

Gewässerforum

Auswirkungen des Klimawandels in
Bergbauregionen Mitteldeutschlands –
Eine Herausforderung für die Planung

Prof. Dr. Holger Mansel

Dipl.-Geograph Andreas Kacirek

Dr. rer. nat. Bernd Pfützner

IBGW GmbH

IBGW GmbH

BAH

Projektvorstellung

- Die vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen des KliWES-Bergbau-Projektes mit dem Ziel die bisher noch offene Lücke der Bergbauregion Mitteldeutschlands im WHH-Portal Sachsen zu schließen
- Auftrag des LfULG
- Projektbearbeitung durch
 - **Büro für Angewandte Hydrologie (BAH),**
 - **TU Dresden/ Institut für Hydrologie und Meteorologie (IHM) sowie**
 - **Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH (IBGW) (Federführung)**
- Bearbeitungszeitraum 2018

Besondere Spezifik der Bergbauregionen

- Wandel einer vom Bergbau geprägten Landschaft zur nachnutzungsfähigen Bergbaufolgelandschaft
- Erhebliche Eingriffe in den Gebietswasserhaushalt (Flusslaufverlegungen, Grundwasserabsenkung) sowie in Bio- und Geosphäre (Böden, Grundwasserleitersysteme, Vegetation)
- Veränderte hydrologische Situation (große Zehrflächen, Grundwasserwiederanstieg, Kippenproblematik)

Herausforderung:

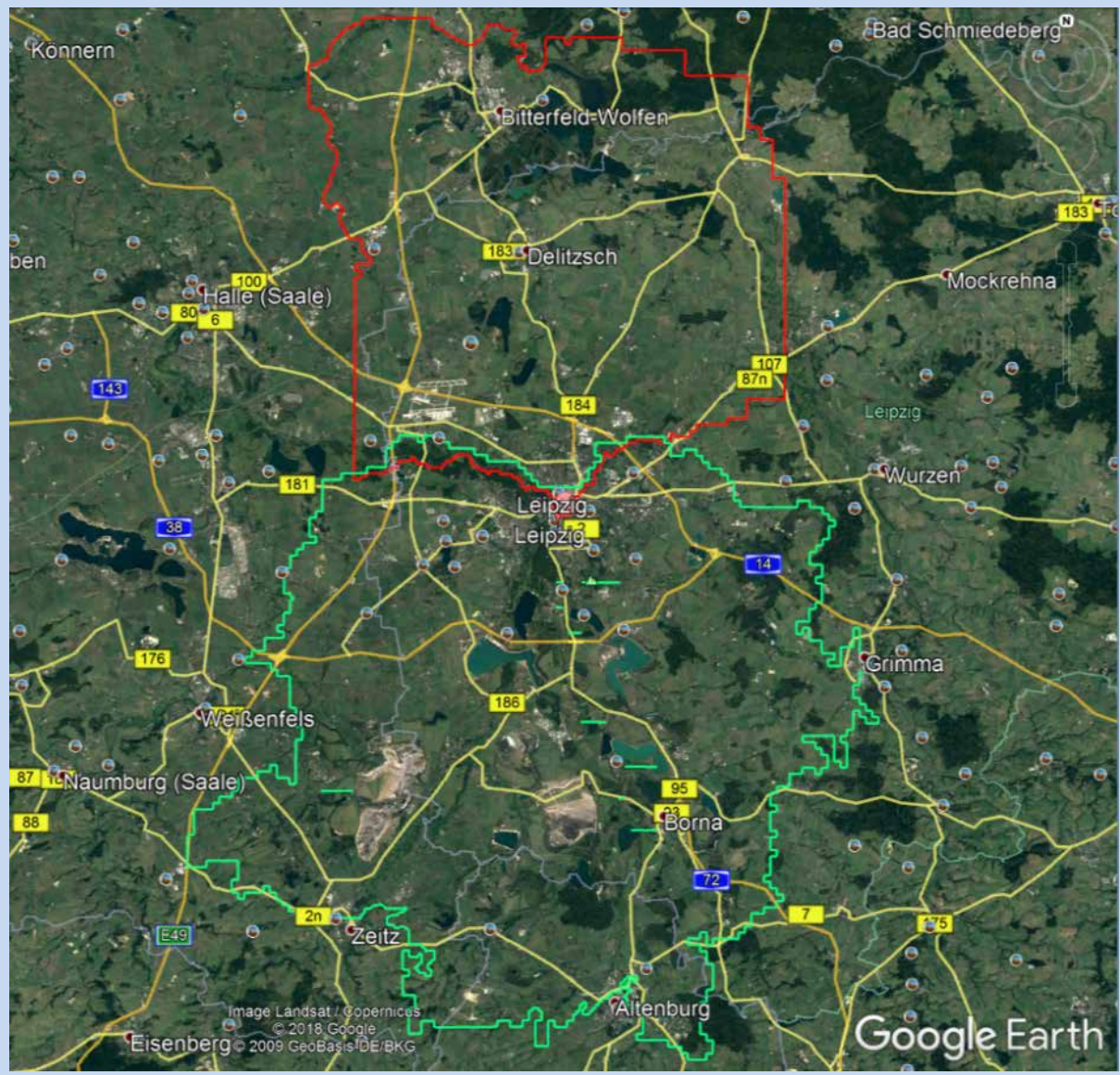
- Lange Planungshorizonte (mehrere Jahrzehnte) mit teilweiser unsicherer Prognose
- Überdenken bisher geltender wasserwirtschaftlicher Planungsmaßstäbe (Langfristplanung und meteorologische Bezugsreihen) durch Fortschritte in der Klimaforschung und -projektion

Zielstellung:

- Modellgestützte Klimafolgenabschätzung für den Wasserhaushalt der Bergbauregion
- Aufzeigen von Tendenzen sowie möglicher Schwankungsbreiten in der wahrscheinlichen Entwicklung der Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse sowie der Wasserbeschaffenheit

Grundlagen:

- Aktueller Forschungsstand in der Klimaforschung bzw. Klimamodellierung
- Ensemble von 10 Klimaprojektionen aus dem sächsischen Regionalisierungsverfahren WEREX 5 sowie 1 Klimaprojektion aus dem für den gesamtdeutschen Raum entwickelten Regionalisierungsverfahren WETTREG 2010 (*Erkenntnisse aus globalen Klimamodellberechnungen werden durch bekannte Zusammenhänge von Großwetterlagen und regional-/ lokalklimatischen Spezifika statistisch begründet untersetzt*)
- Aktueller Stand der Entwicklung im Bereich der hydrologischen Wasserhaushaltsmodellierung



Methodik

- Einsatz komplexer großräumiger Modelle zur Beschreibung des Boden- und Grundwasserhaushaltes (Gesamtwasserhaushaltliche Betrachtung)
- Berücksichtigung der Rückkopplung zwischen Oberflächen-, Boden-, Grundwasser und Atmosphäre

Bodenwasserhaushaltsmodelle:

- Verwendete Software: **ArcEGMO[®] (Büro für Angewandte Hydrologie - Berlin)**
 - à Berechnung der Grundwasserneubildung als Eingangsgröße für das Grundwassermodell unter Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung sowie aller wesentlichen Gebietseigenschaften die zur Beschreibung der hydrologischen Prozesse notwendig sind

Grundwassermodelle (Hydrogeologische Großraummodelle – Nord und Süd):

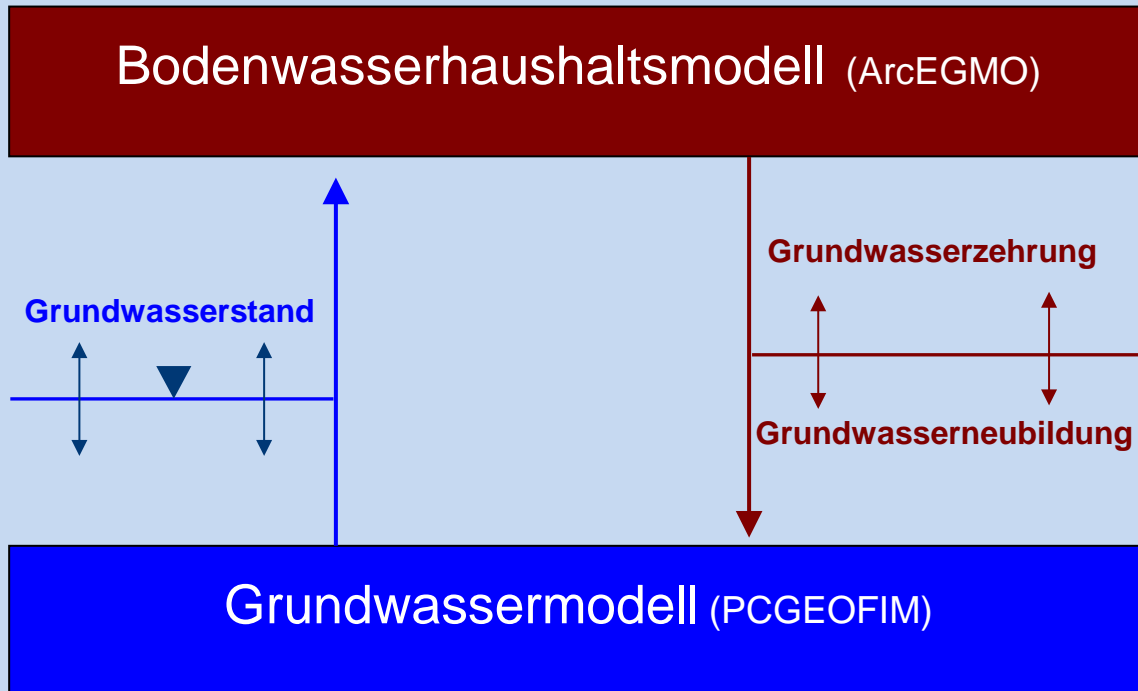
- Verwendete Software: **PCGEOFIM[®] (Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH)**
 - à Bilanztreue Berechnung der Grundwasserströmung unter Berücksichtigung verschiedener Arten von Randbedingungen mit dem Anwendungsschwerpunkt aktiver Bergbau und Bergbaufolge (Tagebau- und Tagebaurestlochproblematik)
 - à Vorausberechnung und Prognose des langfristigen Grundwasserwiederanstieges sowie der Tagebaurestlochflutung

- Die Modellierung des Wasserhaushaltes erfolgte in einem kombinierten Modellierungsverfahren, welches die aktive Rückkopplung zwischen Bodenwasserhaushalts- und Grundwassermodell berücksichtigt
- Der Modellierungszeitraum erstreckt sich von 1961 bis 2100 mit monatlichem Austausch der sich gegenseitig bedingenden Berechnungsgrößen Grundwasserneubildung und Grundwasserstand bzw. Abfluss
- Grundlage bilden rasterinterpolierte Datensätze aus der Raster-Klimadatenbank (RaKliDa) des Regionalen Klima-Informationssystems (ReKIS)
- Die Berechnung der Wasserhaushalts erfolgte für den Referenzzustand (reale Messreihe 1961-2010) sowie ein Ensemble von 10+1 regionalisierten Klimaprojektionen (W00 bis W99)

Modellkopplung

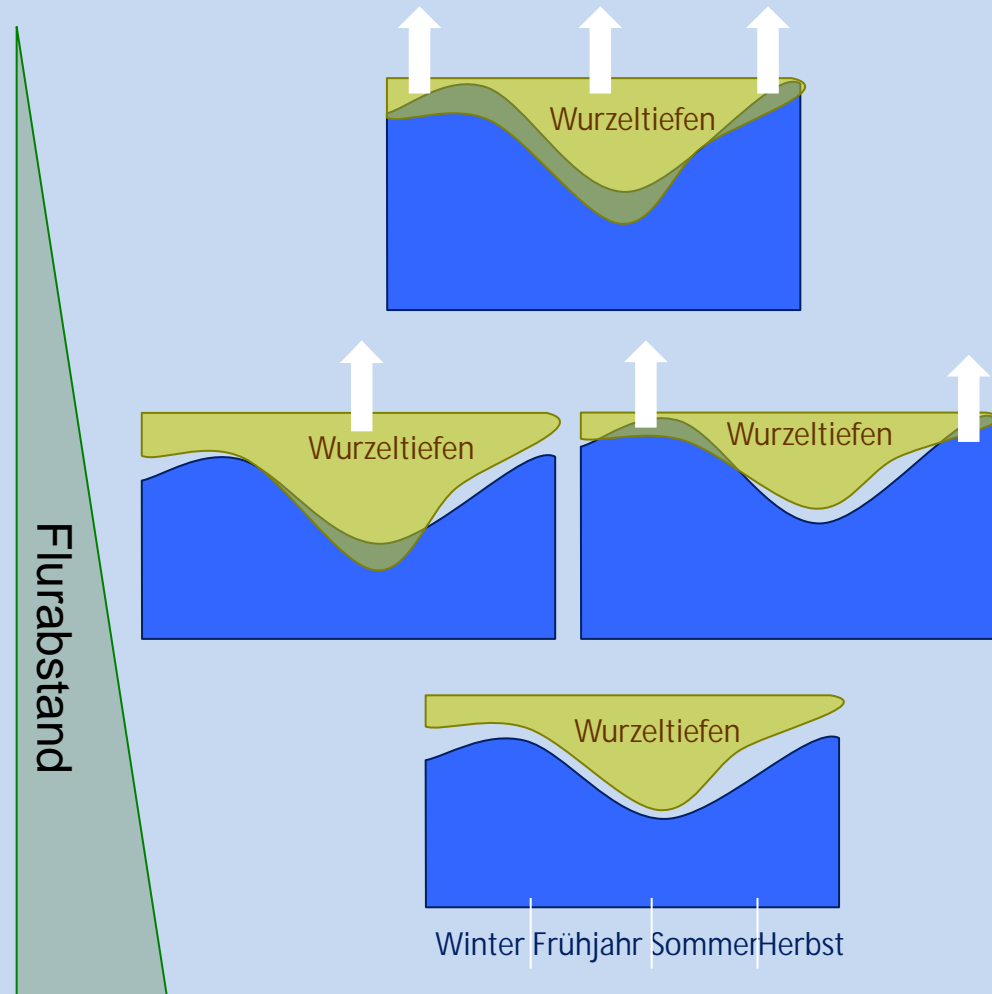
Wechselwirkungen zwischen Bodenwasserhaushalt und Grundwasser werden in ihrer zeitlichen Dynamik berücksichtigt

- ▷ innerjährliche Zyklen und langfristige Grundwasserwiederanstiegsphasen u. Absenkungen werden einbezogen.



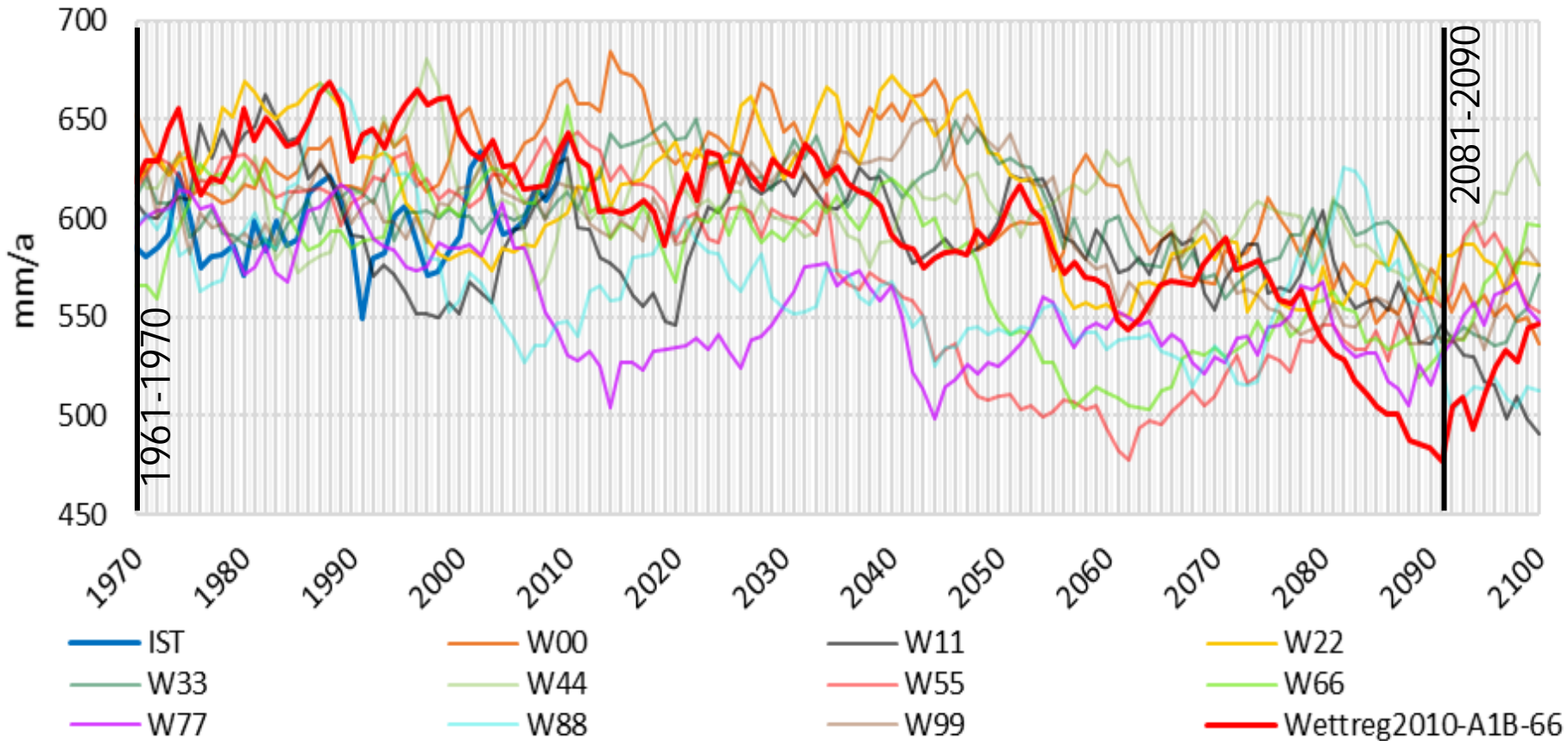
- Wenn die Wurzeln das Grundwasser erreichen, erhöht sich die Verdunstung (Pfeile).
- Reißt der Kontakt ab, wird die Verdunstung geringer.
- ▷ dämpfende Effekte: wenn z.B. die Pflanzenwurzeln nicht mehr vom Grundwasser zehren können und demzufolge nicht mehr potenziell verdunstet wird, wird das weitere Absinken des Grundwassers gedämpft.
- ▷ Bei Grundwasserwiederanstieg wird der Wiederanstieg verlangsamt, wenn die Verdunstung wieder einsetzt.

Jahreszeitliche Entwicklung der Interaktion zw. Vegetations- und Grundwasserdynamik

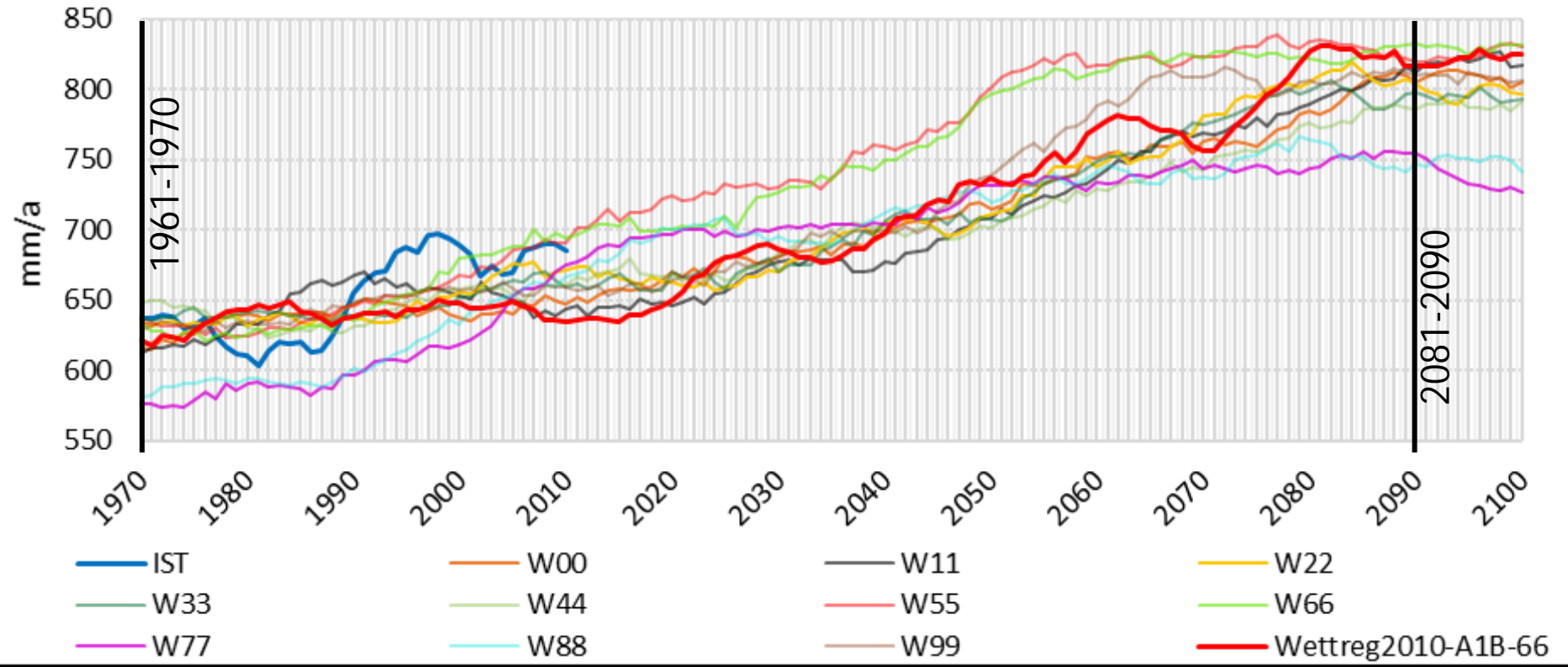




Station Zschortau-Brodenaundorf - Niederschlag 1961-2100 (gleitendes Dekadenmittel)

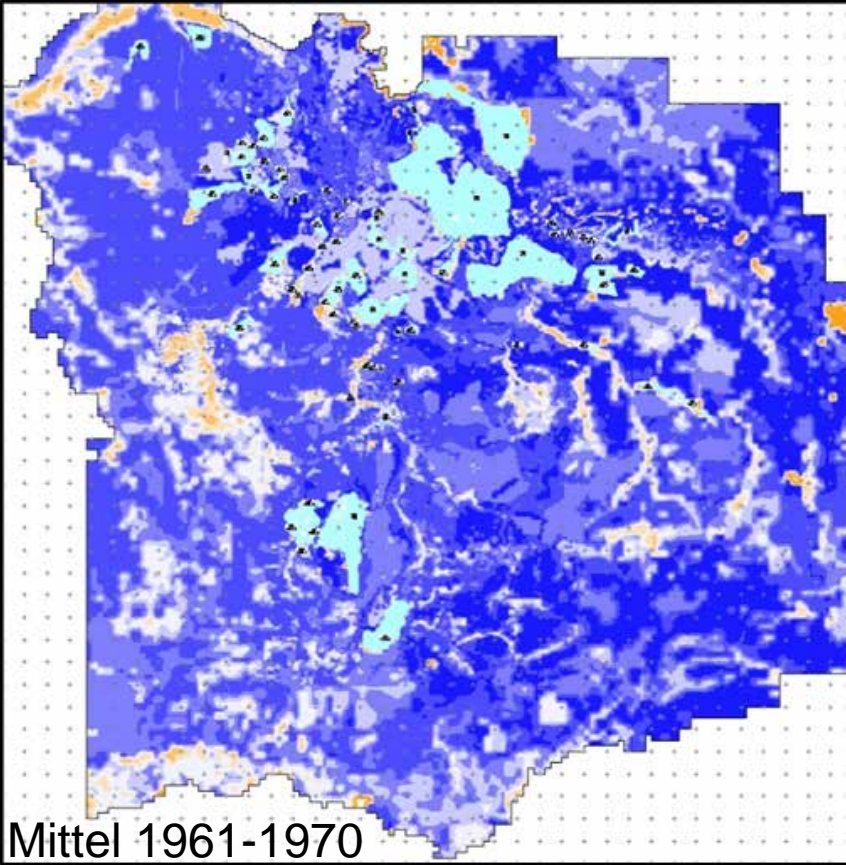


Station Leipzig-Halle - Potentielle Verdunstung 1961-2100 (gleitendes Dekadenmittel)

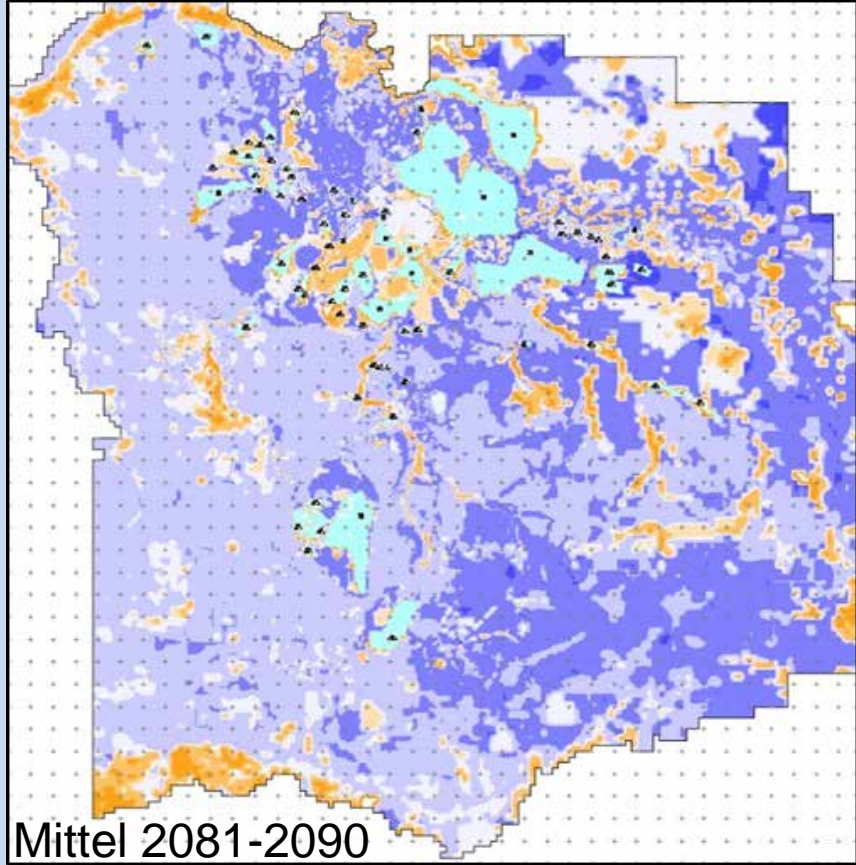


Randbedingung Grundwasserneubildung

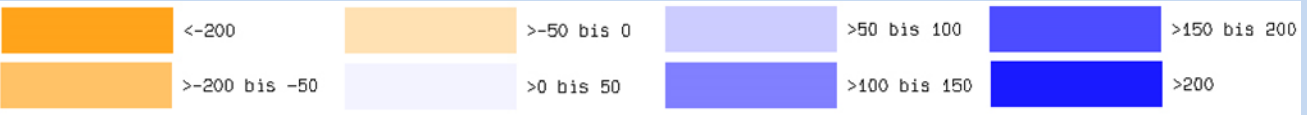
Grundwasserneubildung - Nordraum Leipzig (Grundlage Klimaprojektion WETTREG 2010_A1B_66)
 Reduktion der Grundwasserneubildung um etwa 50%



Mittel 1961-1970

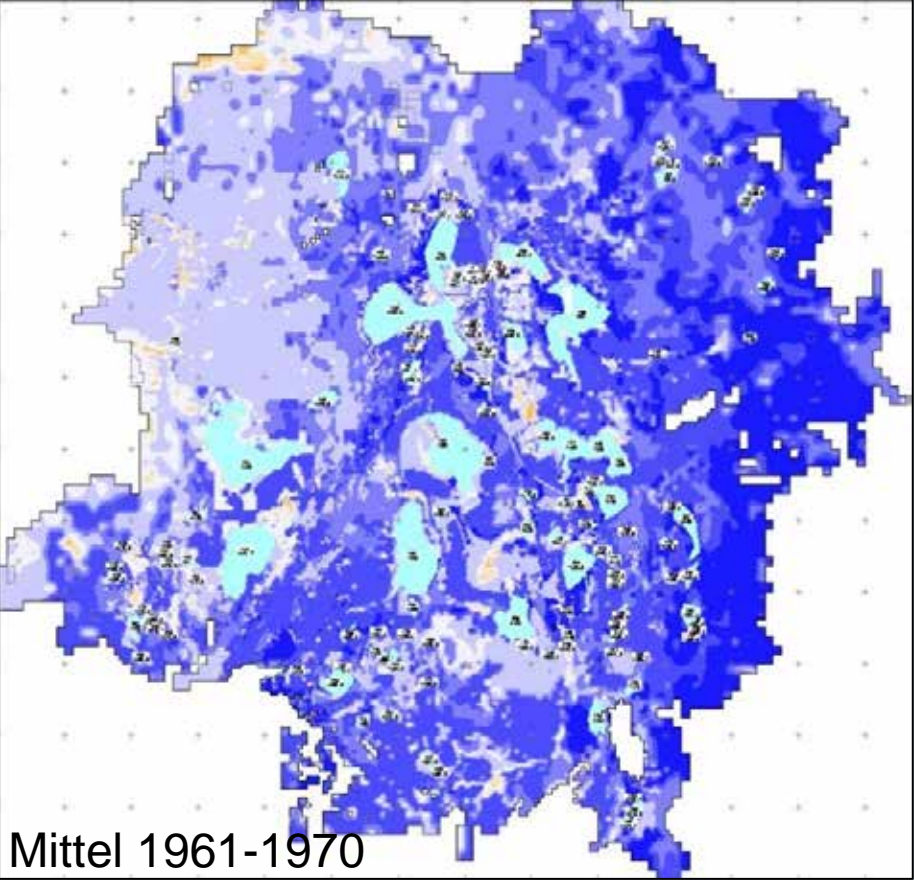


Mittel 2081-2090

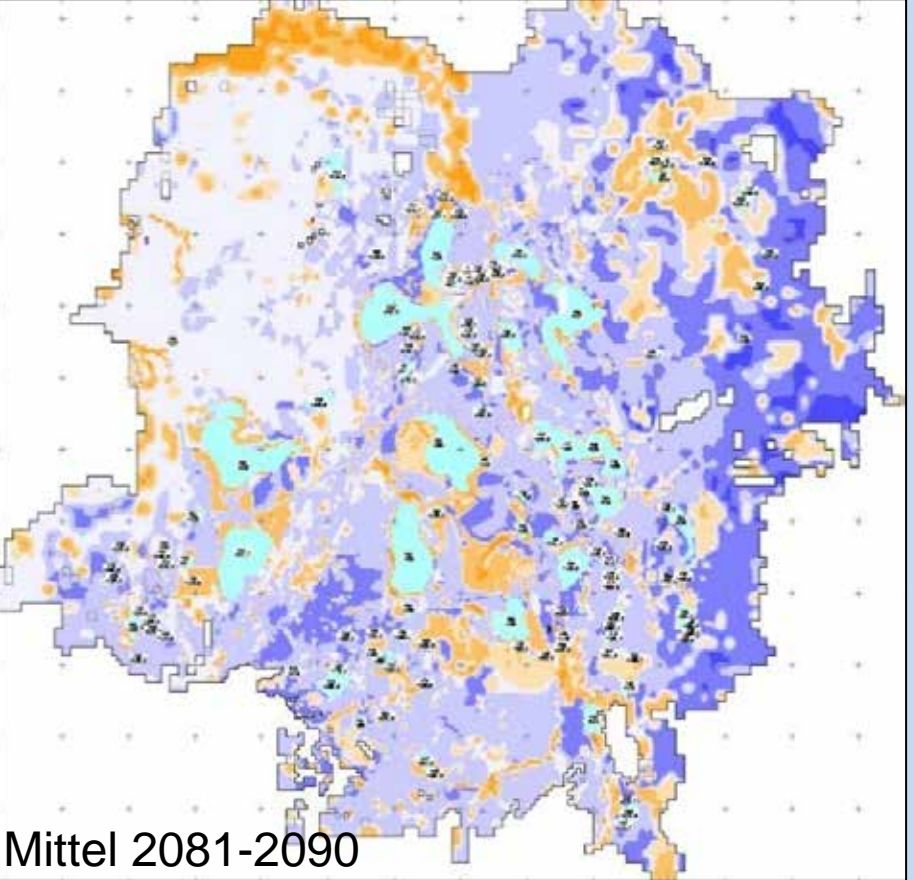


Randbedingung Grundwasserneubildung

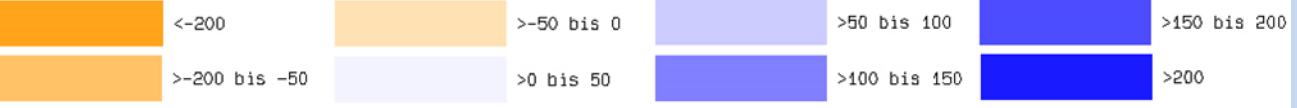
Grundwasserneubildung - Südraum Leipzig (Grundlage Klimaprojektion WETTREG 2010_A1B_66)
 Reduktion der Grundwasserneubildung um etwa 60%



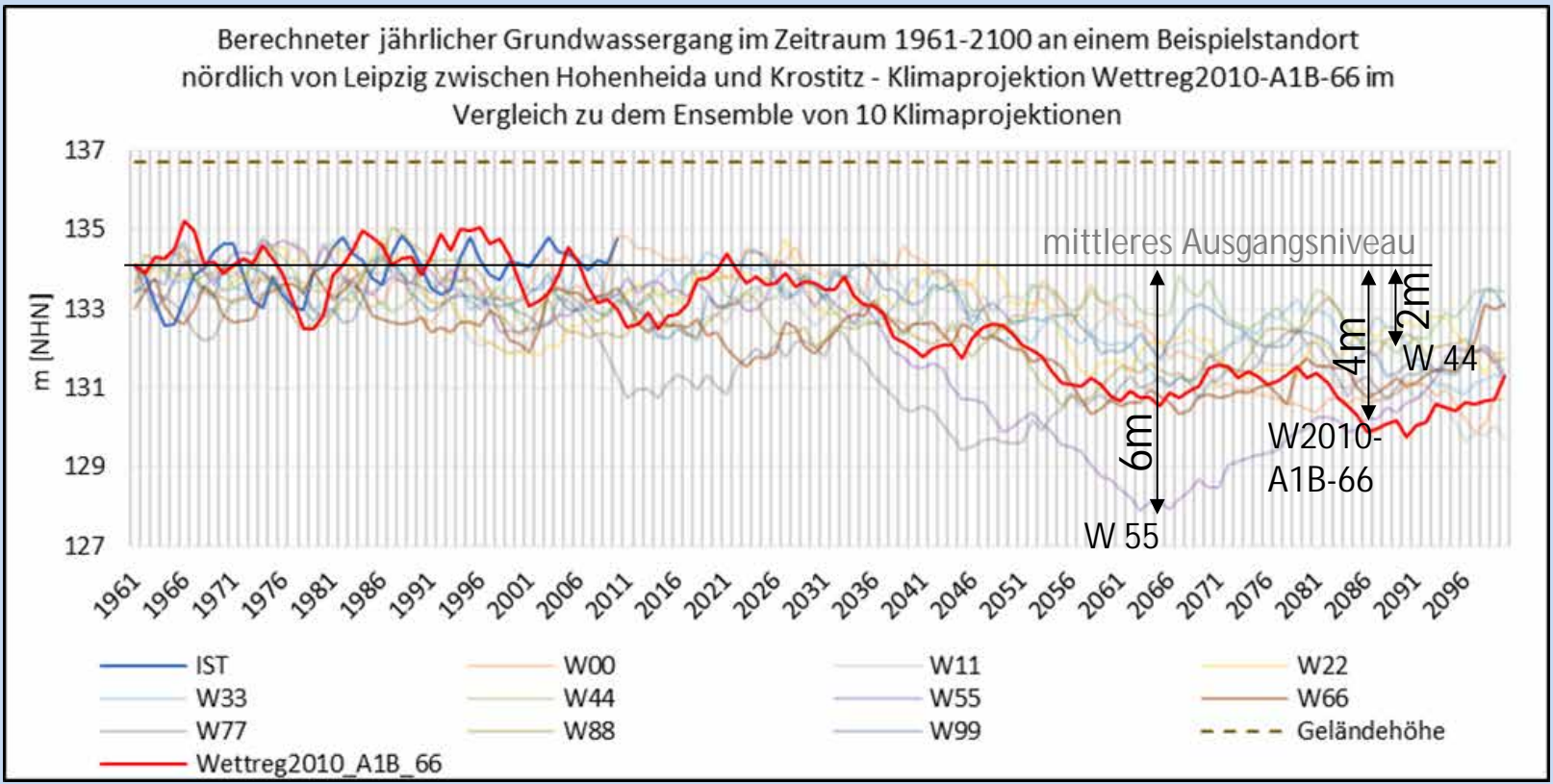
Mittel 1961-1970



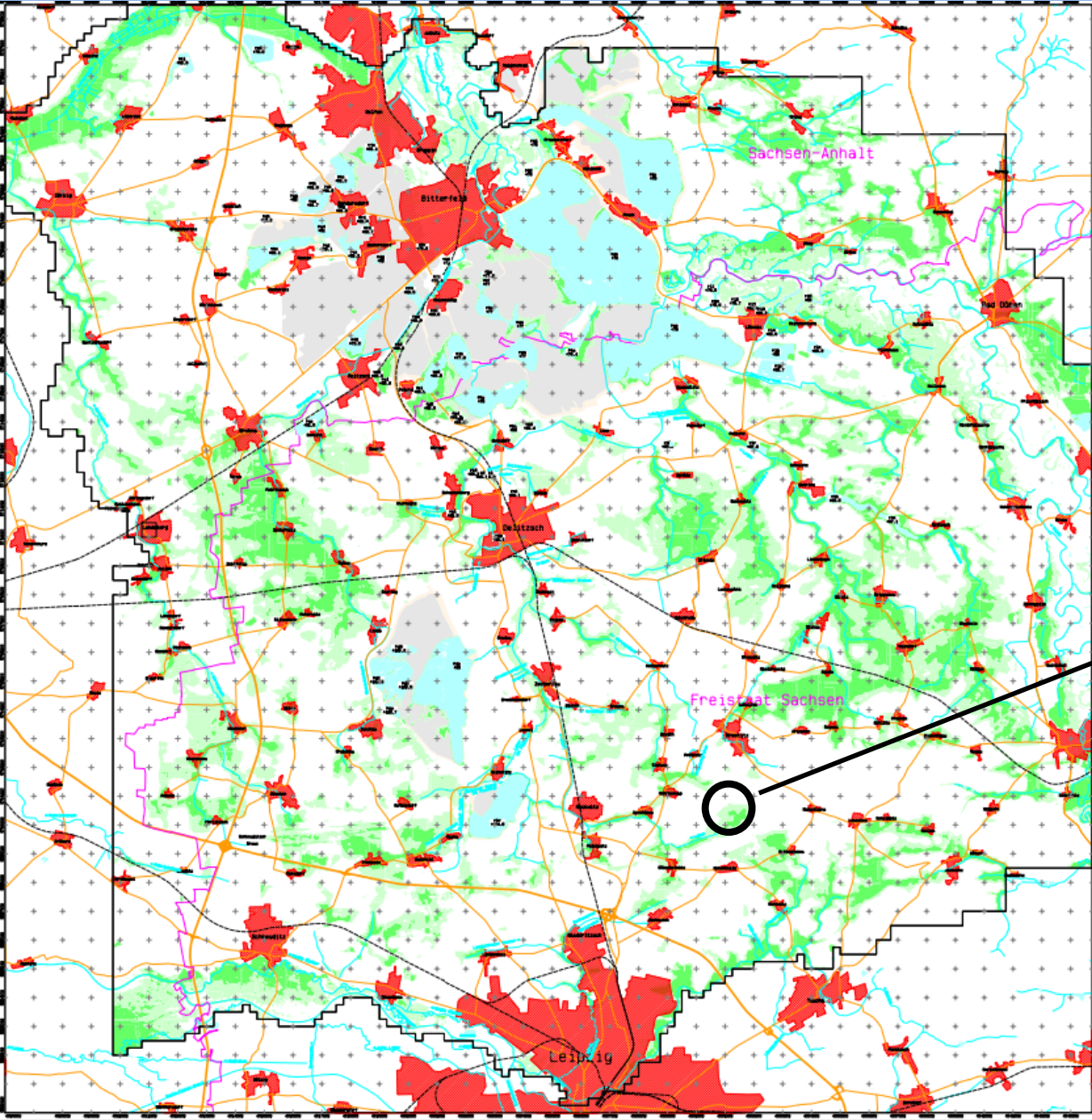
Mittel 2081-2090



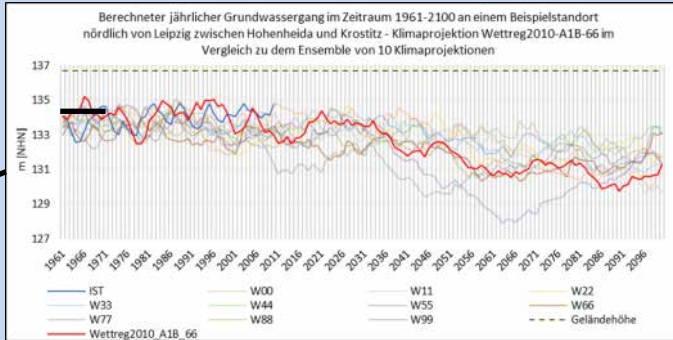
Berechneter Grundwassergang

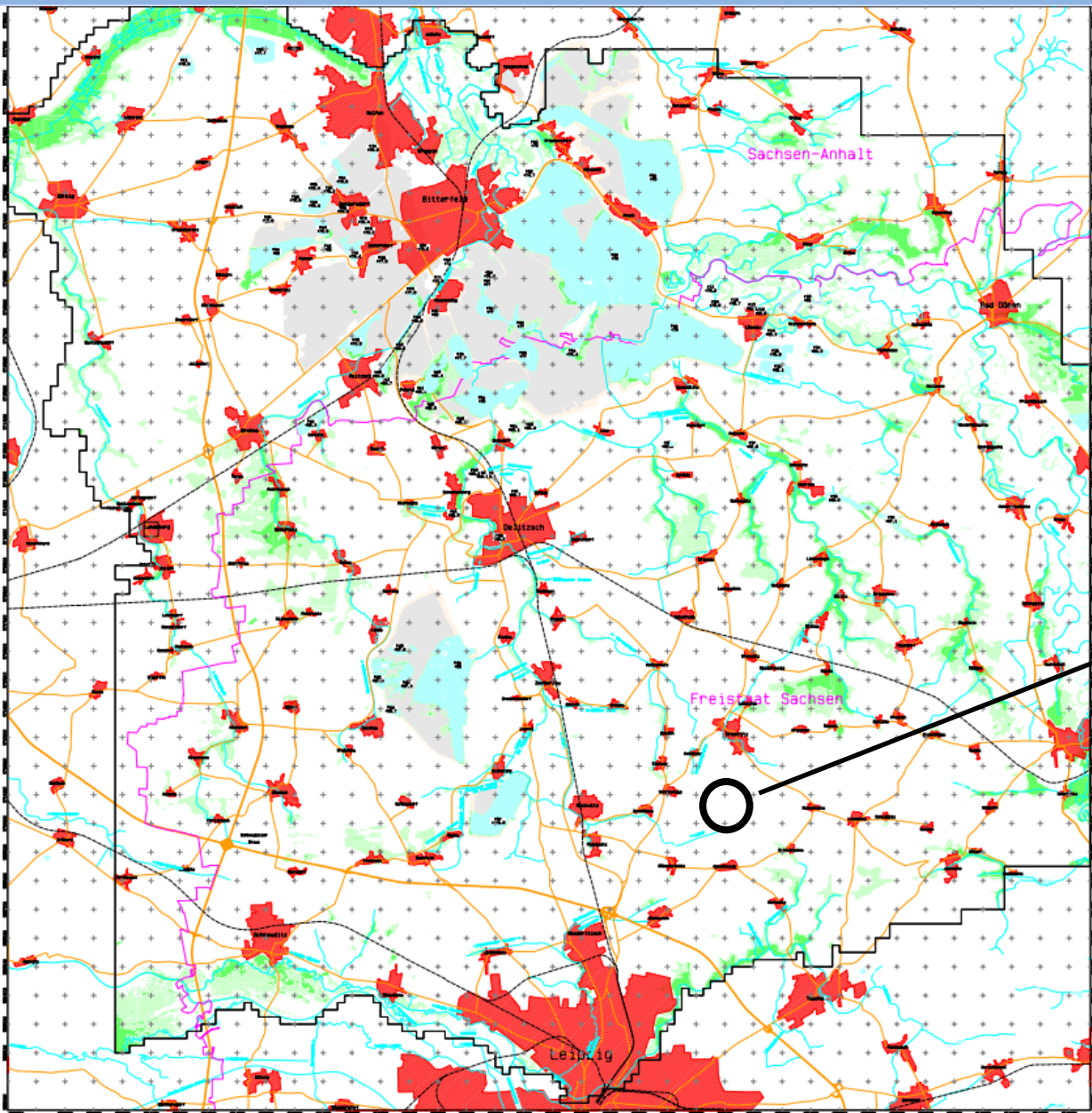


Bis zum Ende des Jahrhunderts Absinken des Grundwasserspiegels um etwa 4m

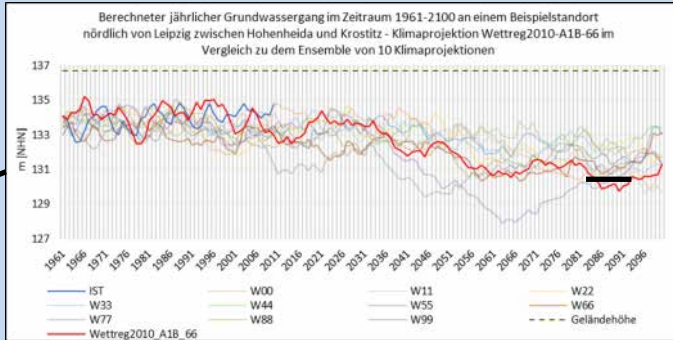


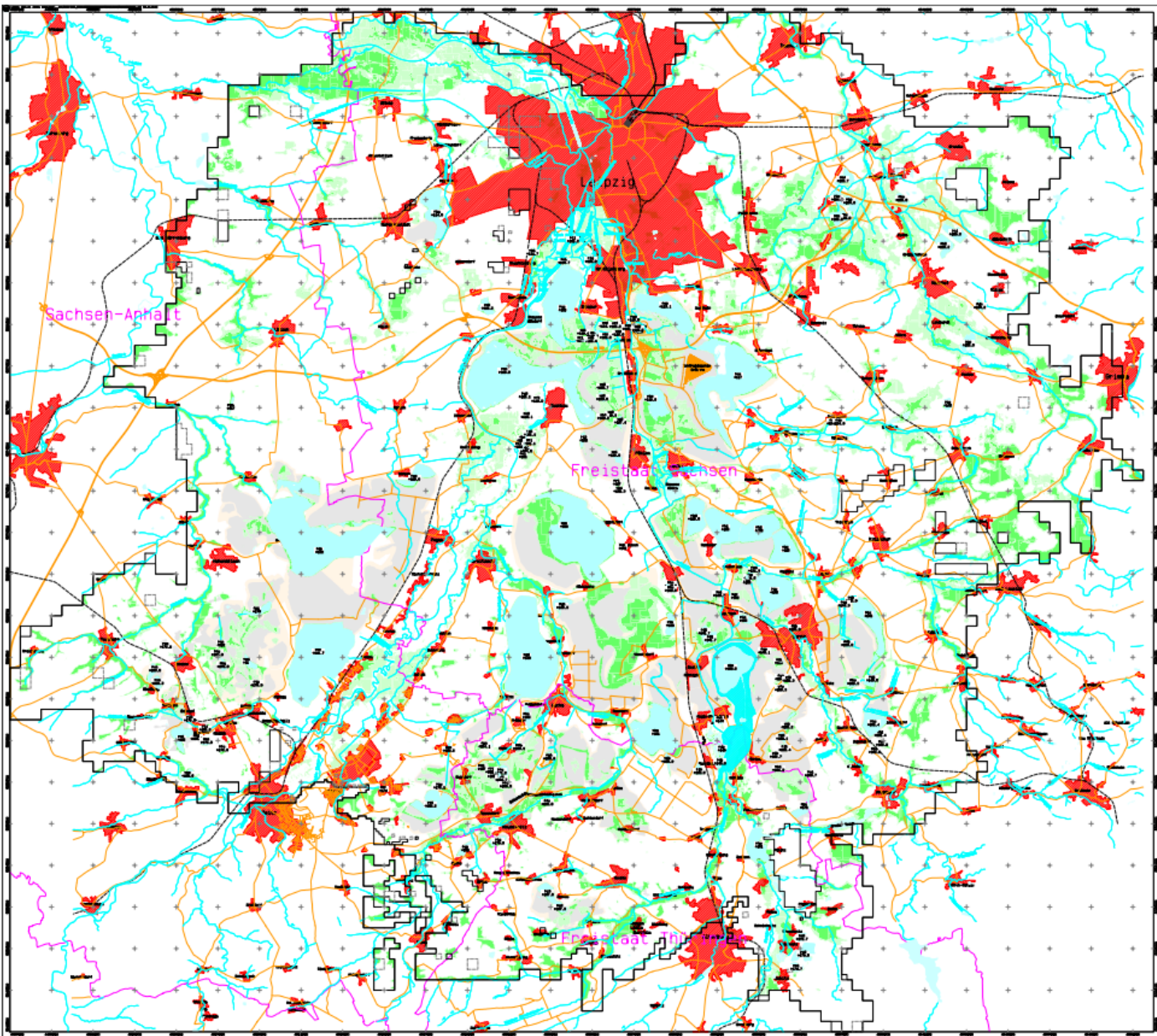
Nordraum Leipzig
 Dekadenmittel 1961-1970
 (Grundlage
 Klimaprojektion
 WETTREG 2010_A1B_66)





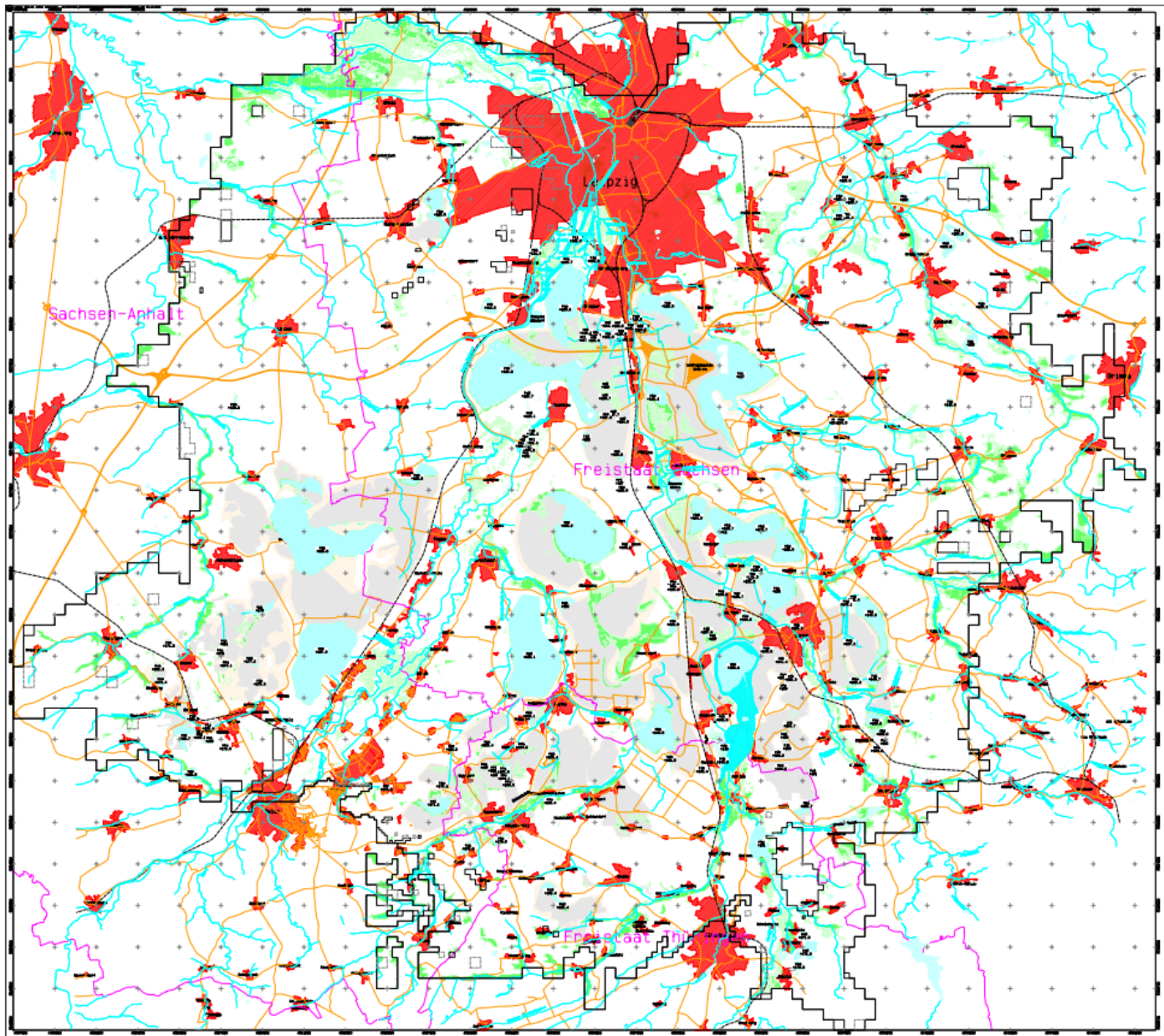
Nordraum Leipzig
 Dekadenmittel 2081-2090
 (Grundlage
 Klimaprojektion
 WETTREG 2010_A1B_66)





Südraum Leipzig
Dekadenmittel 1961-1970

(Grundlage
Klimaprojektion
WETTREG 2010_A1B_66)



Südraum Leipzig
Dekadenmittel 2081-2090

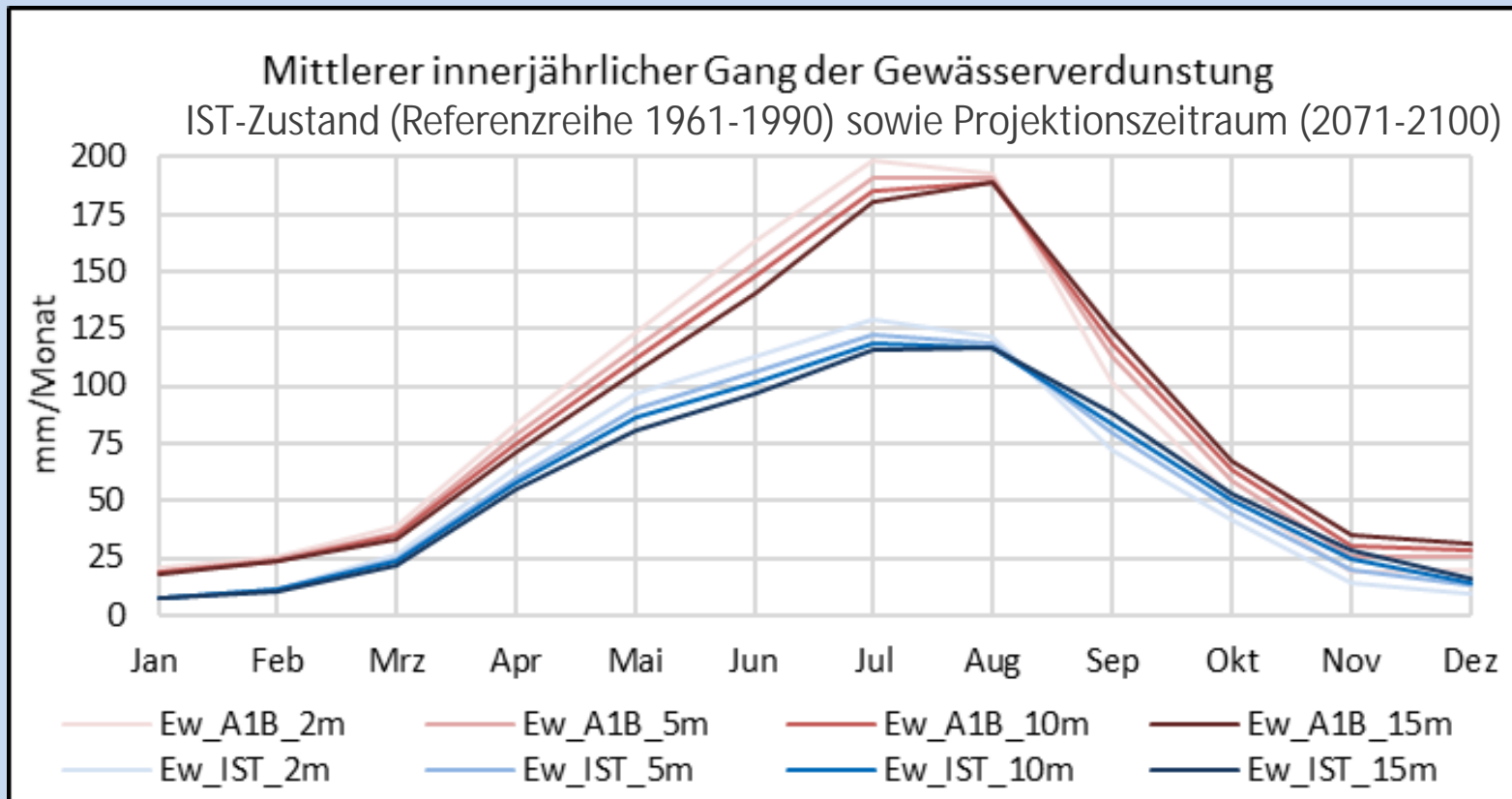
(Grundlage
Klimaprojektion
WETTREG 2010_A1B_66)

Klimatische Entwicklung übt Einfluss auf:

- Gewässerverdunstung
- Wasserstände
- Überschusswassermengen
- Austausch mit dem Grundwasser
- Durchsatzraten und Verweilzeiten des Wassers in den Seen
- Wasserbeschaffenheit

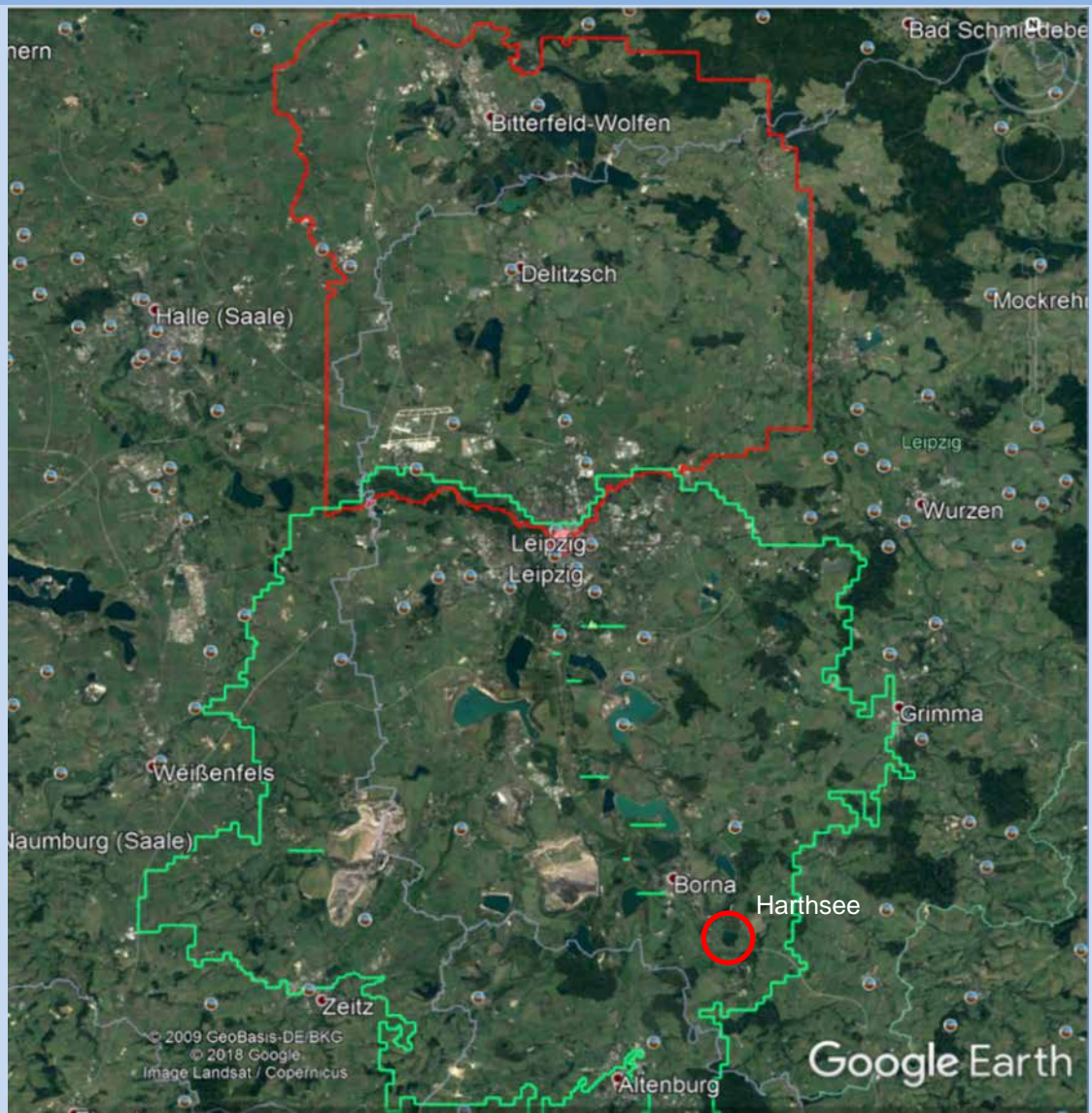
Entwicklung ist sehr unterschiedlich und abhängig von:

- Territoriale Höhenlage relativ zur Umgebung
- Gewässertiefe und Kontaktfläche zum Aquifer
- Einzugsgebietsgröße
- Dem Vorhandensein von oberirdischen Zuläufen u.a.



- Zunahme der Gewässerverdunstung von gegenwärtig bis zum Ende dieses Jahrhunderts um etwa 40-50% in Abhängigkeit von der Gewässertiefe

Standgewässer – Beispiel Harthsee

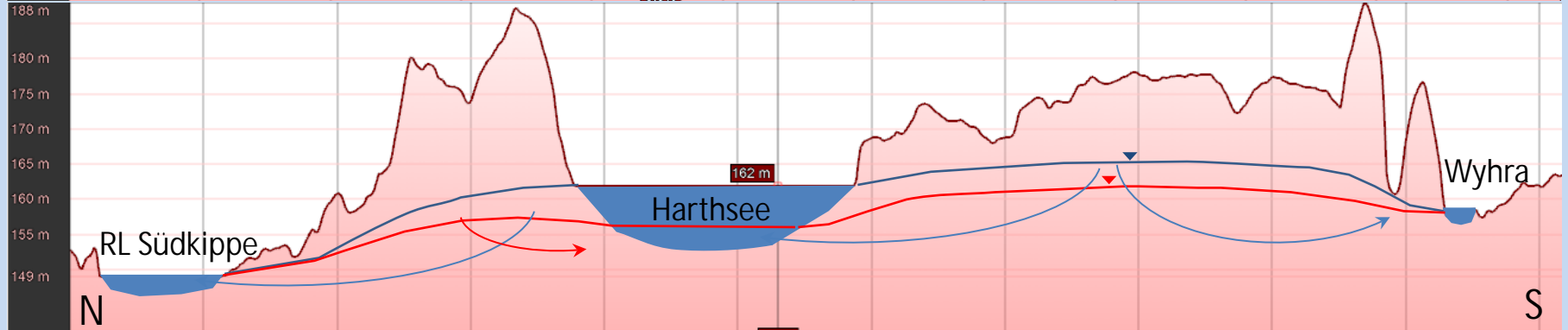
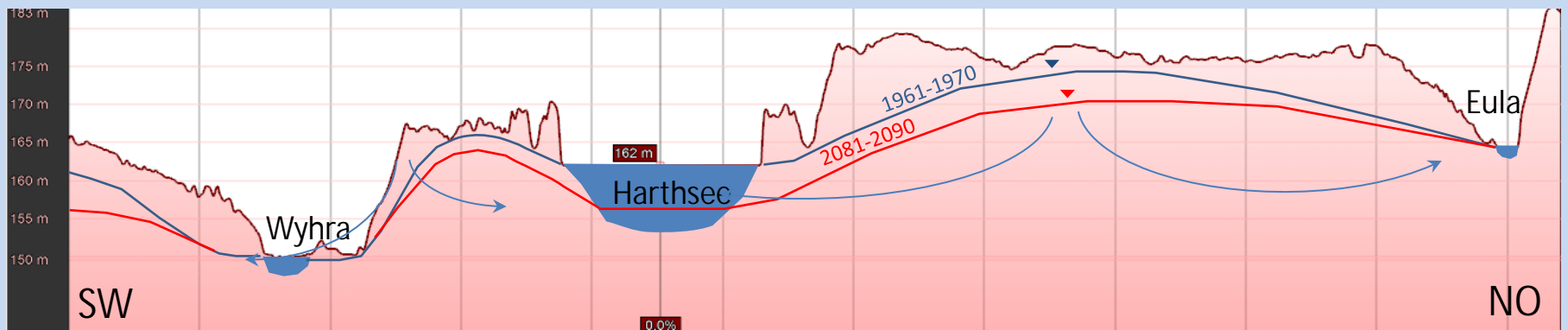




- territoriale Hochlage im Bereich der Wasserscheide zwischen Wyhra und Eula
- kleines Einzugsgebiet
- Geringe Tiefe (7m) mit kleiner Kontaktfläche zum Aquifer
- geringe Durchsatzrate bei geringem Volumen → mittlere Verweilzeit

Entwicklung bis 2100:

- Reduktion von Durchsatzrate (50%) und Volumen (75%) → **Verkürzung der Verweilzeit**
- Wasserstand sinkt möglicherweise um ca. 6m auf +156 m NHN



- Mit den existierenden komplexen gekoppelten Wasserhaushaltsmodellen (BW/GW/OW) stehen leistungsfähige Werkzeuge zur Lösung wasserwirtschaftlicher Probleme insbesondere mit bergbaulichem Bezug zur Verfügung
 - Das vorgestellte Projekt KliWES-(Bergbau) erbrachte Erkenntnisse zur möglichen Entwicklung des Wasserhaushaltes der Bergbauregion Mitteldeutschland unter Zugrundelegung eines Ensembles von möglichen Klimaprojektionen
 - Gestützt durch den Ensemble-Gedanken konnten mögliche Entwicklungstrends und Spannbreiten aufgezeigt werden
 - Diese liefern Hinweise auf Handlungsfelder und die nötigen Handlungsoptionen
 - Die Auswertung der Berechnungsergebnisse erfolgten im Rahmen des vorgestellten Projektes bisher nur für ausgewählte Teilaspekte und einzelne Wasserkörper
 - Auf Grundlage der durchgeführten Berechnungen könnten weitere objektbezogene Detailanalysen erfolgen
- Ø **Prüfung der Notwendigkeit zur Anpassung bisheriger wasserwirtschaftlicher Planungen**
 - Ø **Einbeziehung in zukünftig noch anstehende wasserwirtschaftliche Planungen**
 - Ø **Erhöhung der Planungssicherheit**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Prof. Dr.-Ing. Holger Mansel
von der Ingenieurkammer Sachsen
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Montanhydrologie

IBGW GmbH