

# 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<sup>©</sup> (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):

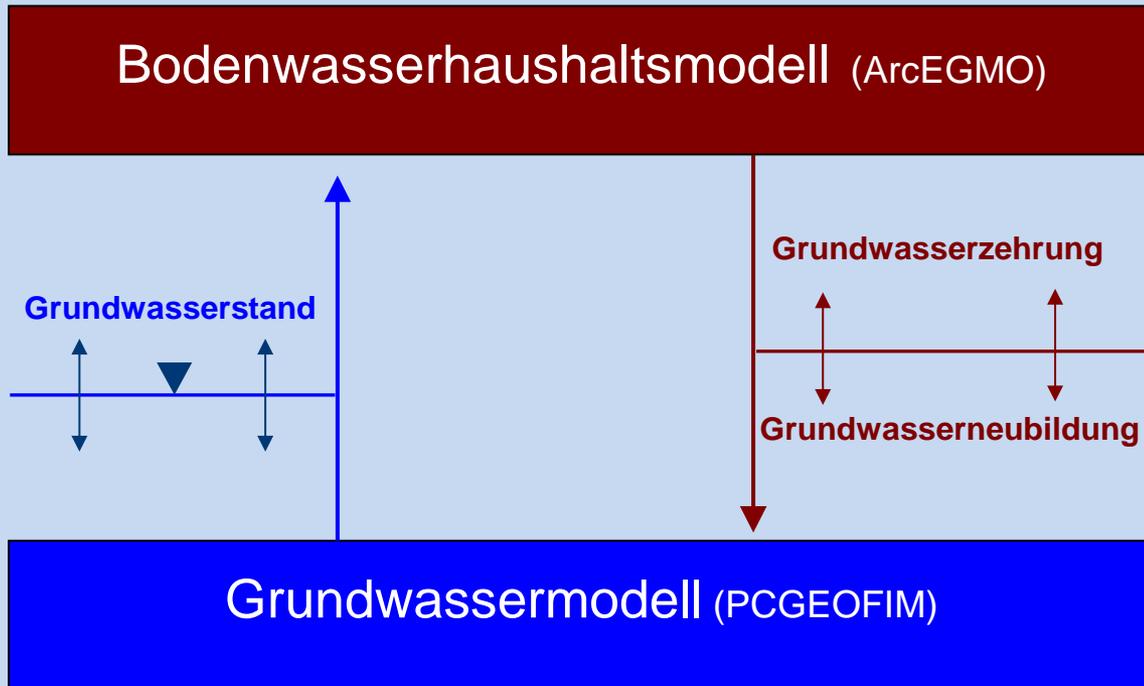
- Verwendete Software: **PCGEOFIM<sup>©</sup> (Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH)**
  - à Bilanztreue Berechnung der Grundwasserströmung unter Berücksichtigung verschiedener Arten von Randbedingungen mit dem Anwendungsschwerpunkt aktiver Bergbau und Bergbaufolge (Tagebau- und Tagebaurestlochproblematik)
  - 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

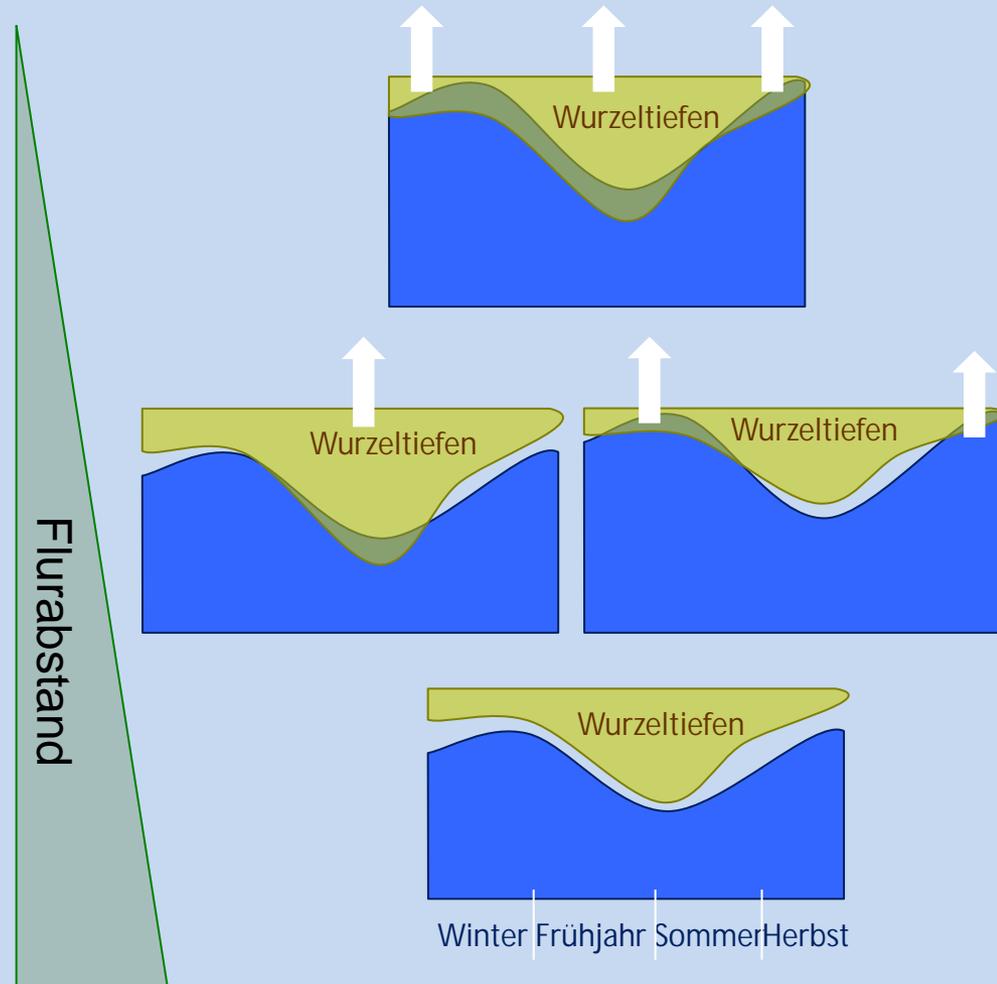
Wechselwirkungen zwischen Bodenwasserhaushalt und Grundwasser werden in ihrer zeitlichen Dynamik berücksichtigt

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



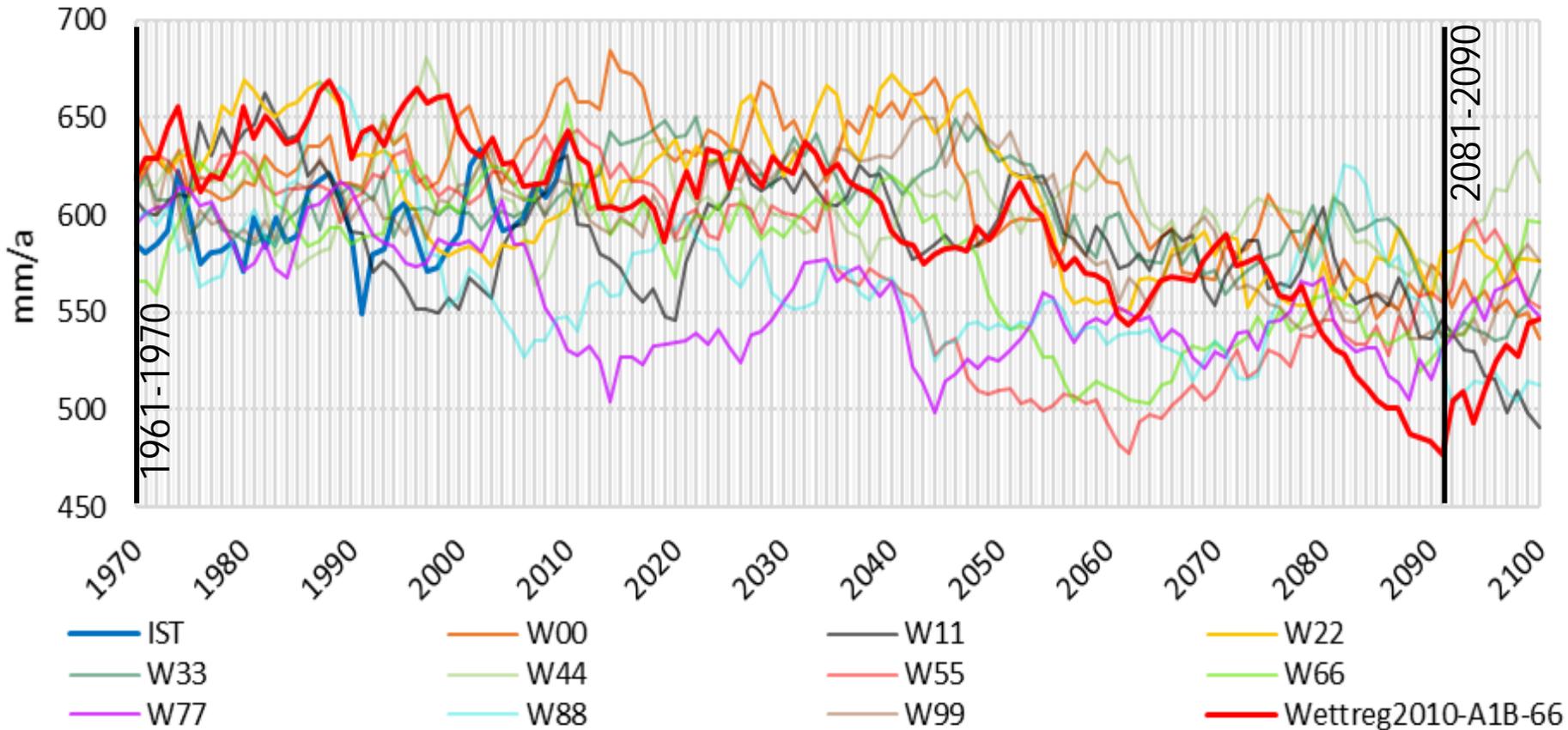
- Wenn die Wurzeln das Grundwasser erreichen, erhöht sich die Verdunstung (Pfeile).
- Reißt der Kontakt ab, wird die Verdunstung geringer.
- ▷ dämpfende Effekte: wenn z.B. die Pflanzenwurzeln nicht mehr vom Grundwasser zehren können und demzufolge nicht mehr potenziell verdunstet wird, wird das weitere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

## Jahreszeitliche Entwicklung der Interaktion zw. Vegetations- und Grundwasserdynamik



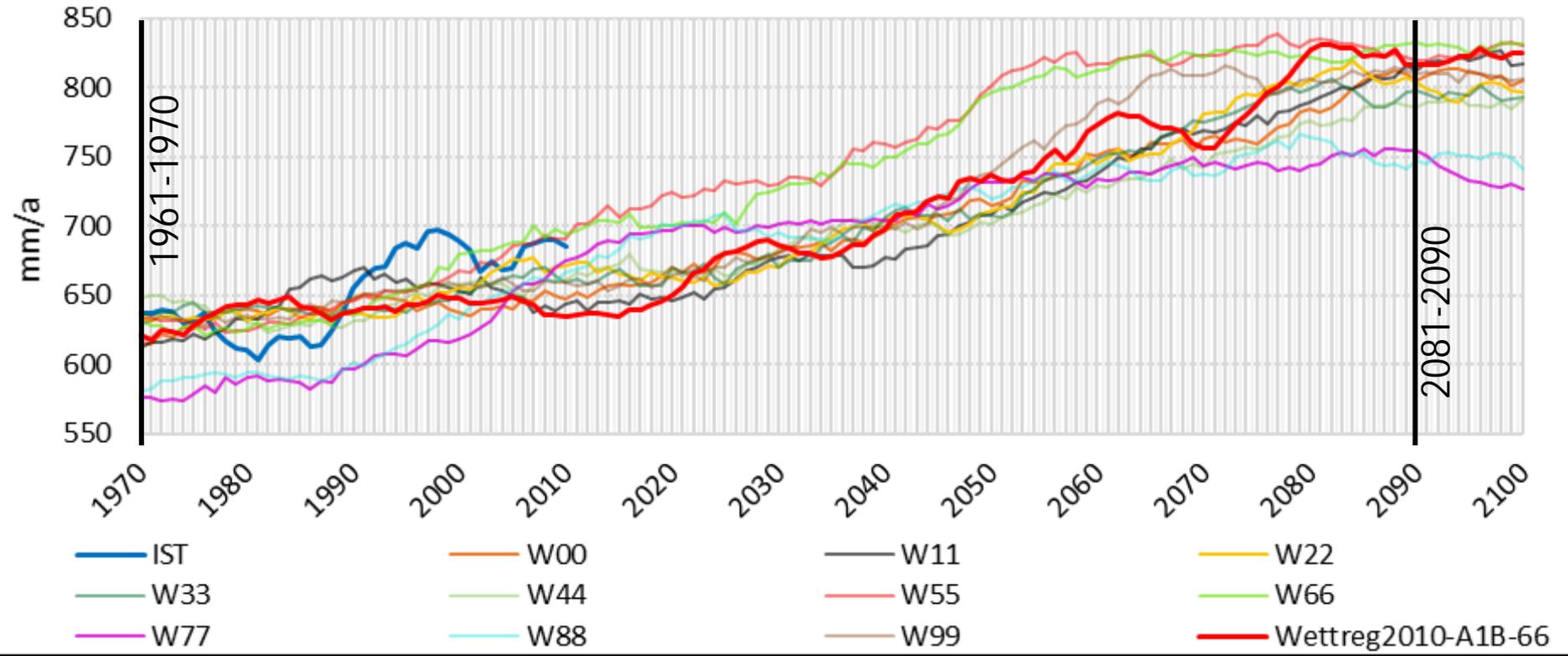


## Station Zschortau-Brodenaundorf - Niederschlag 1961-2100 (gleitendes Dekadenmittel)



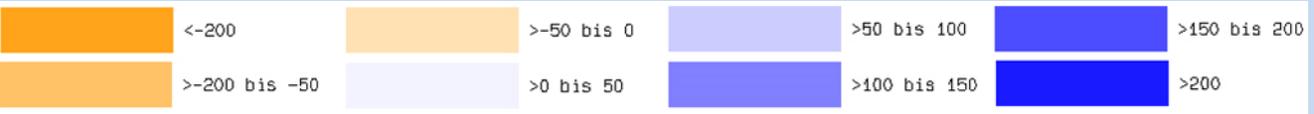
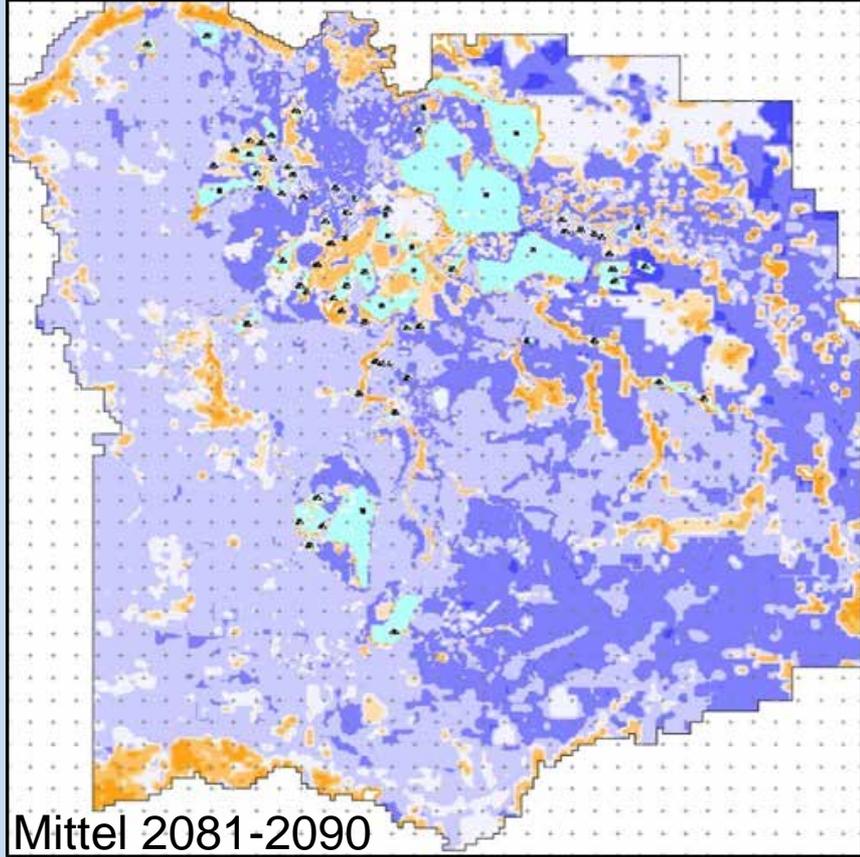
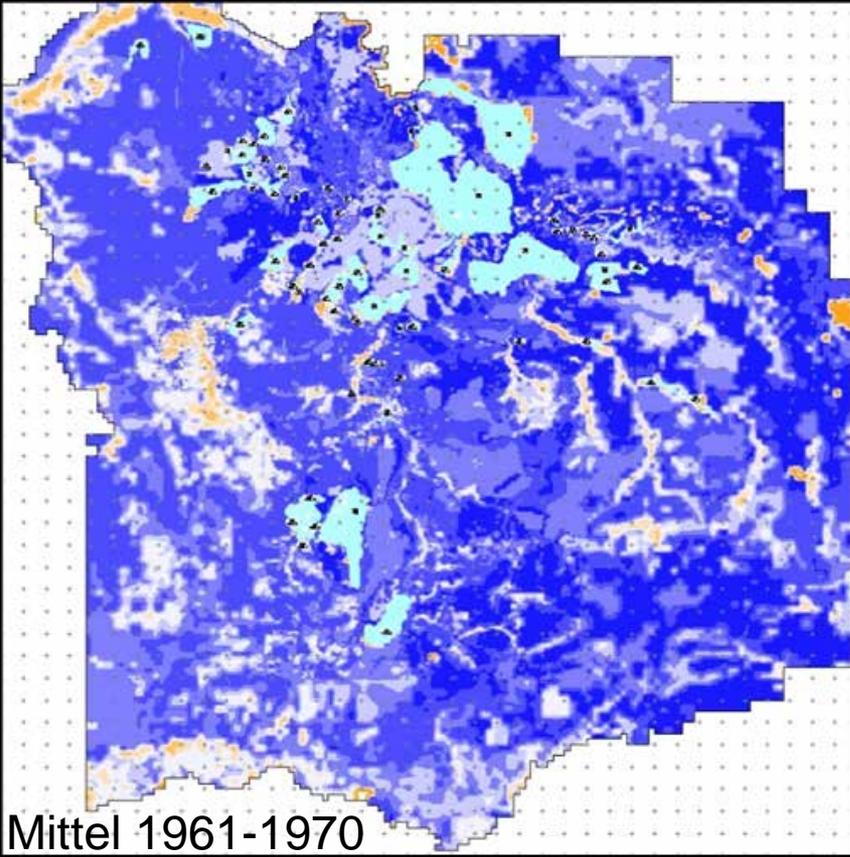


## Station Leipzig-Halle - Potentielle Verdunstung 1961-2100 (gleitendes Dekadenmittel)



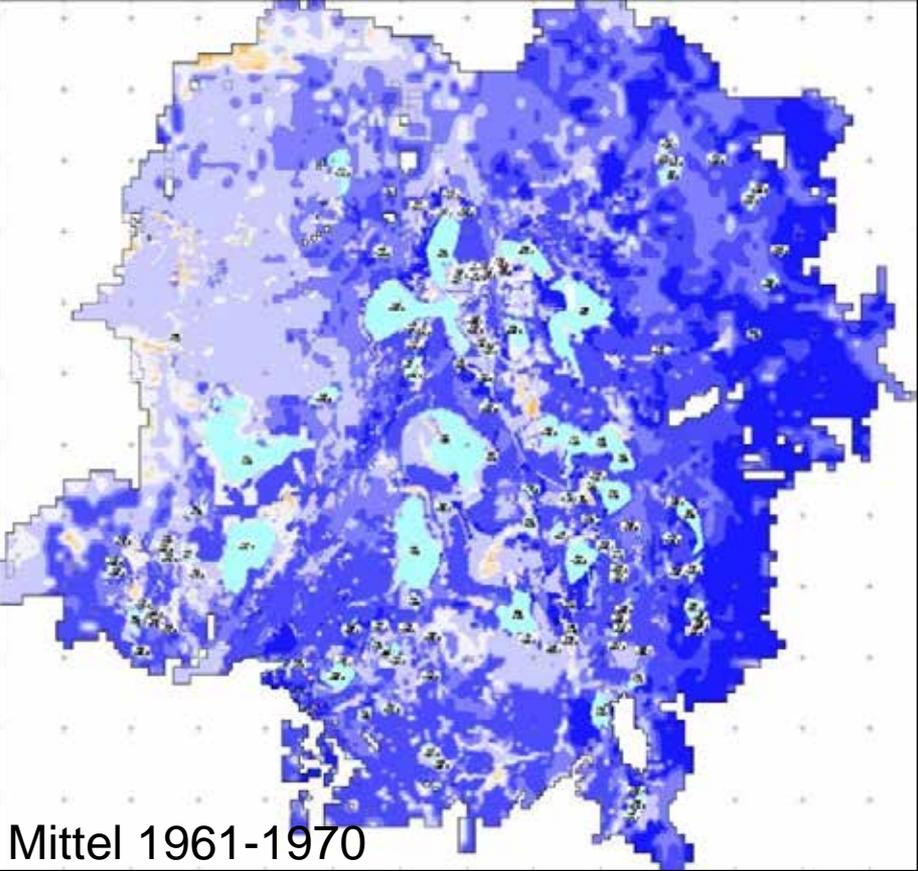
# Randbedingung Grundwasserneubildung

Grundwasserneubildung - Nordraum Leipzig (Grundlage Klimaprojektion WETTREG 2010\_A1B\_66)  
 Reduktion der Grundwasserneubildung um etwa 50%

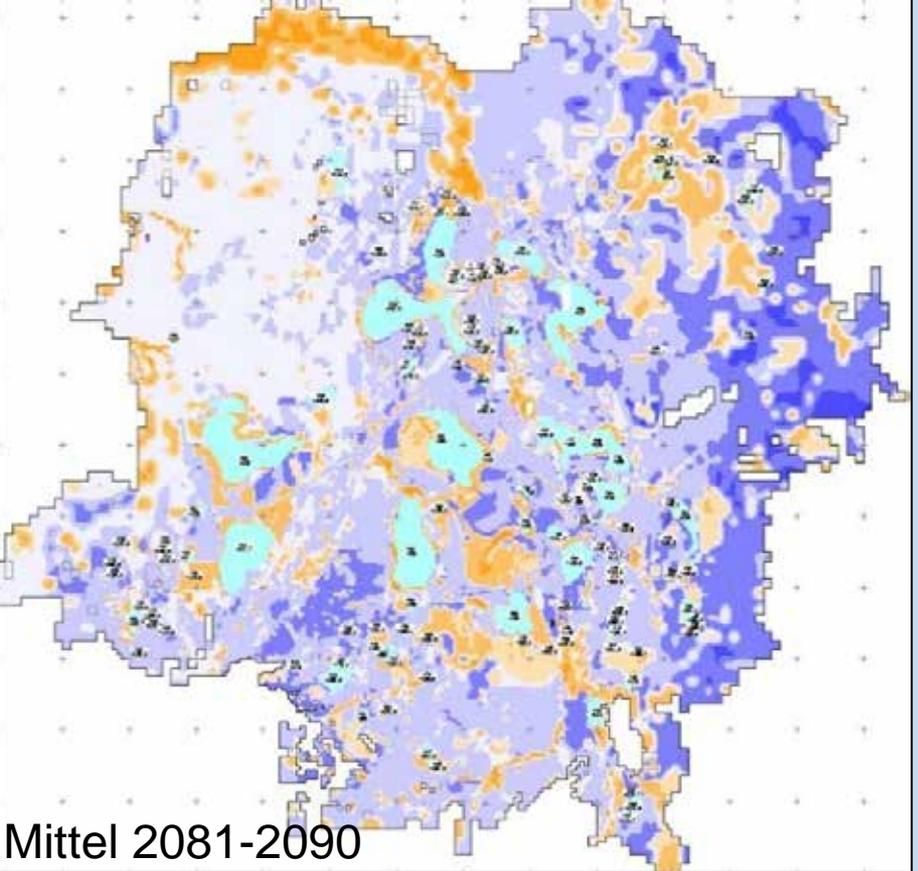


# Randbedingung Grundwasserneubildung

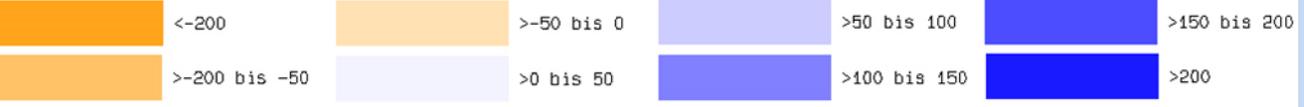
Grundwasserneubildung - Südraum Leipzig (Grundlage Klimaprojektion WETTREG 2010\_A1B\_66)  
 Reduktion der Grundwasserneubildung um etwa 60%



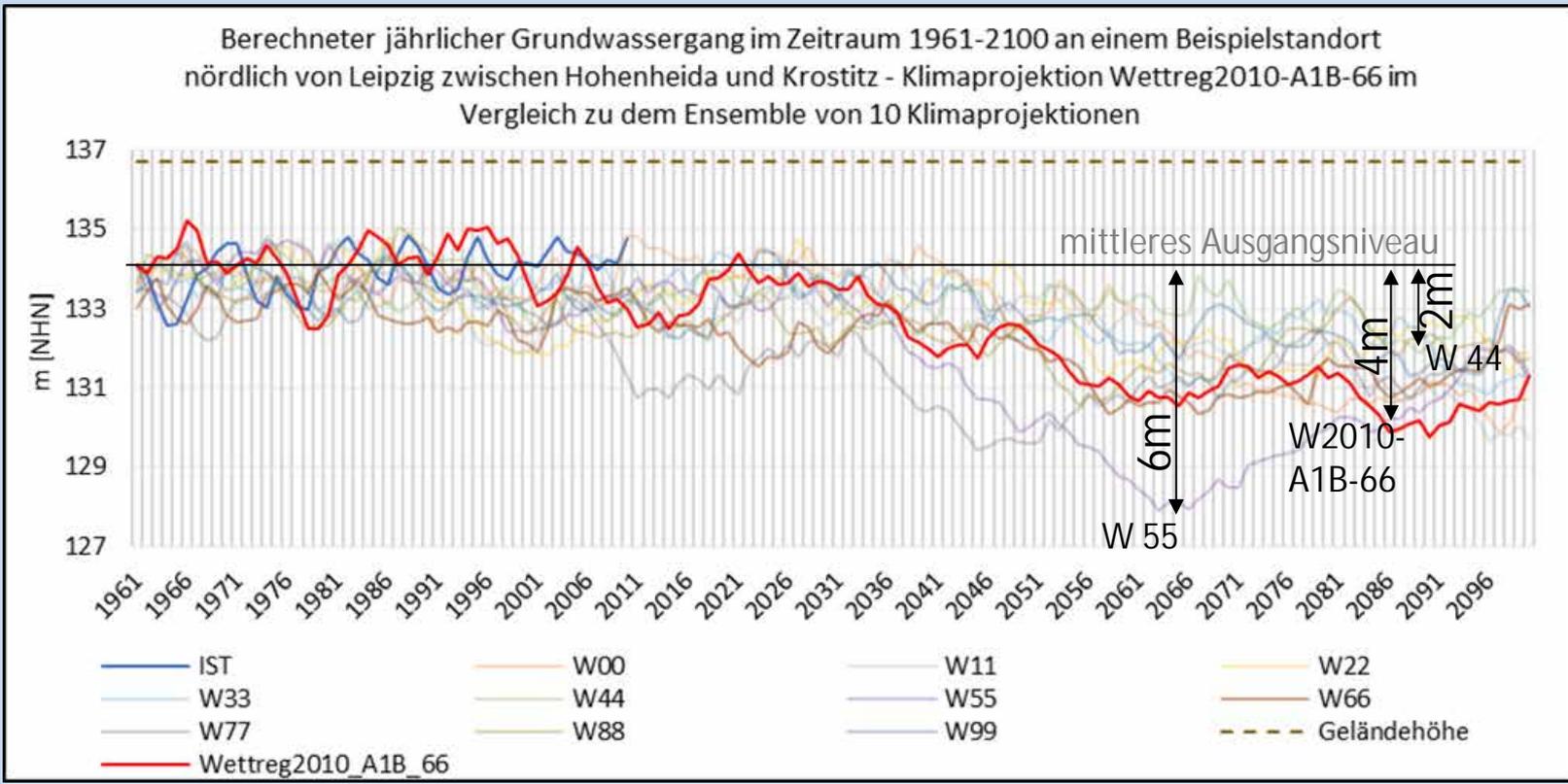
Mittel 1961-1970



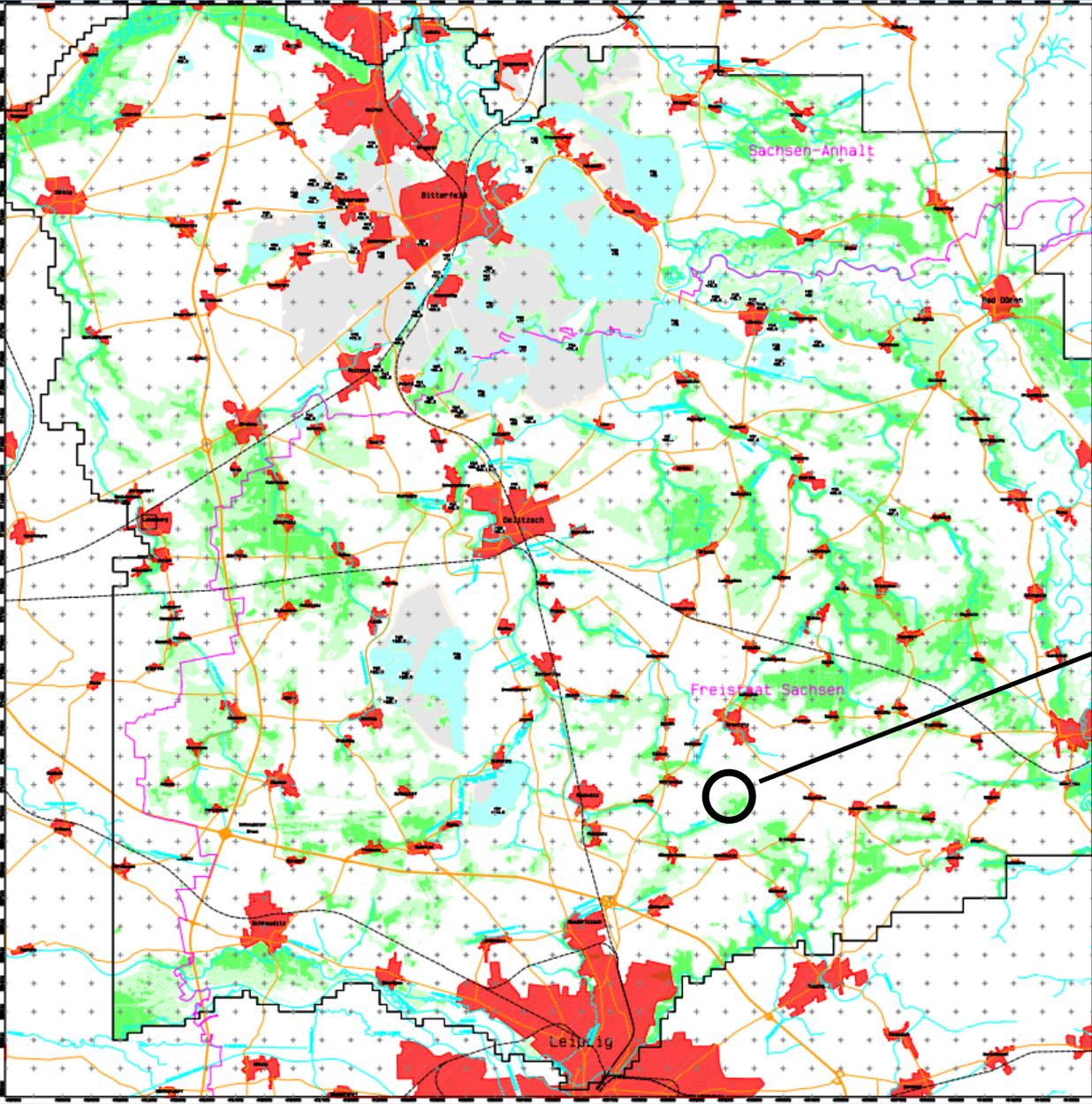
Mittel 2081-2090



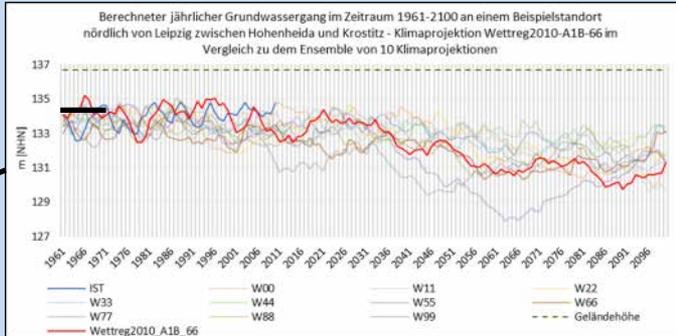
# Berechneter Grundwassergang



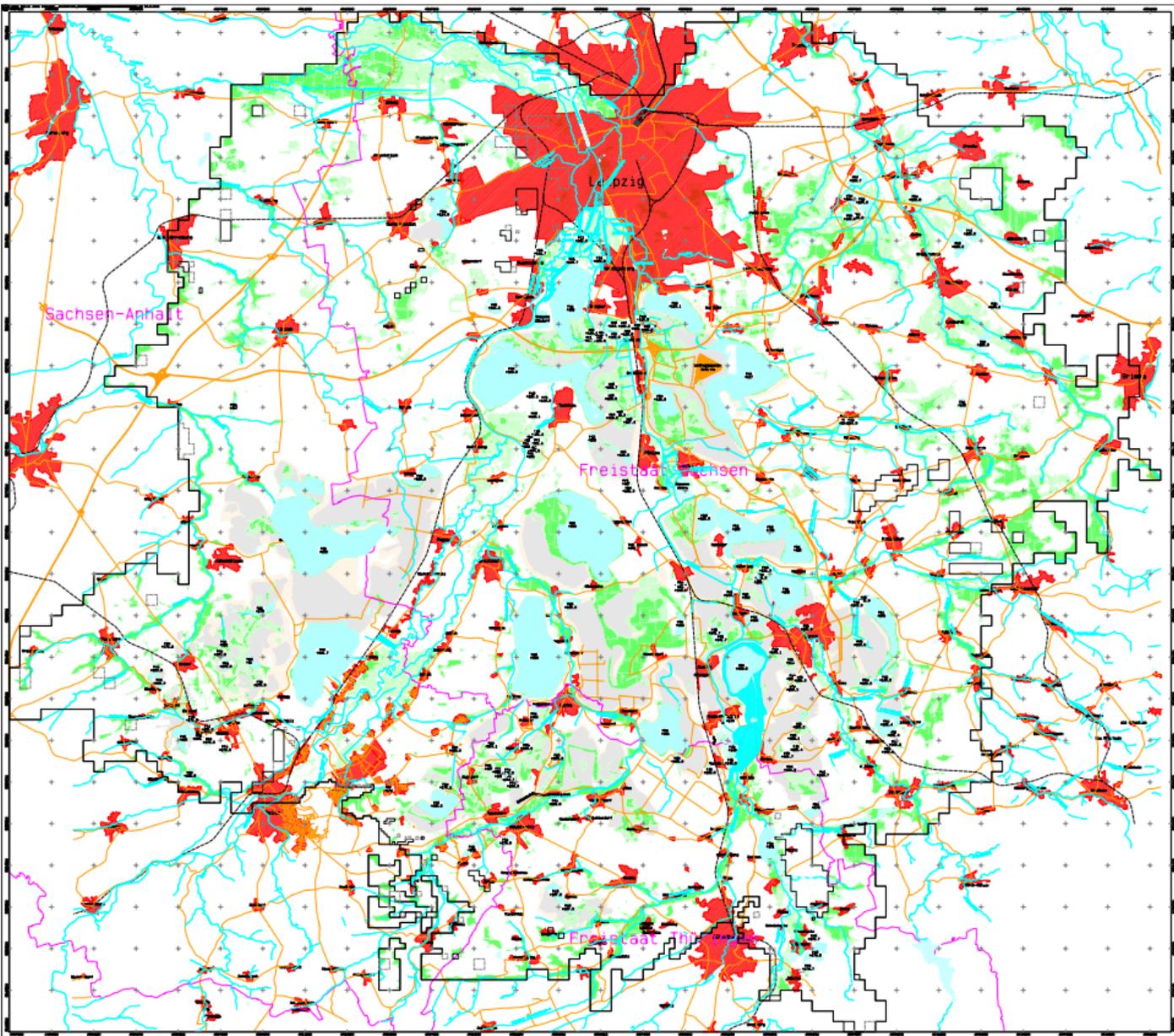
Bis zum Ende des Jahrhunderts Absinken des Grundwasserspiegels um etwa 4m



Nordraum Leipzig  
 Dekadenmittel 1961-1970  
 (Grundlage  
 Klimaprojektion  
 WETTREG 2010\_A1B\_66)

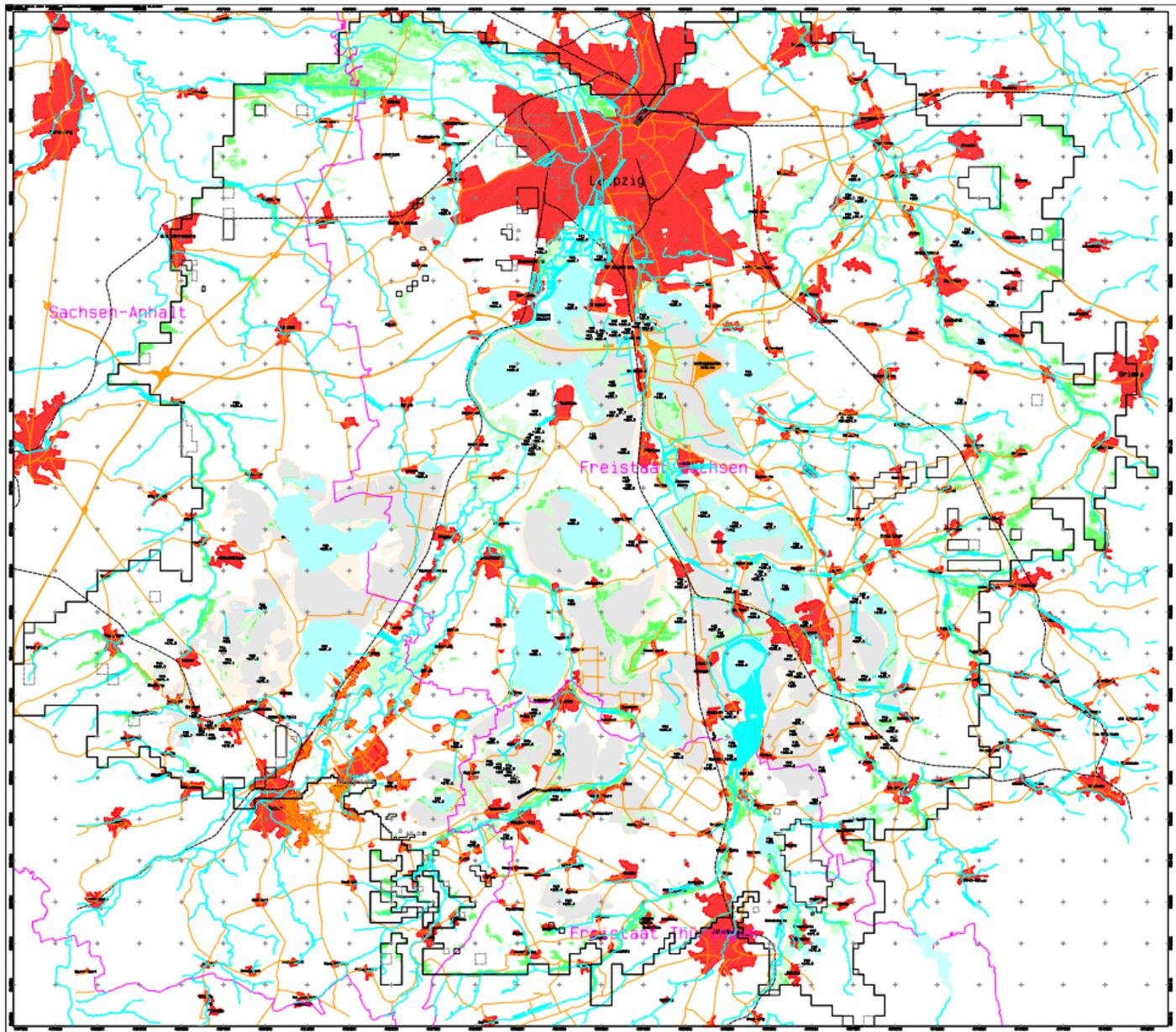






Südraum Leipzig  
Dekadenmittel 1961-1970

(Grundlage  
Klimaprojektion  
WETTREG 2010\_A1B\_66)



Südraum Leipzig  
Dekadenmittel 2081-2090

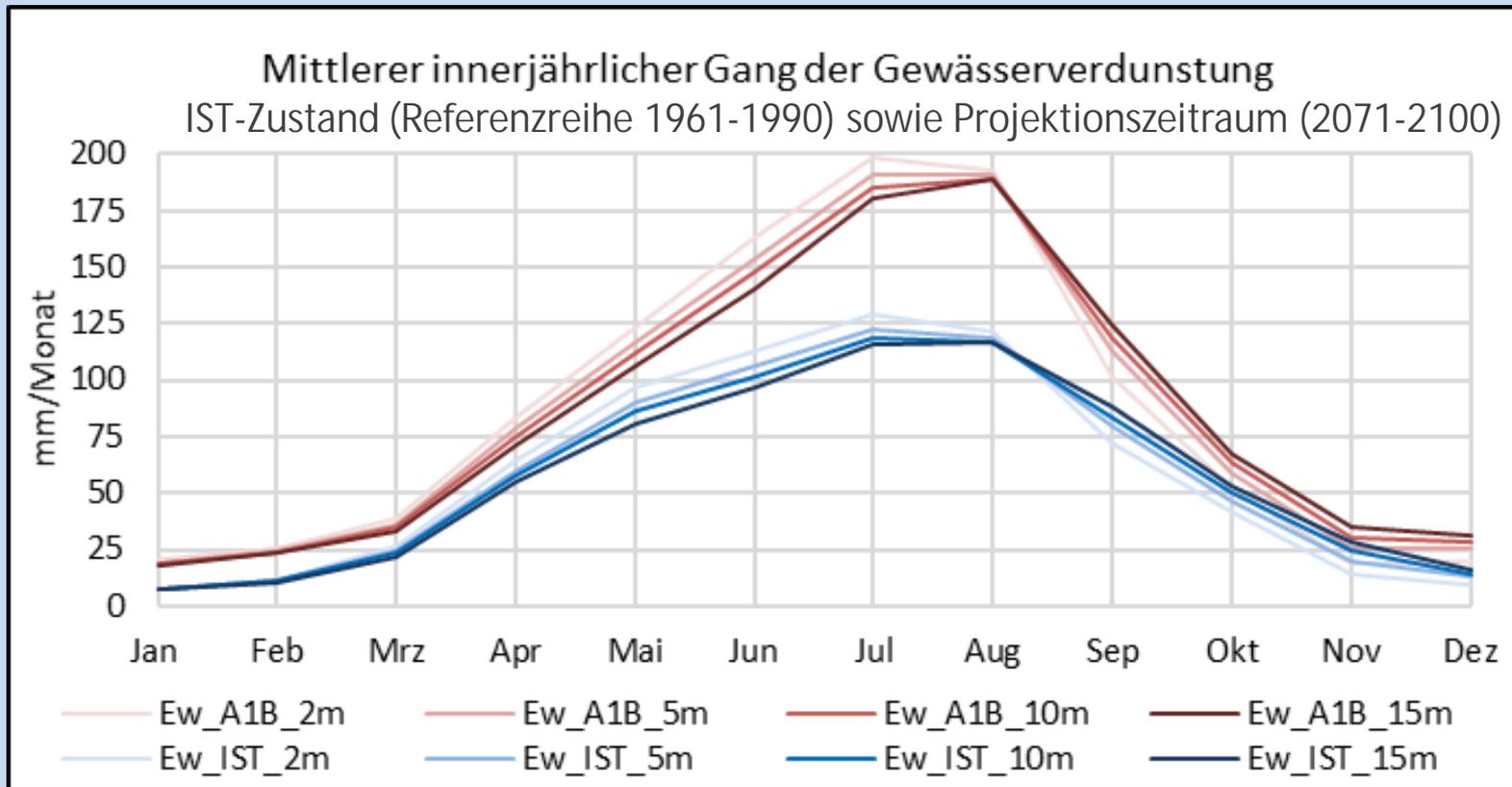
(Grundlage  
Klimaprojektion  
WETTREG 2010\_A1B\_66)

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:

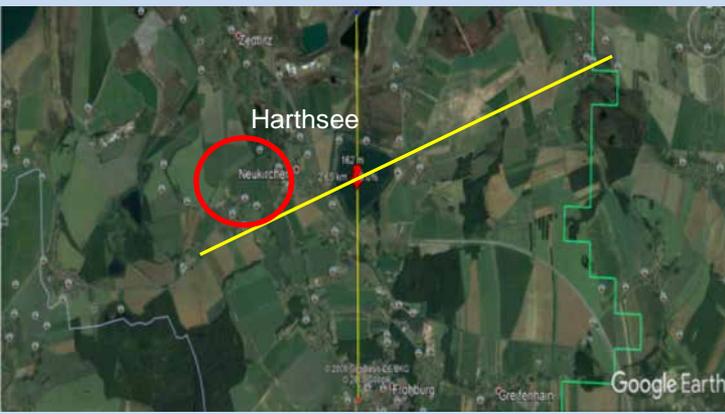
- Territoriale Höhenlage relativ zur Umgebung
- Gewässertiefe und Kontaktfläche zum Aquifer
- Einzugsgebietsgröße
- Dem Vorhandensein von oberirdischen Zuläufen u.a.



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

# Standgewässer – Beispiel Harthsee

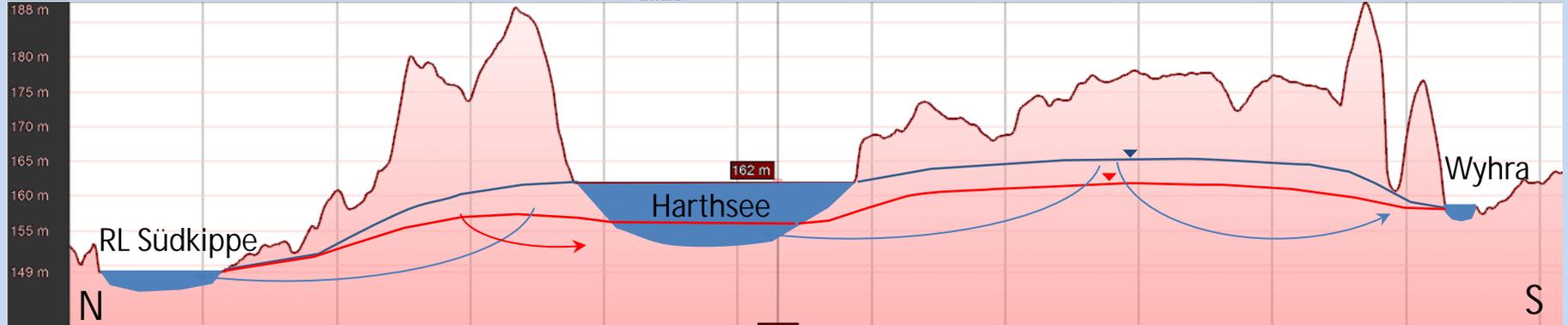
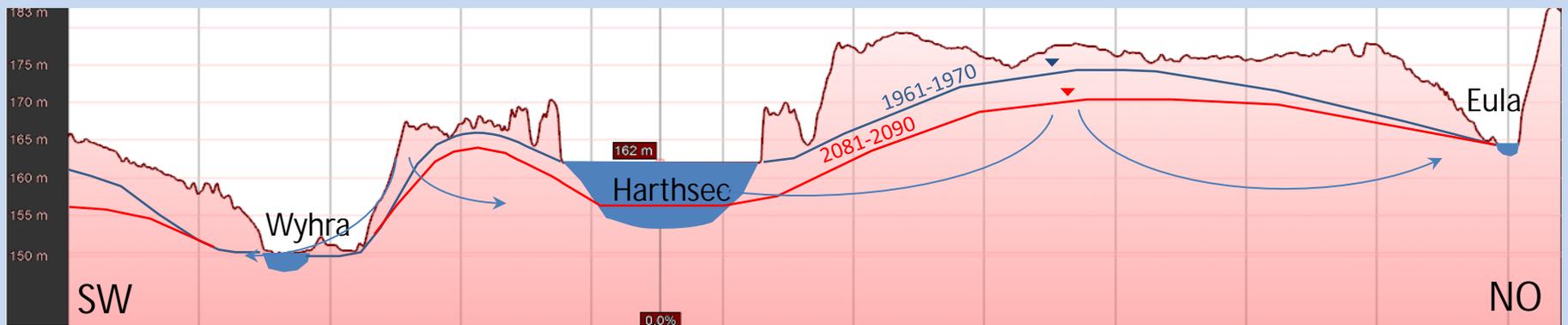




- territoriale Hochlage im Bereich der Wasserscheide zwischen Wyhra und Eula
- kleines Einzugsgebiet
- Geringe Tiefe (7m) mit kleiner Kontaktfläche zum Aquifer
- geringe Durchsatzrate bei geringem Volumen → mittlere Verweilzeit

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