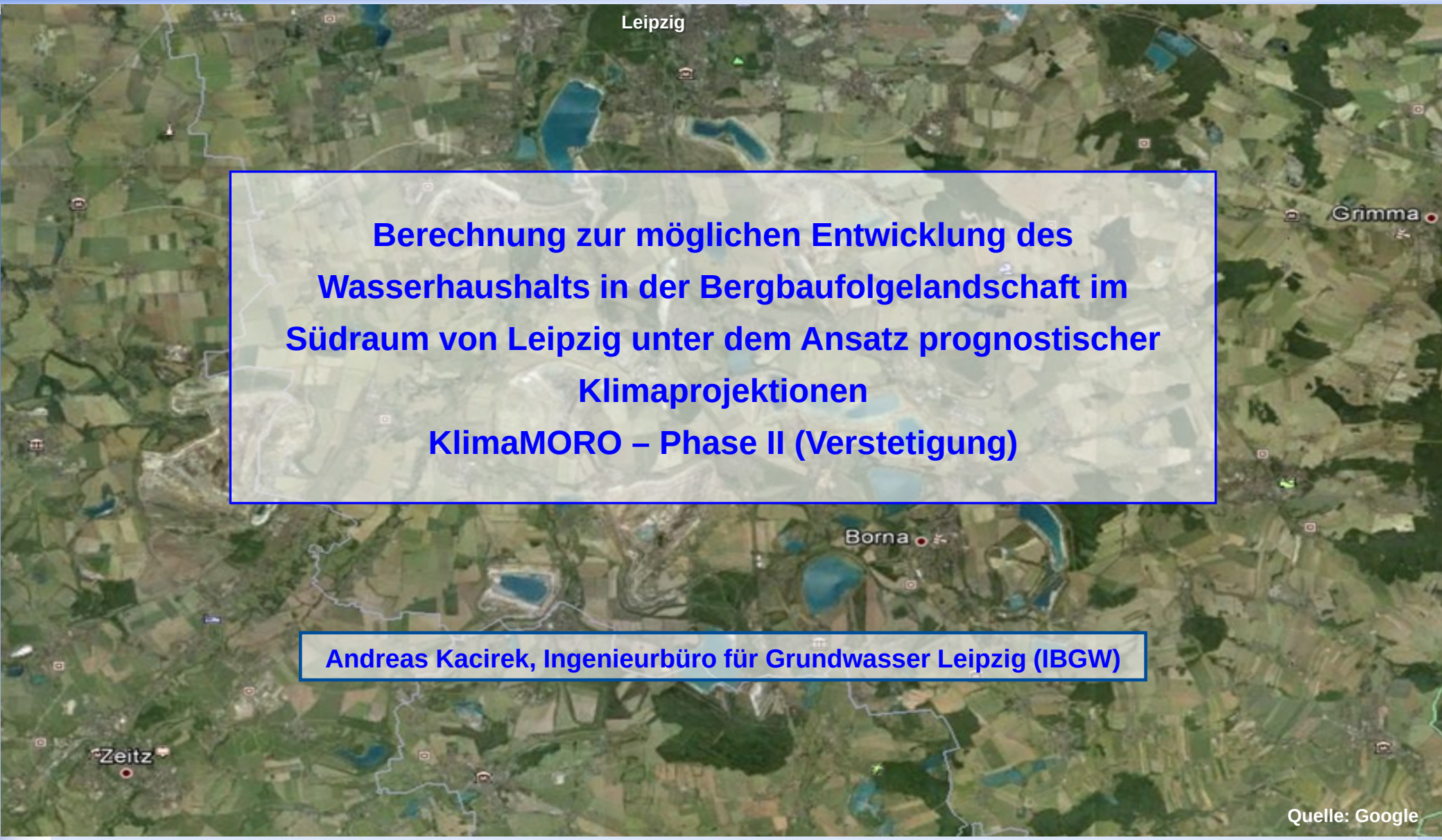


Berechnung zur möglichen Entwicklung des Wasserhaushalts in der Bergbaufolgelandschaft im Südraum von Leipzig unter dem Ansatz prognostischer Klimaprojektionen

KlimaMORO – Phase II (Verstetigung)

Andreas Kacirek, Ingenieurbüro für Grundwasser Leipzig (IBGW)

Quelle: Google

1. AUSGANGSSITUATION

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

Herausforderung:

- Lange Planungshorizonte (Jahrzehnte) mit gesteigerten Anforderungen an die Prognosesicherheit
- Überdenken bisher geltender wasserwirtschaftlicher Planungsmaßstäbe (meteorologische Bezugsreihen) durch Fortschritte in der Klimaprognostik und Bewusstseinsänderung

2. VERANLASSUNG und ZIELSTELLUNG

- Abgeschlossene Projektphase KlimaMORO Westsachsen – Prognostische Simulation (2010-2050) des Wasserhaushaltes im Einzugsgebiet des Lobers im Nordraum von Leipzig

- **Prognostische Daten des regionalen Klimamodells WEREX IV**

  mittlere Simulation:
  - Szenario B1 - optimistisch
  - Szenario A1B - ausgewogen
  - Szenario A2 - pessimistisch

  Referenzzustand meteorologische Reihe 1971 – 2003 Station Schkeuditz

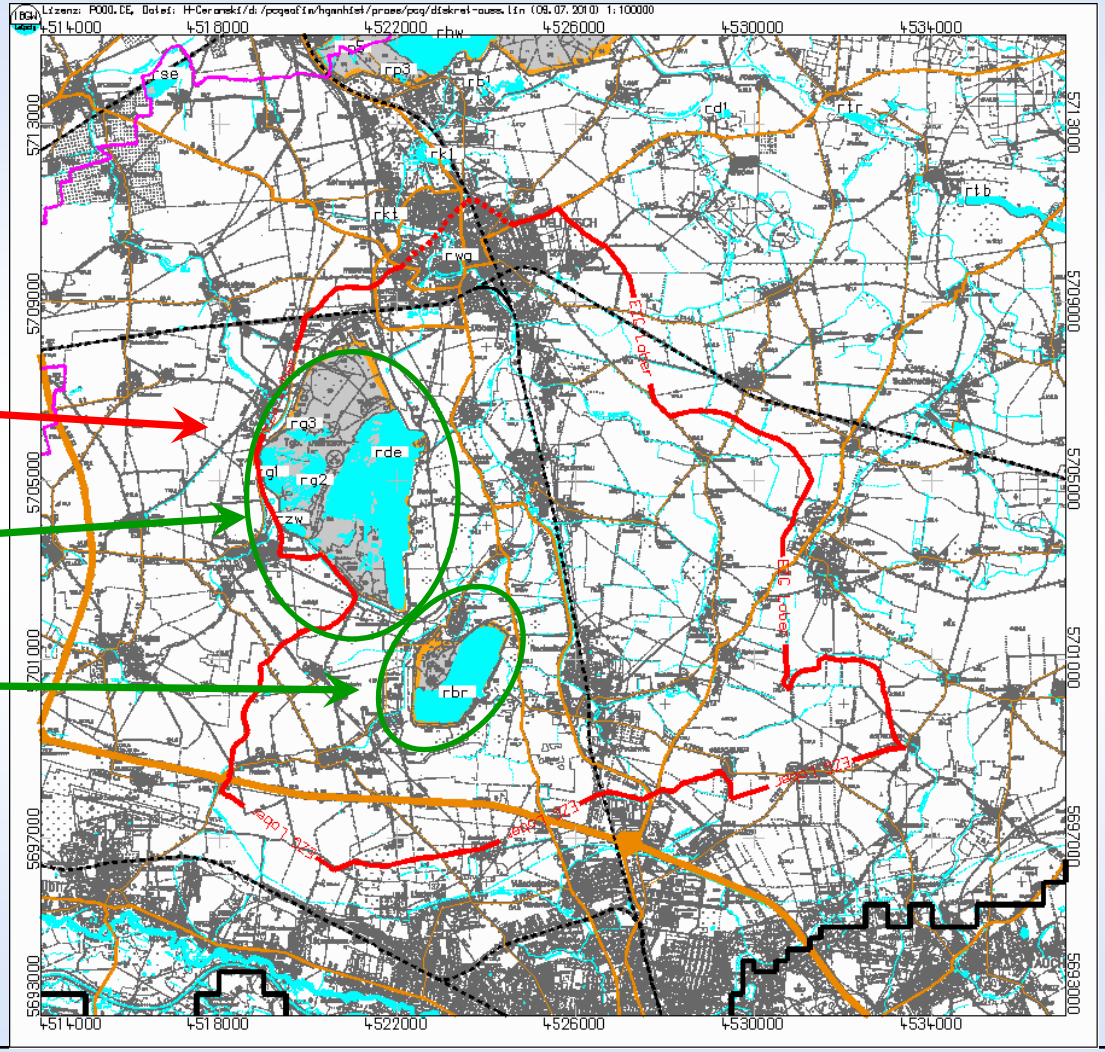
Szenario	Pi mm/a	ETP (Turc/Ivanov) mm/a	KWB mm/a
B1 2010-2050	558	663	**- 105**
A1B 2010-2050	548	677	**- 129**
A2 2010-2050	535	685	**- 150**
DWD 1971-2003	**568**	**586**	**- 18**

2. VERANLASSUNG und ZIELSTELLUNG

Einzugsgebiet des Lobers
bis Delitzsch (Nordraum Leipzig)

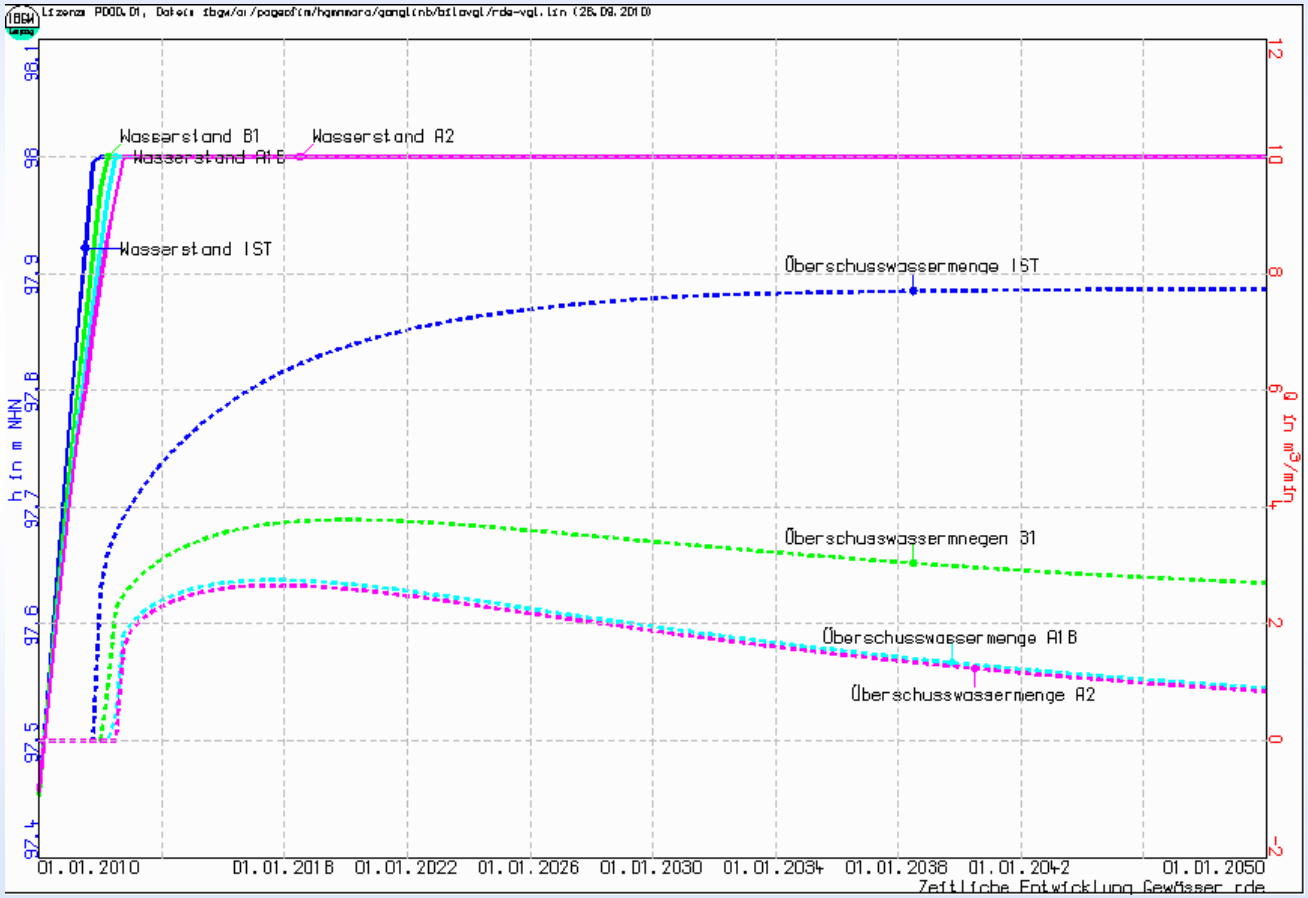
Tagebauterritorium Delitzsch-Südwest
(Werbeliner See)

Tagebauterritorium Breitenfeld
(Schladitzer See)



2. VERANLASSUNG und ZIELSTELLUNG

- Entwicklung der Restseewasserstände und Überschusswassermengen im Werbeliner See (Nordraum Leipzig)



Überschhusswassermengen Werbeliner See	Q [m³/min]	Q [l/s]
IST 2050	7,7	128,3
Szenario B1 2050	2,7	45,0
Szenario A1B 2050	0,9	15,2
Szenario A2 2050	0,8	14,0

2. VERANLASSUNG und ZIELSTELLUNG

- **Anfrage** des Regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen zur Berechnung des Wasserhaushalts in der Bergbaufolgelandschaft des Südraums Leipzig auf Grundlage neuer Erkenntnisse in der Klimaprognostik (WETTREG 2010, Echam 5)

- **Ziel:** Modellgestützte **Überprüfung** und **Anpassung** regionalplanerischer Ausweisungen sowie Ermittlung möglicher Auswirkungen auf regionalplanerische Entwicklungsziele als Grundlage von Empfehlungen

Schaffung von Planungsgrundlagen:

- Aufzeigen mittlerer Tendenzen sowie möglicher Schwankungsbreiten in der wahrscheinlichen Entwicklung der Grund- und Oberflächenwasserverhältnisse mit Bezugnahme auf den Referenzzustand
  (Mittlere Verhältnisse bis zum Erreichen des stationären Endzustandes auf Grundlage der met. Bezugsreihe 1961-1990)

Randvorgaben:

- Berücksichtigung aktueller Ausweisungen des RPV für Waldmehrungsflächen (Prognosedaten)
- Einbeziehung von Klimaprojektionen für den Prognosezeitraum 2010-2100 (A1B)

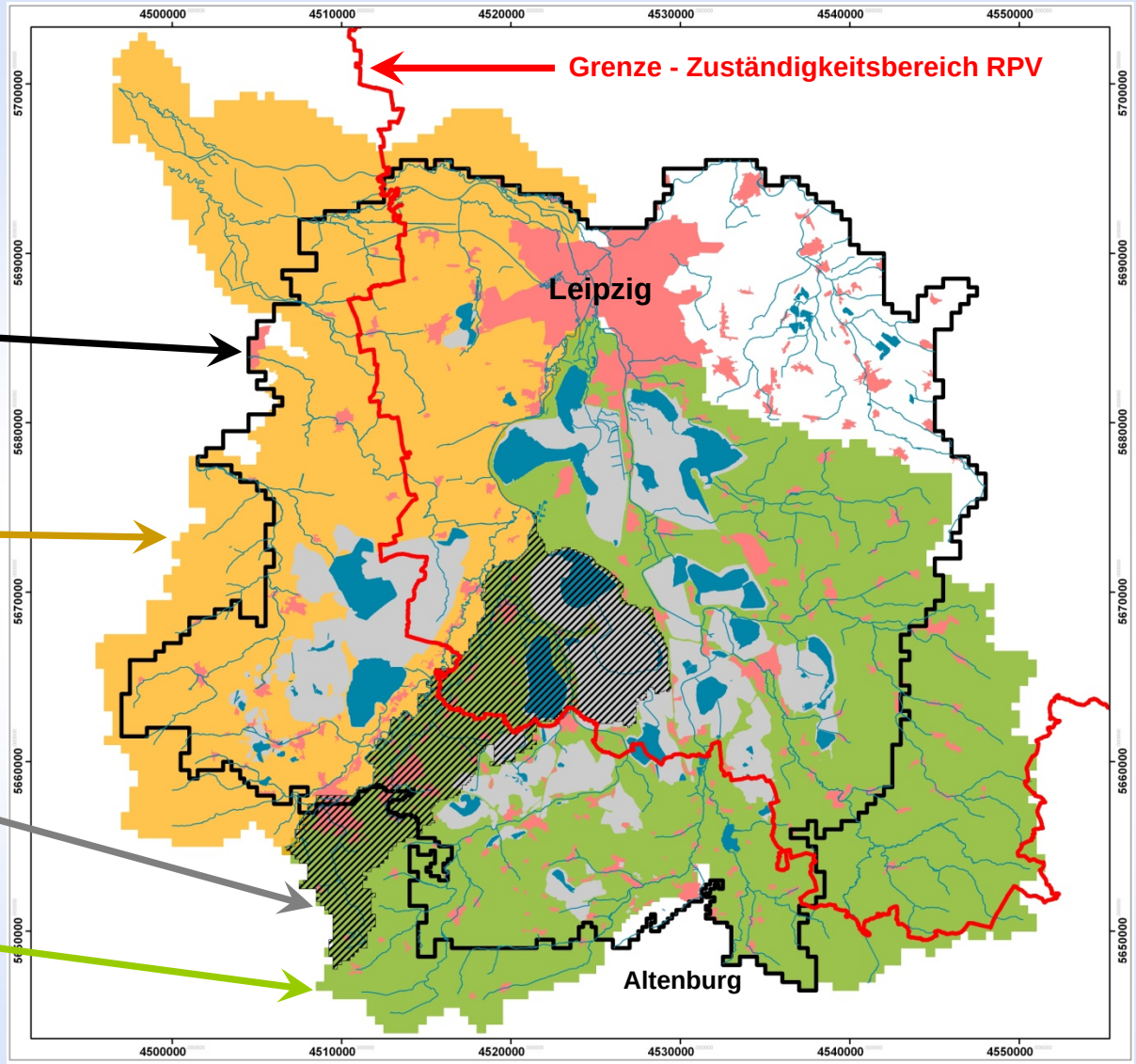
3. MODELLGRUNDLAGEN

→ Hydrogeologisches Großraummodell Süd (HGMS 2006)

→ Bodenwasserhaushaltsmodell (BWHM) der MIBRAG mbH für den Bereich des Tagebaus Profen (2011)

→ Bodenwasserhaushaltsmodell (BWHM) der MIBRAG mbH für den Bereich des Tagebaus „Vereinigtes Schleenhain“ (2007)

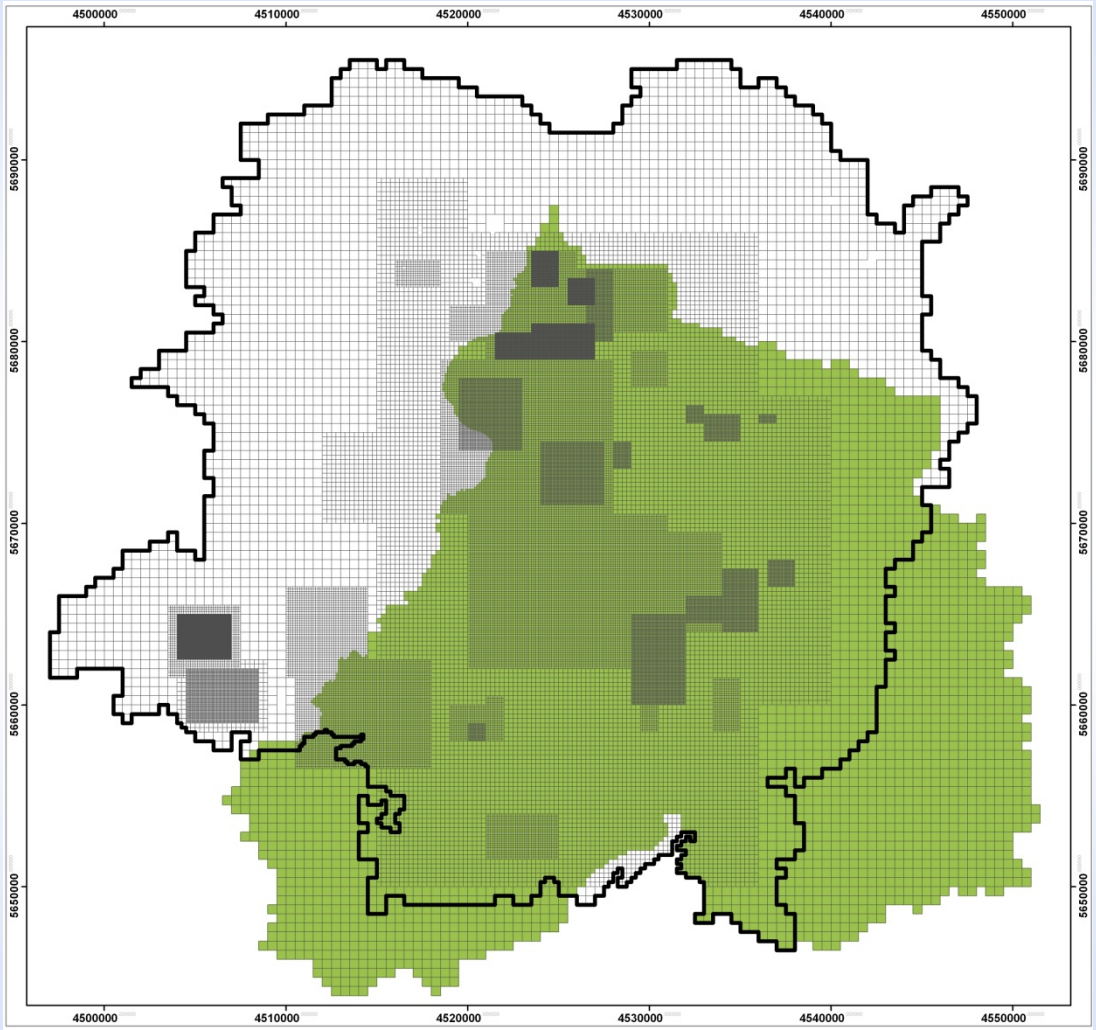
→ Bodenwasserhaushaltsmodell (BWHM) der LMBV mbH für den Sanierungsbereich Westsachsen/Thüringen (2005)



3. MODELLGRUNDLAGEN

Räumliche Diskretisierung

- Untergliederung des Modellgebietes in quadratische Elementarflächen
- Identisch in Grund- und Bodenwasser-haushaltsmodell
- Schwankende Rasterweiten von 500m im Grundraster bis zu 30m in sog. Lupen



4. MODELLGRUNDLAGEN - BODENWASSERHAUSHALT

Verwendete Software: **ArcEGMO**

ArcEGMO© (BAH Berlin) ist ein hydrologisches Modellierungssystem mit verschiedenen Teilmodellen wie:

→ **Bodenwasserhaushaltsmodelle,**

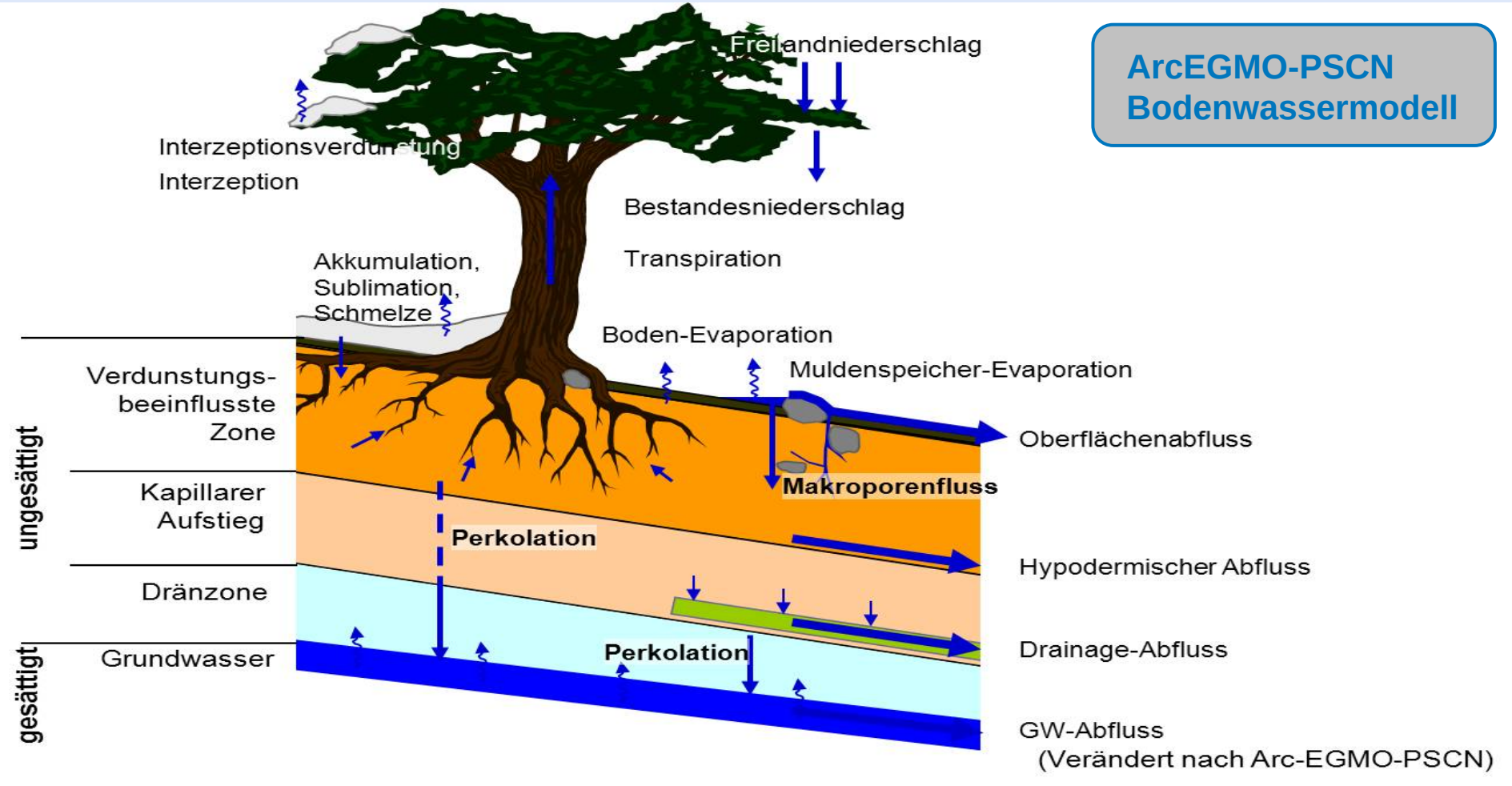
→ Niederschlags-Abfluss-Modelle,

→ Grundwassermodelle,

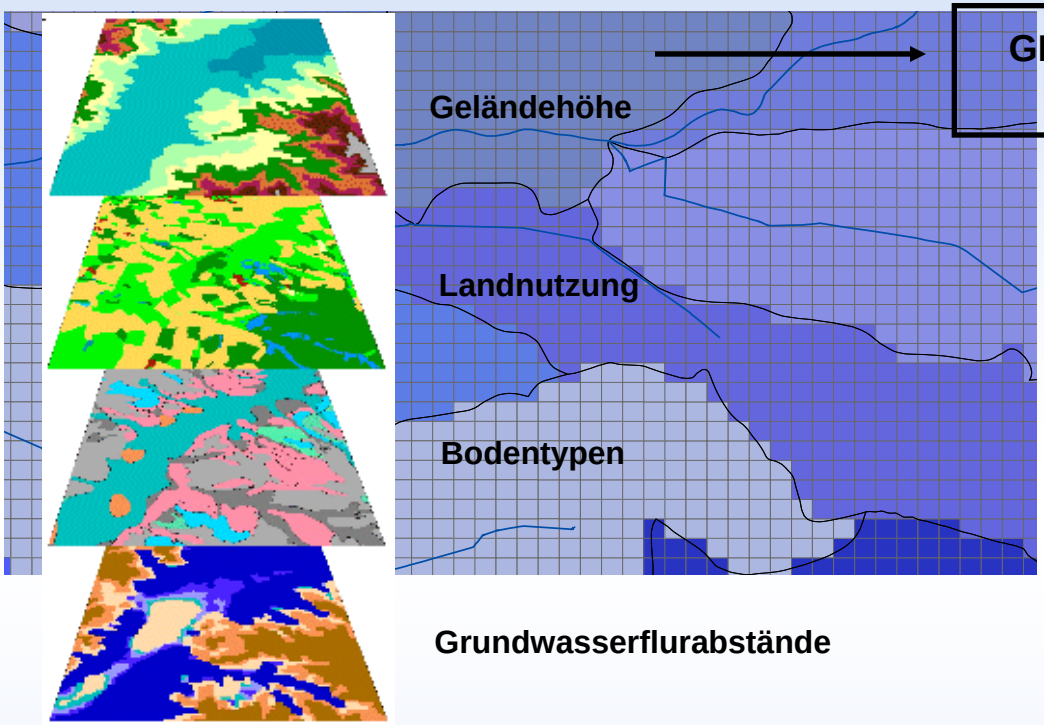
→ Flussgebietsmodelle,

→ Modelle für Pflanzenwachstum u.w.

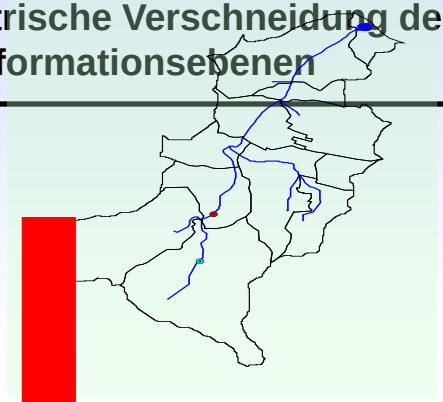
4. MODELLGRUNDLAGEN - BODENWASSERHAUSHALT



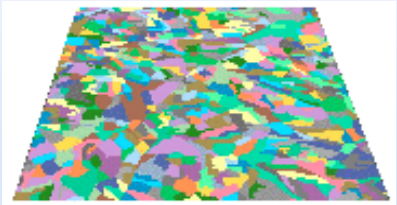
4. MODELLGRUNDLAGEN - BODENWASSERHAUSHALT



GIS-basierte geometrische Verschneidung der einzelnen Informationsebenen



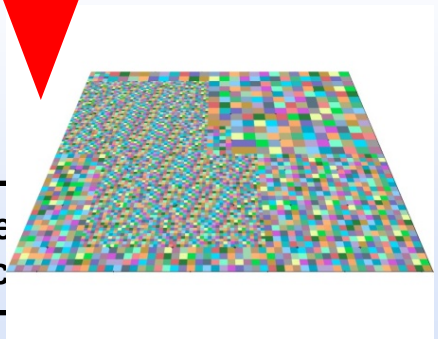
Topologische Verknüpfung mit Fließgewässernetz und oberirdischen Einzugsgebieten



Hydrotope
(1 m² .... 50 km²)

Übertragung auf das Raster des Grundwassermodells

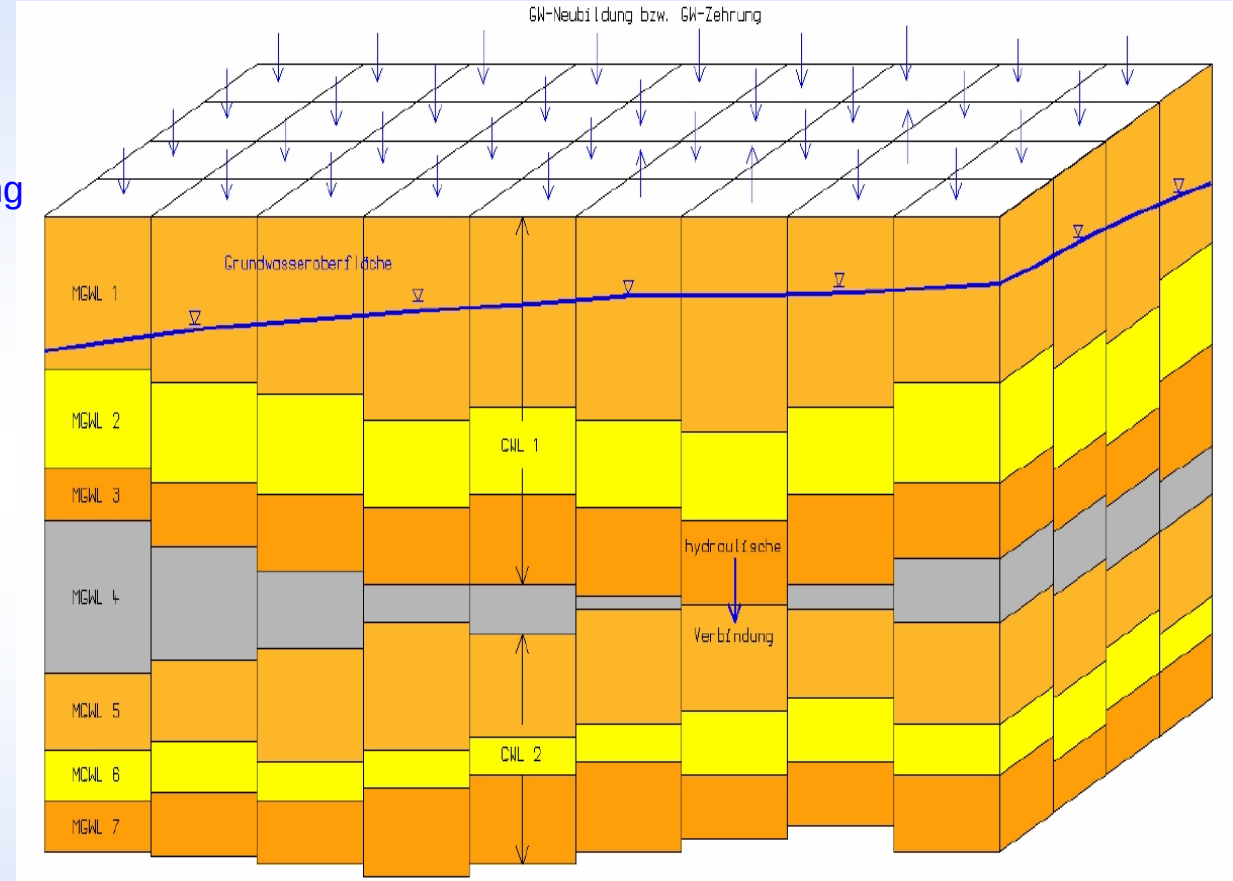
Teilflächen gleiche Eigensc



5. MODELLGRUNDLAGEN - GRUNDWASSERHAUSHALT

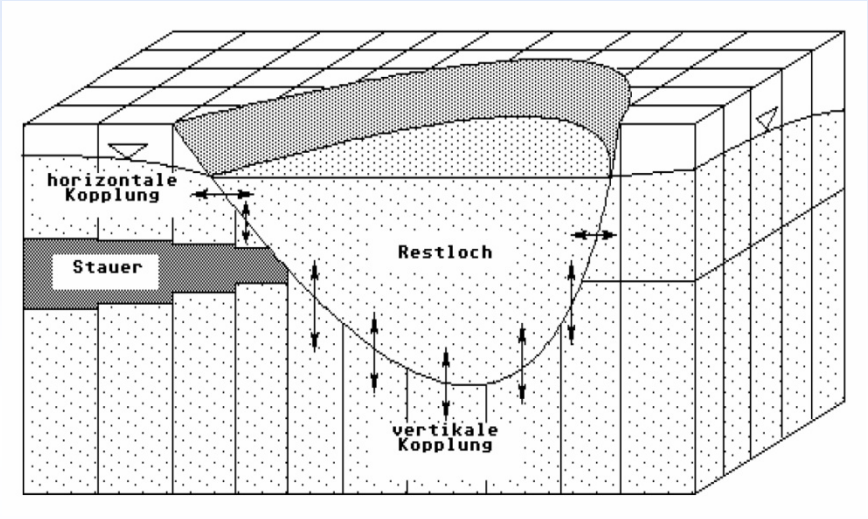
Verwendete Software: PCGEOFIM

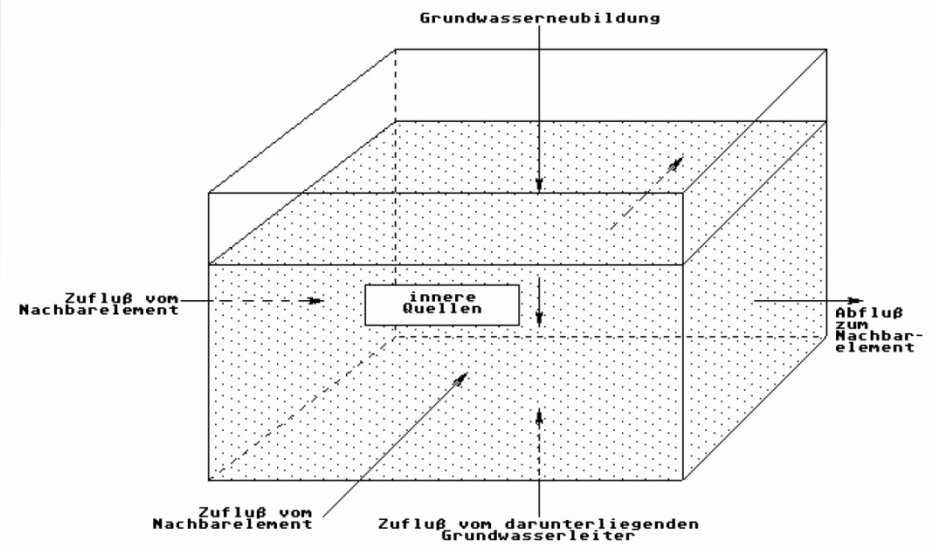
- Berechnung der Grundwasserströmung
- Finite-Volumen-Methode
- Physikalisch begründete Berechnung des Volumenstroms nach Darcy in porösen Medien
- Berücksichtigung verschiedener Arten von Randbedingungen mit dem Schwerpunkt auf Bergbau-Landschaft (Tagebau- und Restlochproblematik)



Diskretisierung des Aquifers in finite Volumina

5. MODELLGRUNDLAGEN - GRUNDWASSERHAUSHALT





- Berücksichtigung zeitlich veränderlicher Randbedingungen (z.B. aufgehender Restsee)
- Restlochbilanzierung mit Berücksichtigung der Aquiferkopplung sowie der tiefenabhängigen Gewässerverdunstung
- Bilanztreue Berechnung der Vorratsänderung in einem Finite-Volumen-Element
- Berücksichtigung der Elementzu- und Abströme (Kontinuitätsbedingung)

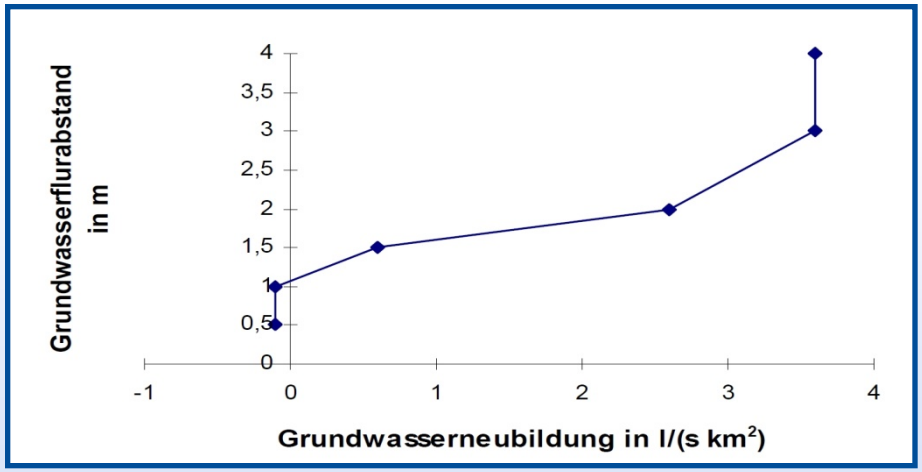
6. MODELLGRUNDLAGEN - GESAMTWASSERHAUSHALT

Anforderungen an gesamtwasserhaushaltliche Betrachtungen:

- Berücksichtigung der Rückkopplung zwischen Oberflächen-, Boden- und Grundwasserdynamik
  →wechselseitige Abhängigkeit der Größen Grundwasserneubildung (GWN) und -flurabstand (GFA)
- Geometrisch kongruente Modelldiskretisierung für den Austausch beider Berechnungsgrößen

1. Vorgabe der mittleren Grundwasserneubildung
- Keinerlei Rückkopplung

2. Vorgabe der flurabstandsabhängigen mittleren raumvariablen Grundwasserneubildung in PCGEOFIM
- Rückkopplung über die Ermittlung des funktionalen Zusammenhangs zw. GWN und GFA
- Geeignet für die Auswertung mittlerer Verhältnisse



→ Über Polygonfunktionen lässt sich für den im Berechnungszeitschritt gegebenen Grundwasserflurabstand die entsprechende GWN ermitteln

→ lineare Interpolation zwischen den Stützstellen

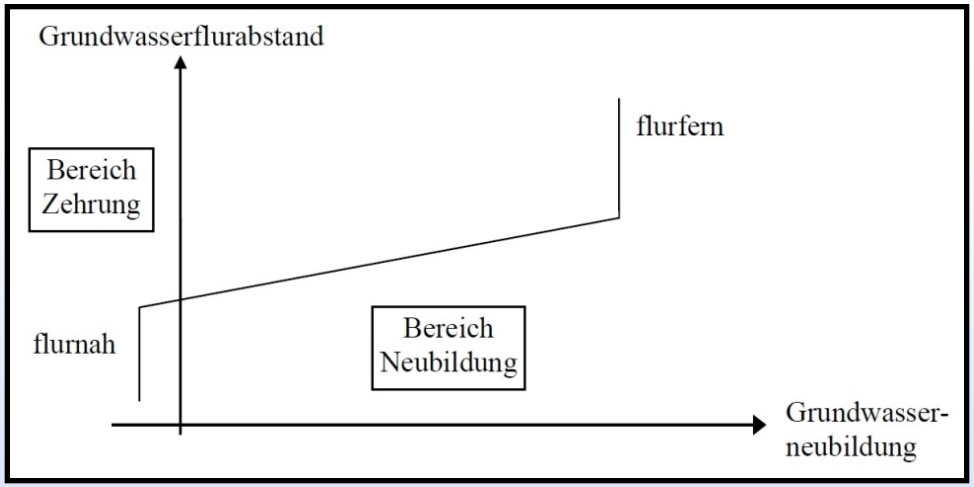
6. MODELLGRUNDLAGEN - GESAMTWASSERHAUSHALT

3. Direkte Kopplung von Boden- und Grundwasserhaushaltsmodell (Stand der Wissenschaft)

- Rückkopplung über wechselseitigen Austausch der Größen GWN und GFA im Tagesschrittmodus
- Erfolgreiche Kopplungen von ArcEGMO und PCGEOFIM im Mitteldeutschen Bergbaurevier
- Sehr hoher technischer, zeitlicher, personeller und finanzieller Aufwand (umfangreiche Modellanpassungen sind erforderlich)

4. Vorgabe der flurabstandsabhängigen raum- sowie zeitvariablen (Monatswerte) Grundwasserneubildung

- Rückkopplung über die Ermittlung eines vereinfachten funktionalen Zusammenhangs zw. GWN und GFA
- Geeignet für die Auswertung des Schwankungsverhaltens
- Berücksichtigung des Waldwachstums in der Grundwasserneubildung
- robustes und praxisbewährtes Verfahren



→ Über Polygonfunktionen lässt sich für den im Berechnungszeitschritt gegebenen Grundwasserflur-abstand die entsprechende GWN ermitteln

→ lineare Interpolation zwischen den Stützstellen

→ **Verwendeter Ansatz für MORO-Projektphase II**

7. Ausblick

Aufzeigen klimatisch bedingter möglicher Entwicklungstendenzen und Schwankungsbreiten:

- Entwicklung der Grundwasserneubildung sowie weiterer Bilanzgrößen
- Darstellung des Schwankungsverhaltens ausgewählter Restseewasserstände
- Entwicklung der Überschusswassermengen
- Klärung der Abflussverhältnisse ausgewählter Fließgewässerabschnitte
- Darstellung von Differenzen im Strömungsbild
- Darstellung des Schwankungsverhaltens des Grundwasserstandes

Ableitung von Handlungsstrategien aus regionalplanerischer Sicht

- Allgemein Auswirkungen auf regionalplanerische Entwicklungsziele
- Überprüfung und Anpassung von Ausweisungen für mögliche Folgenutzungen und Bewirtschaftungsstrategien (Land-, Forstwirtschaft, Bebauung)
- Eingrenzung möglicher Konfliktbereiche für bereits bestehende Nutzungen
- Entwicklung von Anpassungsstrategien für touristische oder ökologische Gewässernutzung

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!