	-	-	-	-	4	0,25	0,31	0,27	0,27	0,30
Tetterweinbach	50931	4	180	490	335	335	466	4	0,14	0,21	0,17	0,16	0,20
Schwarzbach	51000	4	189	540	358	351	486	8	<0,1	<0,1	0,31	0,28	0,49
Kaltenbach	51201	4	1700	2400	1975	1900	2250	4	0,20	0,27	0,24	0,25	0,27
Trieb	51400	3	414	513	468	477	506	7	0,36	0,74	0,51	0,47	0,66
Trieb	51401	2	1900	2000	1950	1950	1990	2	0,21	0,47	0,34	0,34	0,44
Göltzsch	51701	-	-	-	-	-	-	4	0,41	0,59	0,49	0,49	0,56
Friesenbach	51901	-	-	-	-	-	-	4	0,35	0,43	0,40	0,41	0,43
Limbach	52210	-	-	-	-	-	-	4	0,11	0,53	0,38	0,45	0,51
Pleiße	53100	15	387	819	562	530	774	19	0,17	0,41	0,30	0,30	0,41
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	4	0,44	0,56	0,49	0,47	0,53
Pleiße	53250	3	405	558	498	531	553	3	0,30	0,40	0,35	0,37	0,39
Leubnitzbach	54000	1	520	520	520	520	520	1	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Meerchen	54210	4	240	440	323	305	410	4	0,18	0,26	0,22	0,23	0,25
Wolfsbach	64000	4	50	140	100	105	131	8	0,17	0,59	0,33	0,25	0,58
EZG		**11**	**100**	**1975**	**668**	**468**	**1950**	**17**	**0,15**	**0,51**	**0,32**	**0,33**	**0,49**

Gewässer				**Uran (mg/kg)**					**Vanadium (mg/kg)**				
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Görnitzbach	49702	4	2,2	2,5	2,4	2,4	2,5	-	-	-	-	-	-
Triebelbach	50001	4	1,7	2,3	1,9	1,9	2,2	4	33	42	39	40	42
Feilebach	50003	4	1,4	2,3	1,8	1,7	2,1	-	-	-	-	-	-
Tetterweinbach	50931	4	2,4	3,5	3,1	3,2	3,4	4	29	41	35	35	40
Schwarzbach	51000	8	2,4	4,0	3,3	3,4	3,8	4	30	41	36	37	41
Kaltenbach	51201	4	1,4	2,1	1,7	1,6	2,0	4	91	96	93	93	95

Trieb	51400	7	16,2	26,1	19,8	17,1	25,6	3	43	44	44	44	44
Trieb	51401	2	9,0	29,0	19,0	19,0	27,0	2	75	88	82	82	87
Göltzsch	51701	4	10,8	15,3	12,2	11,3	14,2	-	-	-	-	-	-
Friesenbach	51901	4	1,9	2,7	2,3	2,3	2,6	-	-	-	-	-	-
Limbach	52210	4	3,8	7,3	5,3	5,0	6,7	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53100	19	2,5	4,5	3,2	3,2	3,9	15	41	69	55	56	63
Pleiße	53200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleiße	53250	3	2,2	2,9	2,5	2,4	2,8	3	43	50	47	46	50
Leubnitzbach	54000	1	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	1	47	47	47	47	47
Meerchen	54210	4	1,3	1,7	1,5	1,6	1,7	4	26	32	29	29	31
Wolfsbach	64000	8	1,5	3,2	2,3	2,2	2,8	4	27	31	29	30	31
EZG		**16**	**1,5**	**19,8**	**5,4**	**2,8**	**15,6**	**11**	**29**	**93**	**49**	**44**	**82**

Zink (mg/kg)

Görnitzbach	49702	4	221	289	261	268	286
Triebelbach	50001	4	315	383	355	361	377
Feilebach	50003	4	170	204	183	179	196
Tetterweinbach	50931	4	240	280	258	255	274
Schwarzbach	51000	8	400	587	505	502	563
Kaltenbach	51201	4	300	320	315	320	320
Trieb	51400	7	459	536	511	519	530
Trieb	51401	2	400	730	565	565	697
Göltzsch	51701	4	799	1105	**965**	978	1105
Friesenbach	51901	4	391	459	423	421	456
Limbach	52210	4	357	400	376	374	392
Pleiße	53100	19	270	561	437	451	552
Pleiße	53200	4	536	680	584	561	644
Pleiße	53250	3	408	442	419	408	435
Leubnitzbach	54000	1	360	360	360	360	360
Meerchen	54210	4	200	390	308	320	375
Wolfsbach	64000	8	230	264	248	250	258
EZG		**17**	**183**	**965**	**416**	**376**	**573**

Anlage 4: Auswertung der Sedimentdaten Weiße Elster Nord, ohne anthropogen beeinflusste Messstellen

Gewässer		**Silber (mg/kg)**						**Arsen (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elster-mühlgraben	50550	-	-	-	-	-	-	4	15,3	21,6	18,9	19,4	21,1
Elstermühlgra-	50651	8	1,2	3,3	2,3	2,4	3,0	9	13,0	28,0	22,3	24,0	27,9
Schnauder	52700	-	-	-	-	-	-	5	12,6	15,3	14,0	13,5	15,2
Pleiße	53300	-	-	-	-	-	-	5	15,3	19,8	17,5	17,1	19,4
Pleiße	53400	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	15,0	22,0	17,5	16,5	20,8
Pleiße	53600	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	25,0	33,0	29,5	30,0	32,7
Pleiße	53700	11	<1	<1	<1	<1	<1	30	24,3	58,5	36,2	35,5	42,5
Floßgraben	53780	4	1,8	2,4	2,1	2,1	2,3	4	11,0	15,0	13,0	13,0	14,7
Wyhra	54610	4	<1	<1	<1	<1	<1	8	15,3	21,0	17,2	16,7	19,6

Neue Gösel	54700	-	-	-	-	-	-	3	11,7	18,9	15,0	14,4	18,0
Parthe	54900	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	17,0	19,0	18,5	19,0	19,0
Parthe	55000	3	<1	1,2	<1	<1	1,1	3	13,0	48,0	32,3	36,0	45,6
Lösegraben	55202	2	<1	<1	<1	<1	<1	2	9,0	9,8	9,4	9,4	9,7
Parthe	55400	-	-	-	-	-	-	13	16,0	40,0	26,6	24,0	39,1
Neue Luppe	55600	4	1,2	2,7	1,8	1,7	2,4	8	23,4	30,0	26,5	26,5	29,3
Strickgraben	62001	4	<1	<1	<1	<1	<1	4	7,5	8,4	8,0	8,1	8,3
EZG		**11**	**0,5**	**2,3**	**<1**	**<1**	**2,1**	**16**	**8,0**	**36,2**	**20,1**	**18,0**	**30,9**
				Bor (mg/kg)						**Barium (mg/kg)**			
Profener Elster-mühlgraben	50550	-	-	-	-	-	-	4	252	648	515	581	629
Elstermühlgra-	50651	8	<10	60	23	20	37	8	360	650	409	375	468
Schnauder	52700	4	20	28	22	21	26	5	260	351	300	306	333
Pleiße	53300	2	18	28	23	23	27	2	360	378	369	369	376
Pleiße	53400	4	13	25	19	19	23	4	270	320	305	315	320
Pleiße	53600	4	<10	21	14	16	20	4	310	380	350	355	374
Pleiße	53700	11	<10	20	16	17	20	14	250	420	348	355	384
Floßgraben	53780	4	<10	14	11	12	14	4	470	570	520	520	564
Wyhra	54610	8	<10	21	14	15	19	8	225	441	288	270	342
Neue Gösel	54700	-	-	-	-	-	-	3	468	540	507	513	535
Parthe	54900	4	<10	19	15	18	19	4	290	350	325	330	350
Parthe	55000	3	<10	13	10	13	13	3	240	290	263	260	284
Lösegraben	55202	2	18	23	21	21	23	2	160	230	195	195	223
Parthe	55400	13	<10	26	20	20	25	13	225	580	448	459	496
Neue Luppe	55600	8	21	28	24	23	27	8	531	693	628	645	693
Strickgraben	62001	4	20	32	27	28	31	4	170	220	195	195	217
EZG		**14**	**10**	**27**	**18**	**19**	**24**	**16**	**195**	**628**	**373**	**349**	**518**

Gewässer				**Beryllium (mg/kg)**						**Calcium (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elstermühlgra-	50550	4	1,4	2,6	2,3	2,6	2,6	4	5040	10800	8393	8865	10260
Elstermühlgra-	50651	8	1,5	7,8	3,1	2,5	4,4	9	11700	22000	16300	15000	19600
Schnauder	52700	5	3,4	5,1	4,2	4,1	5,0	5	10800	14000	11440	10800	12720
Pleiße	53300	2	1,6	2,0	1,8	1,8	1,9	5	8370	9900	8964	8820	9540
Pleiße	53400	4	1,4	2,0	1,6	1,6	1,9	4	9100	14000	11050	10550	13400
Pleiße	53600	4	2,6	5,2	3,5	3,2	4,6	4	12000	19000	15000	14500	18100
Pleiße	53700	14	3,0	6,8	3,7	3,4	4,2	30	7290	21000	11536	11000	15100
Floßgraben	53780	4	1,1	1,5	1,3	1,3	1,5	4	6700	7800	7275	7300	7740
Wyhra	54610	8	1,4	2,4	1,9	1,9	2,4	8	5040	8550	6256	6000	7668
Neue Gösel	54700	3	1,0	1,7	1,4	1,4	1,6	3	23400	27900	25800	26100	27540
Parthe	54900	4	5,4	6,8	6,0	5,8	6,5	4	7700	8400	8000	7950	8280
Parthe	55000	3	3,8	4,1	4,0	4,1	4,1	3	6000	9800	7933	8000	9440
Lösegraben	55202	2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3	2	7400	17000	12200	12200	16040
Parthe	55400	13	1,2	3,2	1,9	1,8	2,7	13	5580	22000	16298	18000	19800

Neue Luppe	55600	8	1,9	2,9	2,3	2,3	2,6	8	11700	16000	13175	12800	14600
Strickgraben	62001	4	1,1	1,6	1,3	1,2	1,5	4	46000	56000	50250	49500	54200
EZG		**16**	**1,2**	**6,0**	**2,6**	**2,1**	**4,1**	**16**	**6256**	**50250**	**14367**	**11488**	**21050**
				Cadmium (mg/kg)						**Cobalt (mg/kg)**			
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	0,6	5,6	4,2	5,3	5,6	4	21	50	41	46	49
Elstermühlgra-	50651	9	2,8	6,0	3,7	3,5	4,6	9	0	55	35	34	53
Schnauder	52700	5	0,9	1,4	1,1	1,1	1,3	5	99	210	132	117	176
Pleiße	53300	5	2,8	3,6	3,2	3,2	3,5	5	0	19	7	0	19
Pleiße	53400	4	1,9	2,3	2,2	2,3	2,3	4	16	26	20	20	24
Pleiße	53600	4	2,1	2,8	2,4	2,4	2,7	4	44	63	53	53	62
Pleiße	53700	30	2,1	3,9	2,7	2,7	3,1	14	34	73	53	52	70
Floßgraben	53780	4	2,2	2,9	2,6	2,7	2,8	4	38	60	47	46	56
Wyhra	54610	8	0,8	3,5	1,3	1,0	1,8	8	23	50	33	31	42
Neue Gösel	54700	3	1,7	1,9	1,8	1,7	1,8	3	36	43	41	42	43
Parthe	54900	4	3,4	4,2	3,8	3,7	4,1	4	44	51	48	49	50
Parthe	55000	3	2,6	2,9	2,7	2,6	2,8	3	30	43	36	34	41
Lösegraben	55202	2	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	2	13	14	14	14	14
Parthe	55400	13	2,5	4,0	3,0	3,1	3,4	13	24	77	39	38	48
Neue Luppe	55600	8	4,2	7,0	5,5	5,6	6,5	8	38	68	53	55	67
Strickgraben	62001	4	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	4	8	10	9	9	10
EZG		**16**	**0,8**	**5,5**	**2,6**	**2,6**	**4,0**	**16**	**7**	**132**	**41**	**40**	**53**
Gewässer				**Chrom (mg/kg)**						**Kupfer (mg/kg)**			
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	32	152	118	144	150	4	50	108	91	104	108
Elstermühlgra-	50651	9	86	170	105	100	122	9	130	320	191	180	256
Schnauder	52700	5	34	67	47	36	65	5	54	70	61	59	67
Pleiße	53300	5	112	120	115	112	120	5	68	77	72	71	76
Pleiße	53400	4	92	100	96	96	99	4	55	66	59	58	64
Pleiße	53600	4	74	89	80	79	87	4	52	63	57	57	62
Pleiße	53700	30	62	92	77	78	88	30	47	99	65	63	81
Floßgraben	53780	4	100	130	115	115	127	4	73	84	79	79	84
Wyhra	54610	8	32	104	45	37	61	8	41	81	51	48	62
Neue Gösel	54700	3	32	50	41	42	49	3	90	108	102	108	108
Parthe	54900	4	29	35	33	34	35	4	50	57	55	56	57
Parthe	55000	3	200	390	283	260	364	3	58	76	64	58	72
Lösegraben	55202	2	37	58	48	48	56	2	56	130	93	93	123
Parthe	55400	13	41	400	276	270	388	13	76	200	161	180	198
Neue Luppe	55600	8	120	190	156	160	180	8	94	150	124	126	140
Strickgraben	62001	4	39	42	41	41	42	4	60	71	65	65	69
EZG		**16**	**33**	**283**	**105**	**88**	**216**	**16**	**51**	**191**	**87**	**69**	**142**
				Eisen (mg/kg)						**Quecksilber (mg/kg)**			
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	36000	144000	67050	44100	114840	4	0,19	0,57	0,45	0,53	0,57

Elstermühlgra-	50651	9	52000	10000	78667	79000	10000	9	0,73	1,62	1,01	0,92	1,36
Schnauder	52700	5	54900	28800	11222	68400	20680	5	0,20	0,33	0,28	0,31	0,33
Pleiße	53300	5	34200	37800	35820	36000	37080	5	0,32	0,59	0,39	0,34	0,50
Pleiße	53400	4	32000	43000	36000	34500	40900	4	0,23	0,33	0,29	0,30	0,32
Pleiße	53600	4	89000	19000	12225	10500	16600	4	0,27	0,59	0,41	0,39	0,55
Pleiße	53700	30	72000	22000	12926	12600	15670	30	0,17	0,68	0,35	0,32	0,50
Floßgraben	53780	4	34000	39000	36000	35500	38100	4	0,72	1,20	0,90	0,84	1,12
Wyhra	54610	8	32400	59400	45000	44500	56320	8	0,16	0,32	0,22	0,21	0,30
Neue Gösel	54700	3	49500	90000	63000	49500	81900	3	1,08	1,89	1,44	1,35	1,78
Parthe	54900	4	24000	36000	31750	33500	35400	4	0,15	0,21	0,19	0,19	0,20
Parthe	55000	3	29000	15000	92667	99000	13980	3	0,32	0,61	0,47	0,49	0,59
Lösegraben	55202	2	26000	29000	27500	27500	28700	2	0,22	0,25	0,24	0,24	0,25
Parthe	55400	13	36900	12000	73308	70200	11360	13	0,24	1,50	0,92	0,90	1,34
Neue Luppe	55600	8	56000	83000	65363	63000	76700	8	0,61	1,50	0,89	0,76	1,27
Strickgraben	62001	4	25000	27000	25750	25500	26700	4	0,17	0,26	0,21	0,20	0,24
EZG		**16**	**25750**	**12926**	**65101**	**64181**	**11723**	**16**	**0,19**	**1,44**	**0,54**	**0,40**	**0,96**

Gewässer		**Mangan (mg/kg)**						**Molybdän (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	1530	2970	1958	1665	2619	4	0,6	1,8	1,4	1,7	1,8
Elstermühlgra-	50651	9	640	3300	1768	1600	2980	9	<0,5	8,4	3,6	2,7	6,1
Schnauder	52700	5	1800	4700	2758	2610	3864	5	1,1	5,3	2,6	2,0	4,7
Pleiße	53300	5	900	1890	1350	1260	1782	2	1,5	2,5	2,0	2,0	2,4
Pleiße	53400	4	1400	2500	1875	1800	2350	4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Pleiße	53600	4	4800	6800	5450	5100	6320	4	1,7	3,6	2,5	2,3	3,2
Pleiße	53700	30	1890	8500	5104	5220	6815	14	1,2	3,0	2,0	2,0	2,7
Floßgraben	53780	4	1800	5200	3275	3050	4780	4	1,2	2,2	1,6	1,6	2,1
Wyhra	54610	8	990	2500	1674	1575	2290	8	0,5	1,3	0,7	0,6	1,1
Neue Gösel	54700	3	2880	9000	5670	5130	8226	3	5,9	9,9	8,6	9,9	9,9
Parthe	54900	4	2900	4900	3975	4050	4720	4	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0
Parthe	55000	3	760	1600	1067	840	1448	3	0,7	2,2	1,5	1,5	2,1
Lösegraben	55202	2	1700	2900	2300	2300	2780	2	1,4	2,7	2,1	2,1	2,6
Parthe	55400	13	1400	6400	3162	2900	4580	13	1,7	3,7	2,7	2,7	3,4
Neue Luppe	55600	8	2520	5400	3789	3645	5330	8	1,9	3,2	2,4	2,1	3,2
Strickgraben	62001	4	470	990	735	740	921	4	0,6	0,9	0,7	0,7	0,8
EZG		16	735	5670	2869	2529	5277	16	0,7	8,6	2,3	2,0	3,2
				Nickel (mg/kg)						**Blei (mg/kg)**			
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	37	144	108	126	139	4	37	99	77	85	95
Elstermühlgra-	50651	9	86	120	102	100	112	9	92	189	135	130	182
Schnauder	52700	5	180	270	214	207	256	5	35	55	44	44	52
Pleiße	53300	5	50	58	54	53	57	5	63	70	66	65	69
Pleiße	53400	4	43	52	47	46	50	4	51	56	54	54	55

Pleiße	53600	4	80	100	93	96	100	4	33	47	43	46	47
Pleiße	53700	30	55	110	86	87	101	30	25	70	49	48	61
Floßgraben	53780	4	100	140	120	120	137	4	81	140	109	107	134
Wyhra	54610	8	40	90	52	47	65	8	34	67	43	40	51
Neue Gösel	54700	3	126	189	150	135	178	3	62	71	68	69	71
Parthe	54900	4	74	78	76	76	77	4	52	56	54	54	55
Parthe	55000	3	61	64	62	61	63	3	57	83	68	64	79
Lösegraben	55202	2	27	33	30	30	32	2	77	83	80	80	82
Parthe	55400	13	52	108	61	57	64	13	108	210	155	160	194
Neue Luppe	55600	8	87	135	109	104	129	8	89	150	108	104	121
Strickgraben	62001	4	22	23	23	23	23	4	39	42	40	40	41
EZG		16	23	214	87	81	135	16	40	155	74	67	122

Gewässer		**Antimon (mg/kg)**						**Selen (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	1,2	4,2	3,3	3,9	4,2	4	<2	2,7	2,0	2,3	2,6
Elstermühlgra-	50651	8	4,3	8,7	6,1	5,9	7,9	8	3,0	4,4	3,6	3,5	4,3
Schnauder	52700	5	1,5	2,1	1,7	1,6	1,9	5	2,3	2,9	2,7	2,7	2,8
Pleiße	53300	2	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,1
Pleiße	53400	4	2,0	2,3	2,2	2,3	2,3	4	<2	2,1	<2	<2	2,1
Pleiße	53600	4	2,6	2,9	2,8	2,8	2,9	4	2,5	3,7	3,0	2,9	3,5
Pleiße	53700	14	2,0	3,4	2,7	2,8	2,9	14	2,4	4,1	3,2	3,1	3,8
Floßgraben	53780	4	2,6	3,0	2,8	2,7	2,9	4	<2	2,1	<2	2,1	2,1
Wyhra	54610	8	1,4	2,5	1,7	1,6	1,9	8	<2	2,3	<2	<2	2,1
Neue Gösel	54700	3	3,0	4,1	3,4	3,1	3,9	3	5,5	7,5	6,5	6,5	7,3
Parthe	54900	4	1,7	2,0	1,9	1,9	2,0	4	3,2	3,6	3,3	3,3	3,5
Parthe	55000	3	3,3	5,4	4,3	4,3	5,2	3	2,2	3,0	2,7	2,9	3,0
Lösegraben	55202	2	4,4	8,5	6,5	6,5	8,1	2	<2	2,3	<2	<2	2,2
Parthe	55400	13	5,0	8,0	6,8	6,9	7,8	13	2,0	3,1	2,6	2,7	3,0
Neue Luppe	55600	8	3,3	4,6	4,0	4,1	4,5	8	2,4	3,1	2,8	2,8	3,0
Strickgraben	62001	4	1,6	2,0	1,8	1,8	1,9	4	2,3	2,7	2,5	2,6	2,7
EZG		**16**	**1,7**	**6,8**	**3,4**	**2,8**	**6,3**	**16**	**<2**	**6,5**	**2,7**	**2,6**	**3,5**
				Titan (mg/kg)						**Thallium (mg/kg)**			
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	333	612	446	419	558	4	0,32	0,57	0,48	0,53	0,56
Elstermühlgra-	50651	8	220	540	380	375	505	9	0,41	0,69	0,57	0,61	0,68
Schnauder	52700	5	230	378	321	333	367	5	0,30	0,39	0,34	0,32	0,38
Pleiße	53300	2	387	585	486	486	565	5	0,25	0,77	0,44	0,34	0,68
Pleiße	53400	4	410	560	493	500	557	4	0,30	0,39	0,33	0,32	0,37
Pleiße	53600	4	310	460	375	365	445	4	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34
Pleiße	53700	14	250	580	352	340	407	30	0,20	0,46	0,35	0,36	0,41
Floßgraben	53780	4	360	600	468	455	564	4	0,32	0,39	0,36	0,36	0,38
Wyhra	54610	8	330	585	485	508	585	8	0,32	0,41	0,38	0,40	0,41
Neue Gösel	54700	3	162	216	192	198	212	3	0,15	0,20	0,17	0,17	0,19

Parthe	54900	4	180	400	318	345	385	4	0,41	0,52	0,48	0,49	0,52
Parthe	55000	3	180	290	227	210	274	3	0,30	0,39	0,34	0,34	0,38
Lösegraben	55202	2	400	660	530	530	634	2	0,25	0,31	0,28	0,28	0,30
Parthe	55400	13	240	630	351	330	464	13	0,24	0,48	0,31	0,31	0,34
Neue Luppe	55600	8	315	500	397	398	484	8	0,35	0,51	0,43	0,43	0,49
Strickgraben	62001	4	410	590	508	515	587	4	0,24	0,31	0,29	0,30	0,31
EZG		**16**	**192**	**530**	**395**	**388**	**500**	**16**	**0,17**	**0,57**	**0,37**	**0,35**	**0,48**

Gewässer		**Uran (mg/kg)**						**Vanadium (mg/kg)**					
		n	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**P90**	**n**	**Min**	**Max**	**MW**	**Med**	**90**
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	1,2	10,8	7,5	9,0	10,5	4	41,4	55,8	49,7	50,9	55,8
Elstermühlgra-	50651	9	1,8	5,8	3,0	3,0	3,9	9	0,0	62,0	45,7	51,0	58,8
Schnauder	52700	5	1,7	2,4	2,0	1,8	2,3	5	37,0	48,6	42,5	42,3	46,8
Pleiße	53300	2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2	44,1	49,5	46,8	46,8	49,0
Pleiße	53400	4	1,7	2,4	2,0	2,0	2,3	4	31,0	54,0	43,5	44,5	51,3
Pleiße	53600	4	1,9	3,0	2,3	2,2	2,8	4	48,0	60,0	53,5	53,0	58,2
Pleiße	53700	17	1,8	3,2	2,3	2,3	2,6	14	39,0	69,0	57,0	59,5	64,4
Floßgraben	53780	4	3,0	5,6	4,3	4,4	5,3	4	30,0	38,0	34,3	34,5	37,4
Wyhra	54610	8	1,3	6,5	2,1	1,5	3,1	8	38,0	53,1	43,5	41,4	51,8
Neue Gösel	54700	3	1,0	2,0	1,4	1,1	1,8	3	28,8	45,9	35,4	31,5	43,0
Parthe	54900	4	2,0	2,5	2,2	2,2	2,4	4	30,0	41,0	36,8	38,0	40,7
Parthe	55000	3	4,6	9,2	7,0	7,2	8,8	3	27,0	58,0	46,3	54,0	57,2
Lösegraben	55202	2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3	2	40,0	52,0	46,0	46,0	50,8
Parthe	55400	13	1,8	3,2	2,4	2,3	2,9	13	28,0	54,0	41,4	41,0	47,4
Neue Luppe	55600	8	4,0	11,7	7,0	6,8	8,9	8	45,0	59,4	52,9	52,6	58,8
Strickgraben	62001	4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	4	37,0	41,0	39,5	40,0	40,7
EZG		**16**	**1,2**	**7,5**	**3,1**	**2,3**	**7,0**	**16**	**34,3**	**57,0**	**44,7**	**44,6**	**53,2**

		Zink (mg/kg)				
Profener Elster-mühlgraben	50550	4	281	1020	793	935	995
Elstermühlgra-	50651	9	1105	1800	1401	1400	1640
Schnauder	52700	5	697	1000	851	850	974
Pleiße	53300	5	357	442	394	374	439
Pleiße	53400	4	300	340	320	320	337
Pleiße	53600	4	740	1200	930	890	1113
Pleiße	53700	30	476	1500	959	935	1200
Floßgraben	53780	4	560	590	575	575	587
Wyhra	54610	8	310	1105	479	344	808
Neue Gösel	54700	3	850	1020	935	935	1003
Parthe	54900	4	390	510	460	470	498
Parthe	55000	3	340	420	380	380	412
Lösegraben	55202	2	770	1600	1185	1185	1517
Parthe	55400	13	680	1400	1046	1100	1280
Neue Luppe	55600	8	930	1275	1134	1103	1275

Strickgraben	62001	4	310	360	338	340	357
EZG		16	320	1401	761	822	1160

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Redaktion:
Referat 44 / Oberflächen- und Grundwasser
Ansprechpartnerin Sylvia Rohde
Telefon: + 49 351 8928-4401
Telefax: + 49 351 8928-4099
E-Mail: Sylvia.Rohde@smul.sachsen.de

Fotos:
Mirko Martin
Redaktionsschluss:
30.06.2015

Hinweis:
Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung. Die PDF-Datei ist im Internet unter http://www.smul.sachsen.de/lfulg verfügbar.

Verteilerhinweis
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Infor-mationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autor:
Vorname Nachname
Abteilung/Referat
Adresse der Dienststelle (bei Dritten: der Institution)
Telefon: +49 351 XXXX-X
Telefax: +49 351 XXXX-X
E-Mail:

Redaktion:
Vorname Nachname
Abteilung/Referat
Adresse der Dienststelle
Telefon: +49 351 XXXX-X
Telefax: +49 351 XXXX-X
E-Mail:

Fotos:
Autor oder Internetadressen

Redaktionsschluss:
TT.MM.JJJJ

Hinweis:
Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter https://publikationen.sachsen.de/bdb/ heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.
Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.
Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.