

Methodenentwicklung zur Wasserhaushaltsanalyse und Wasserhaushaltsplanung für die Bergbauregion Ostsachsen

- **Erstellungskonzept für ein Großraummodell der Lausitz** -

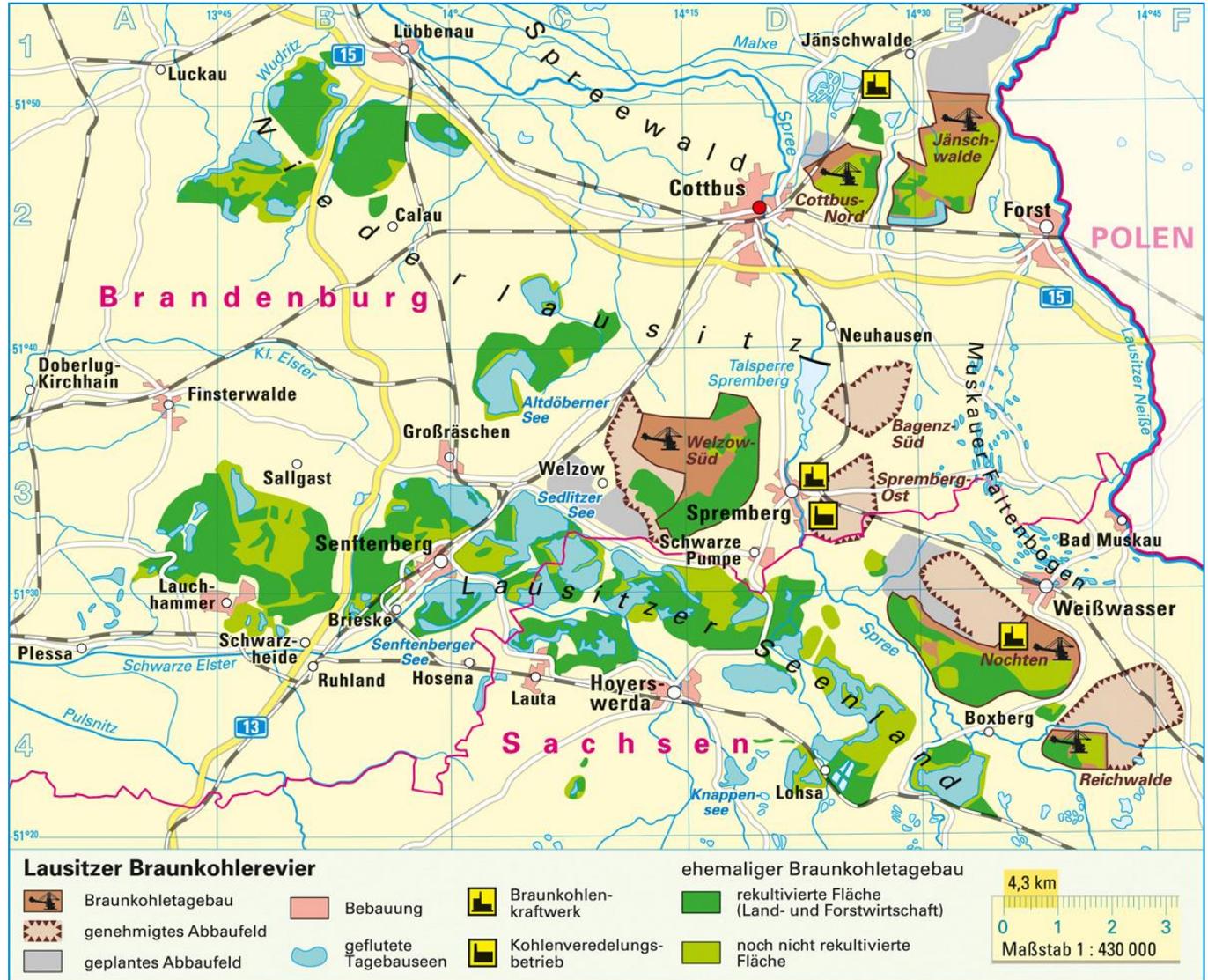
Gliederung des Vortrags

- A) Grundlegendes (Ausgangslage, Zielstellung, Geol. Verhältnisse)
- B) Vorgehen Konzept (Arbeitsprogramm, GR-Modell, Regionalmodell etc.)
- C) Kurzblick auf Ergebnisse Sulfattransport-Modell Südraum Leipzig
- D) Ideen langfristig - zukünftiges GR-Modell Böhmisches Braunkohlebecken
– gemeinsamer tschechisch- deutscher Antrag bei EU nach VITAMIN !?

Gliederung des Vortrags

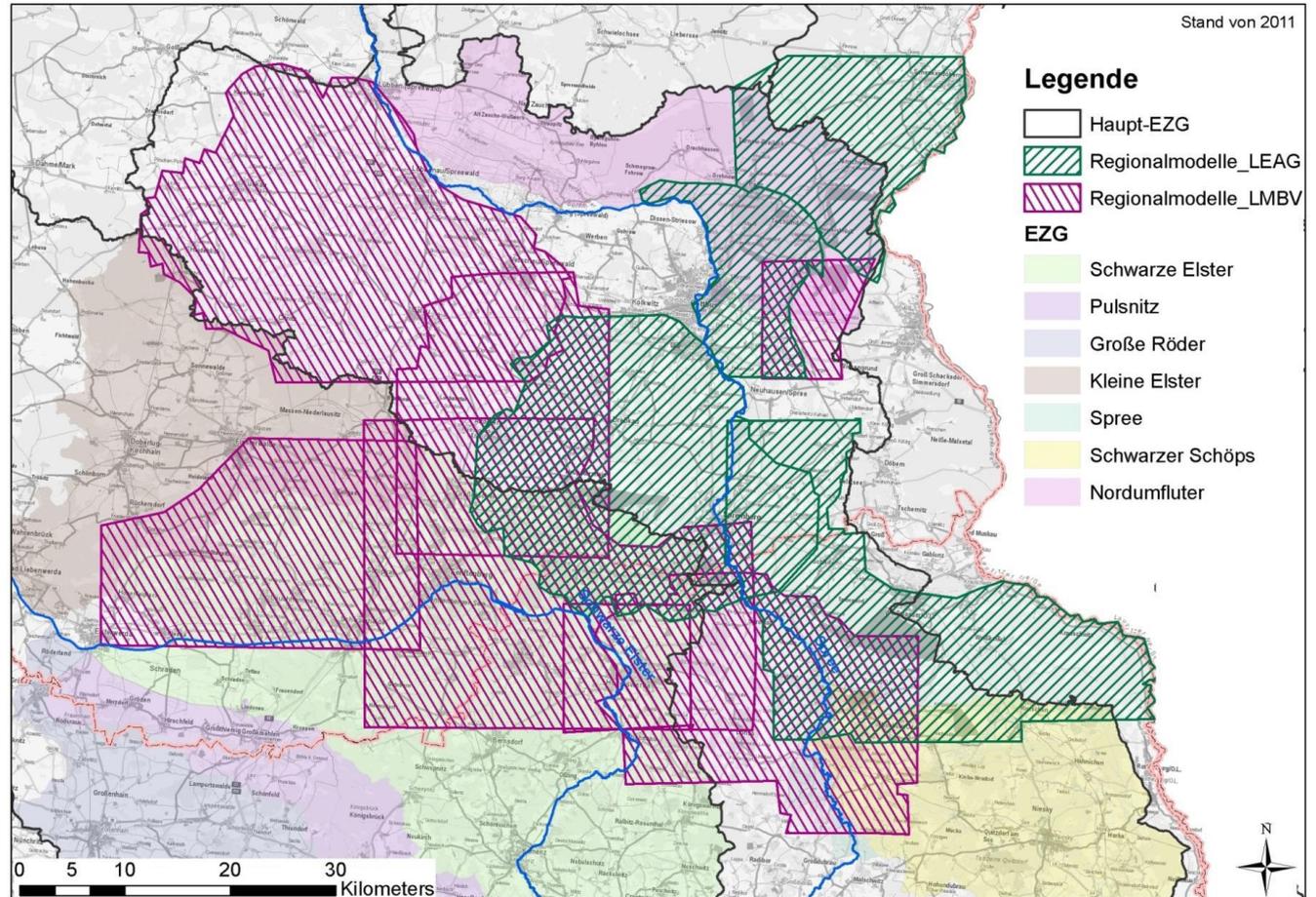
- A) Grundlegendes (Ausgangslage, Zielstellung, Geol. Verhältnisse)**
- B) Vorgehen Konzept (Arbeitsprogramm, GR-Modell, Regionalmodell etc.)
- C) Kurzblick auf Ergebnisse Sulfattransport-Modell Südraum Leipzig
- D) Ideen langfristig - zukünftiges GR-Modell Böhmisches Braunkohlebecken
– gemeinsamer tschechisch- deutscher Antrag bei EU nach VITAMIN !?

Ausgangslage:



Ausgangslage:

11 unterschiedlich differenzierte Hydrogeologische Regionalmodelle mit gegenseitiger **Überlappung** und unterschiedlichem fachlichen Anspruch



Modelle LMBV/ LEAG

Betrieben durch Ing-Büros

LfULG (04/2017)

Übergeordnete Zielstellung:

Der Aufbau eines hydrogeologischen Großraummodells für den Gesamtbereich der bergbaulichen Inanspruchnahme (HGM Lausitz) ist erforderlich, um ...

- 1) die Grundwasserströmungsverhältnisse großräumig erfassen zu können, und auf dieser Basis großräumige Grundwassergüteprognosen für bergbautypische Stoffe berechnen zu können,
- 2) die geeigneten Randbedingungen für Regionalmodelle (IST) und Lupen (SOLL) auf fachlich einheitlicher Grundlage koordiniert festlegen zu können,
- 3) Grundwasserbilanzen zu ermitteln, inklusive der Darstellung von Trocken- und Feuchtperioden,
- 4) Sinnfälligkeit, Verhältnismäßigkeit und Nachhaltigkeit von kurz-, mittel- und langfristig wirkenden Maßnahmen objektiv darzustellen.

Die modellgestützte Darstellung der Eintragspfade von Sulfat und Eisen ist die Grundlage für die Ableitung von abweichenden Zielen für Oberflächenwasser (OW) und Grundwasser (GW) nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Konkrete Zielstellung des Konzeptes:

- A) Entwicklung einer **Methodik zum Aufbau** eines neues **Großraummodell** (**Grundwasserströmung + Stofftransport**)
- B) Ziel/ Prüfung der **Einbindung existierender Regionalmodelle**
- C) **Kopplung** dieses **Grundwasserströmungsmodells mit Oberflächenwasser** – durch Kopplung zu **Bodenwasserhaushalts-Modell**
 - zeitlich und räumlich **differenzierte Bilanzbetrachtung aller Wasserhaushaltsgrößen** und der Grundwasserdynamik
 - somit **Möglichkeit** einer **Abbildung** von Prognoseentwicklungen auf Grundlage von **unterschiedlichen Klimaszenarien**

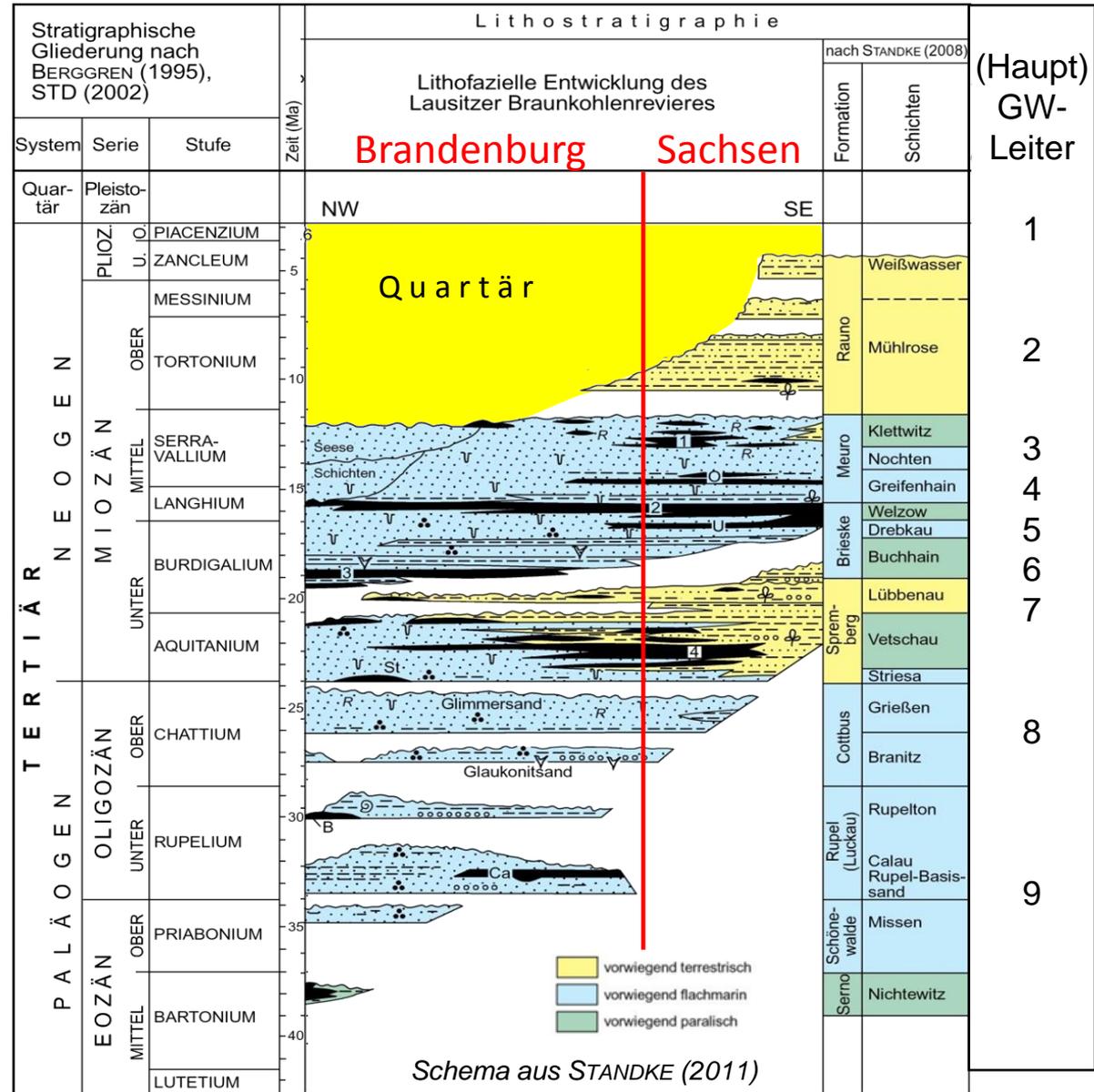
Geologisches Modell

Grundlagen Quartär / Tertiär

Daten Braunkohlenerkundung

Lithofazieskarten LKQ50 / LKT50

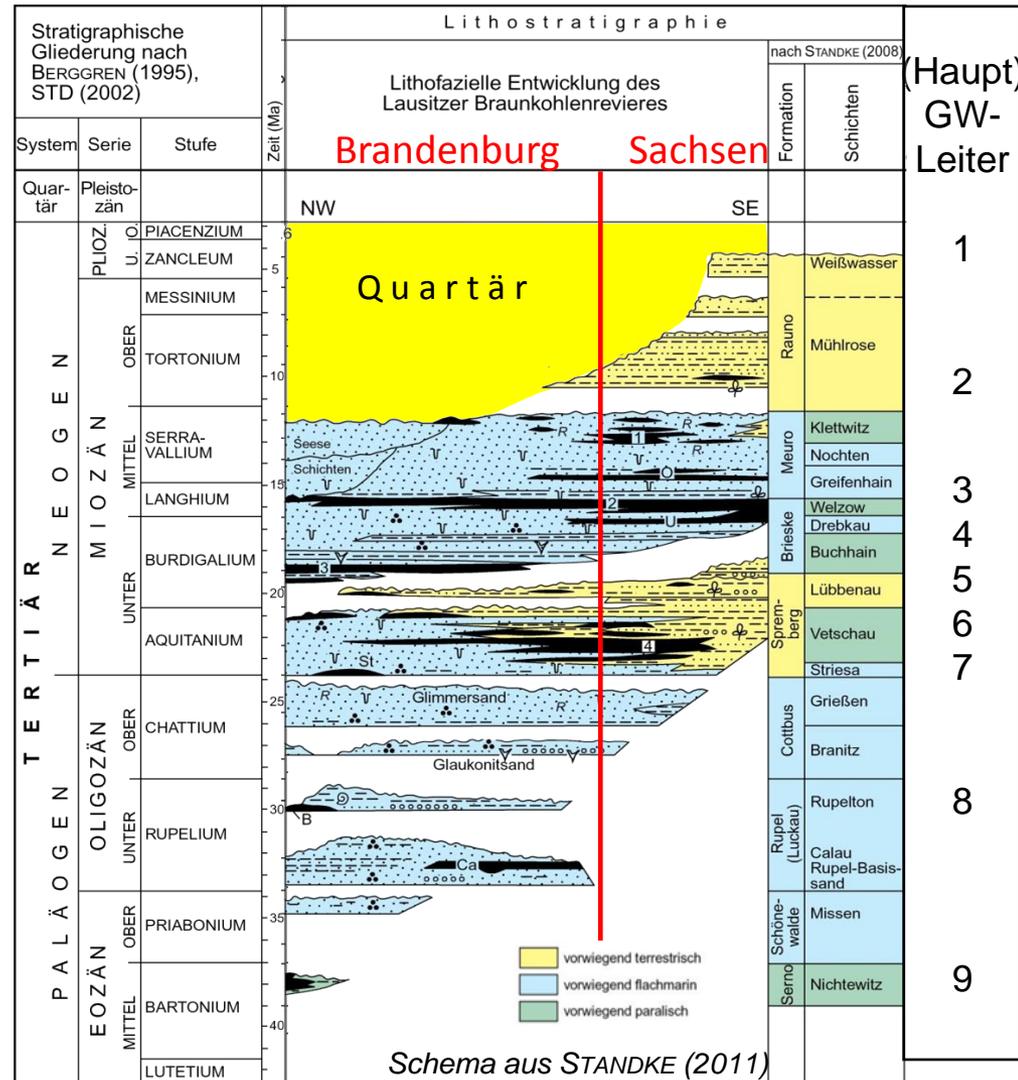
Hydrogeologisches 3D-Modell
 in Sachsen



Geologisches Modell

GRM – auch Stofftransport !

- Nicht nur hydraulische Charakteristik sondern auch wesentliche geochemische Unterschiede
- Denn hydrogeochemisch anderes (Langzeit)Verhalten
- Dabei – geologisch- genetisches Verständnis erster wichtiger Schritt



Gliederung des Vortrags

- A) Grundlegendes (Ausgangslage, Zielstellung, Geol. Verhältnisse)
- B) Vorgehen Konzept (Arbeitsprogramm, GR-Modell, Regionalmodell etc.)**
- C) Kurzblick auf Ergebnisse Sulfattransport-Modell Südraum Leipzig
- D) Ideen langfristig - zukünftiges GR-Modell Böhmisches Braunkohlebecken
– gemeinsamer tschechisch- deutscher Antrag bei EU nach VITAMIN !?

Arbeitspakete + Hauptaspekte		Federführung	Mitarbeit
Nr.	Inhalt		
1	Vergleich / Test von Simulationsmodellen	TUBAF	IBGW / GFI / BAH
2	Abgrenzung Modellgebiet	IBGW	GEOmontan / TUBAF / GFI / BAH
3	Datenanforderung	GEOmontan	IBGW / TUBAF / BAH
4	Diskretisierung und einheitl. Randbedingungen	IBGW	BAH / TUBAF
5	Aufbau hydrogeologisches Strukturmodell	GEOmontan	IBGW / GFI / TUBAF
6	Aufbau Bodenwasserhaushaltsmodell	BAH	IBGW
7	Kopplung Programme BW-Modell und Strömung	IBGW	BAH
8	Modellierung Stofftransport im GW und in Fließgewässern	GFI	BAH / TUBAF / IBGW
9	Kalibr./ Validierung Strömungs- und BW-Modell	IBGW / BAH	TUBAF / GFI
10	Wahl des geeigneten Pilotgebietes	TUBAF	GEOmon. / IBGW / GFI / BAH
11	Testmodellierung	TUBAF	GEOmon. / IBGW / GFI / BAH
12	Bewertung der Ergebnisse im Pilotgebiet	TUBAF	GEOmon. / IBGW / GFI / BAH
13	Betriebskonzept für das Großraummodell, Qualifizierung der Kosten und Zeitskalen	TUBAF	GEOmon. / IBGW / GFI / BAH
Gesamtprojektkoordination		GEOmontan / TUBAF	

Zu testende Simulationsprogramme (1/ 11) – MODFLOW, FEFLOW, PCGEOFIM

Vier abgeleitete Hauptaspekte (HA) in der Projektbearbeitung

HA1 – Konzepterstellung = AP1 – 10

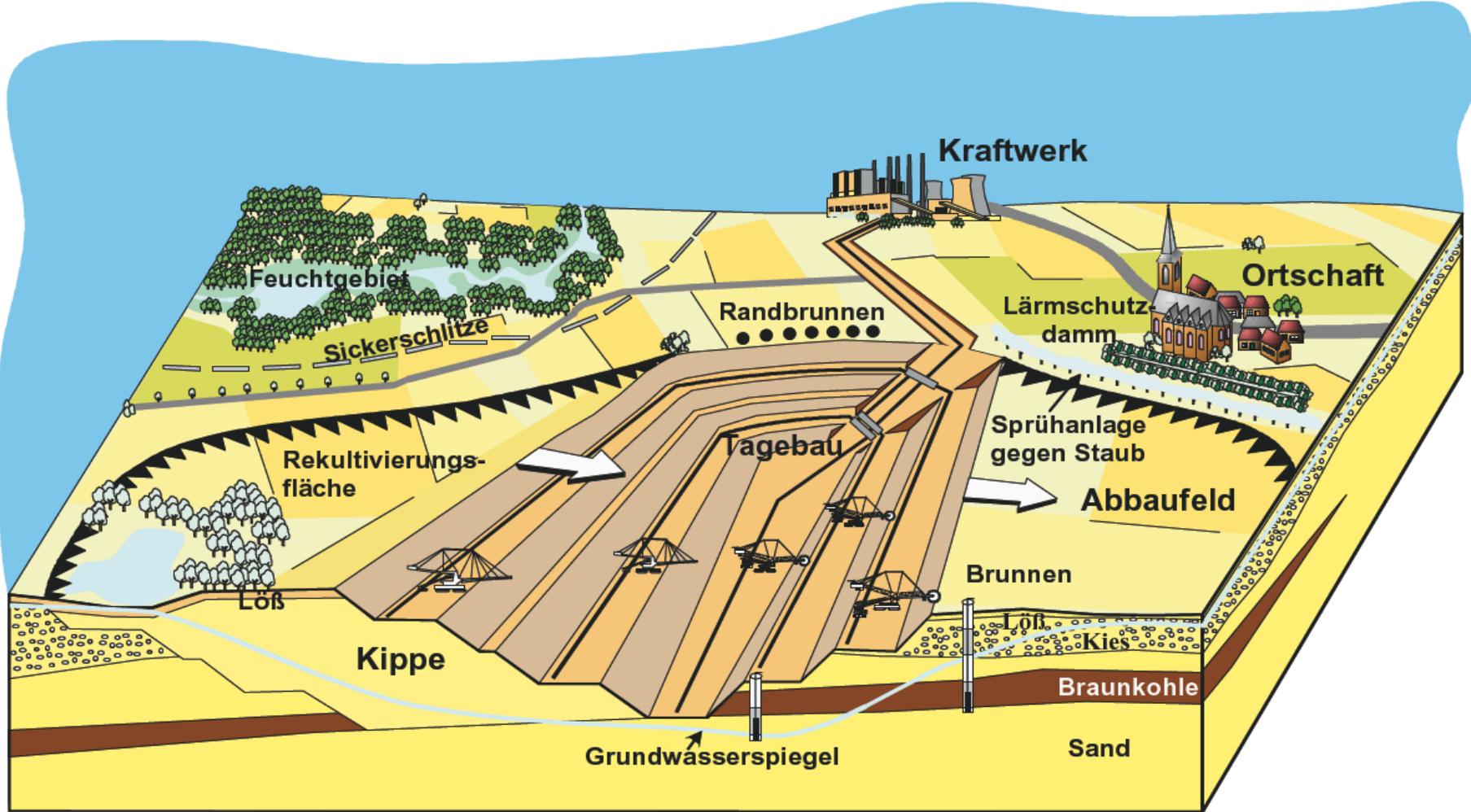
(mit AP 10 – Ausweisung Testgebiet = Übergang zu HA2)

HA2 – Testmodellierung = AP11 / 12

HA3 – GRM-Betrieb/ Aufbau = AP13

HA4 – Projektsteuerung/ -kommunikation/ Abschlussbericht

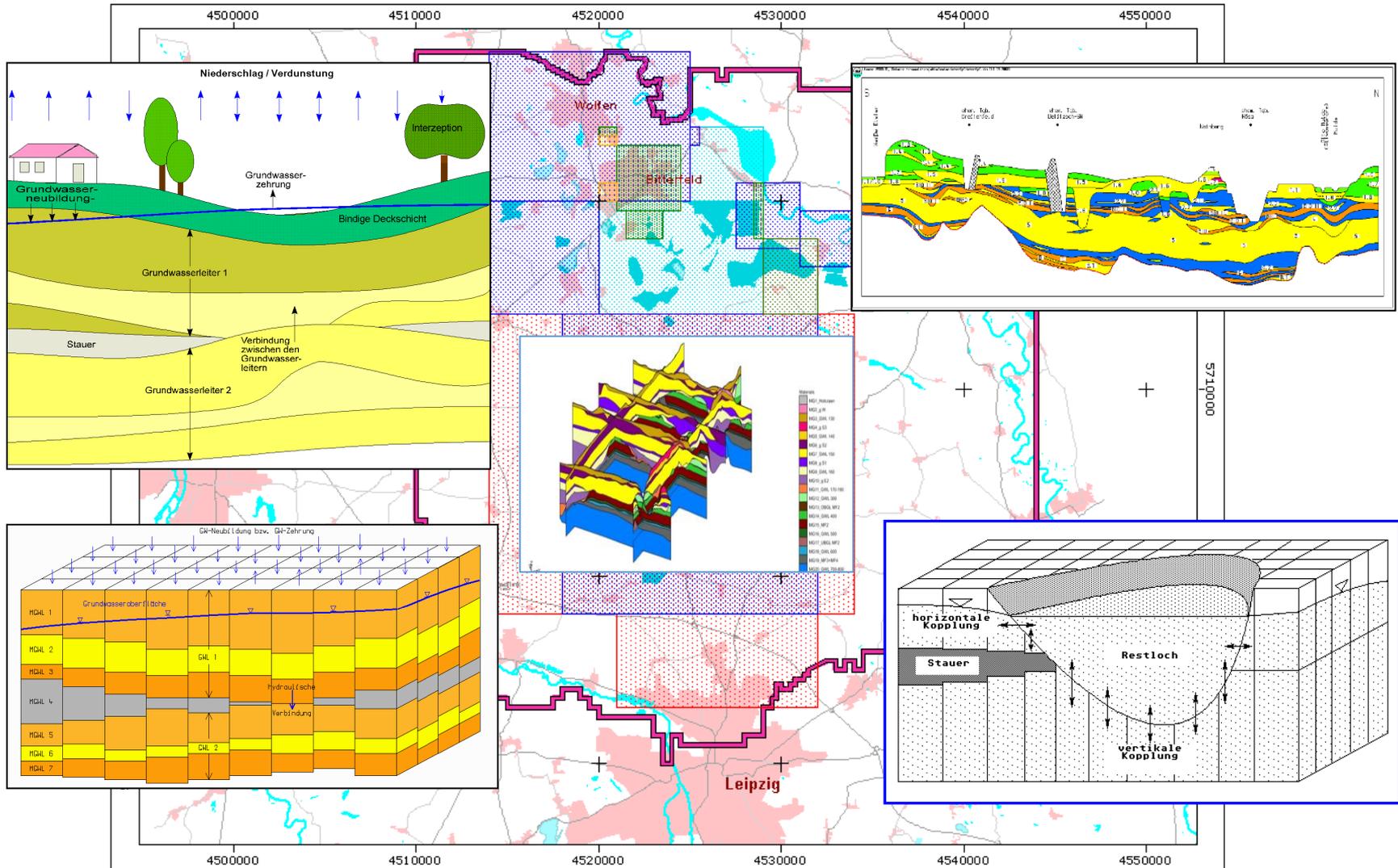
Berechnungsmethodik numerischer GW-Modelle



Abbaugrenze

Bergbautypische, dynamische, innere Randbeding.

Berechnungsmethodik numerischer GW-Modelle



Einbeziehung Regionalmodelle

Einbeziehung der LMBV/ LEAG Regionalmodelle ist klar zielführend

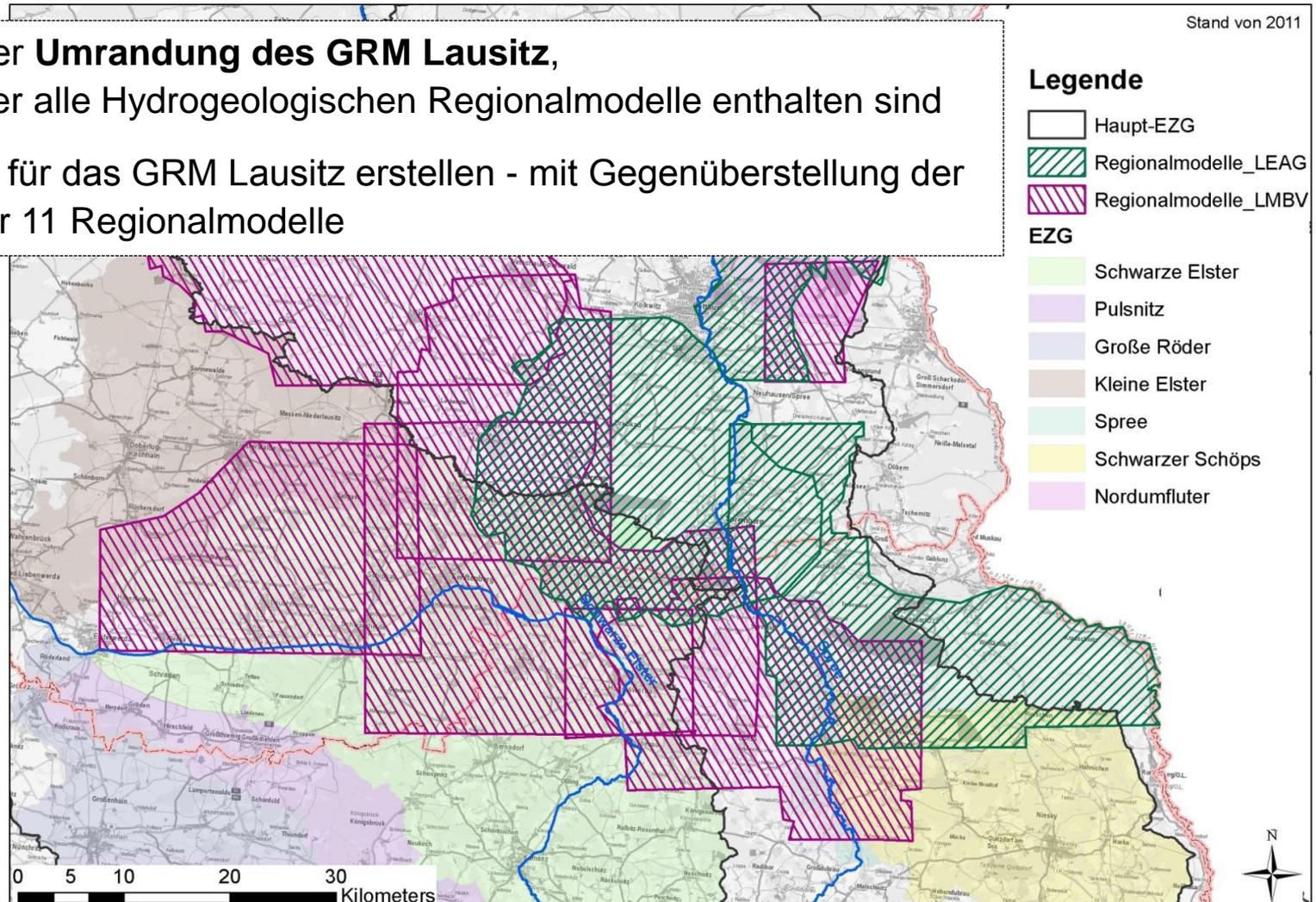
Jedoch müssen diese Mindestanforderungen genügen

– gerade in Bezug auf vertikale Auflösung

- Diese bewertende Analyse ist durchzuführen
- Aspekt der Firmen – Regionalmodelle für Lokalaussagen weiterzuführen ist völlig zu verstehen
- Jedoch oben angesprochene Mindestanforderungen – Eigeninteresse!
- Sowie abgestimmte Randbedingungen (auch verschiedene Szenarien)

Wichtige erste Schritte:

- Festlegung der **Umrandung des GRM Lausitz**, innerhalb derer alle Hydrogeologischen Regionalmodelle enthalten sind
- **Normalprofil** für das GRM Lausitz erstellen - mit Gegenüberstellung der Positionen der 11 Regionalmodelle



LfJULG (04/2017)

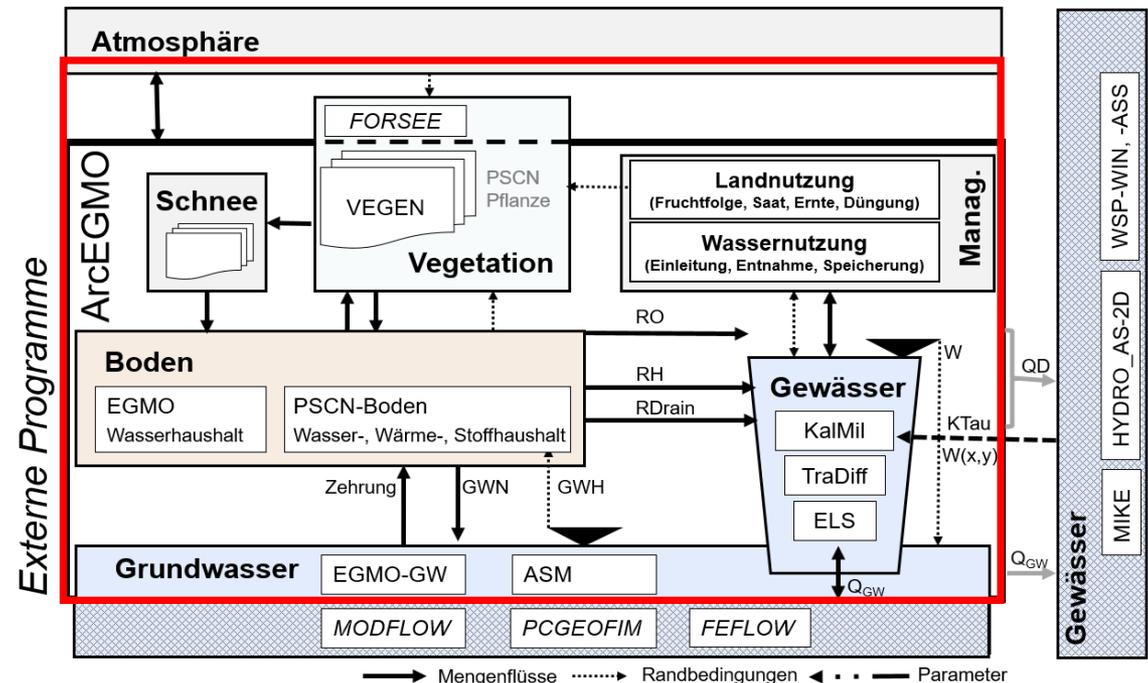
AP 6/7 Ankopplung Bodenwasserhaushaltsmodell zum Grundwasser

Software ArcEGMO für Bodenwasserhaushaltsmodell

Bodenwasserhaushaltsmodell

Basis-Software: ArcEGMO[®] (multiskalig anwendbares Programmsystem für verschiedenste Fragestellungen)

1. Festlegung der geeigneten Module für das Bodenwasserhaushaltsmodell in Abhängigkeit von den verfügbaren Daten, der Zielstellung und dem Maßstabsbereich
2. Betrieb als **Niederschlags/ Abfluß –Modell (alle Abflusskomponenten inkl. Gewässerretention)**



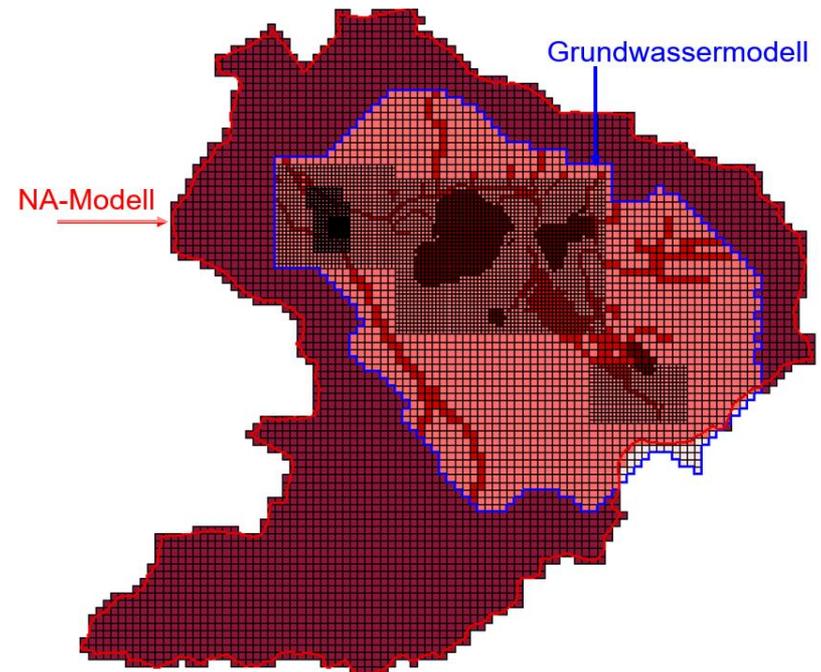
Bodenwasserhaushaltsmodell

Basis-Software: ArcEGMO® (multiskalig anwendbares Programmsystem für verschiedenste Fragestellungen)

1. Festlegung der geeigneten Module für das Bodenwasserhaushaltsmodell in Abhängigkeit von den verfügbaren Daten, der Zielstellung und dem Maßstabsbereich
2. Betrieb als **Niederschlags/ Abfluß –Modell** (alle Abflusskomponenten inkl. Gewässerretention)

Modellgebiet orientiert sich für die Validierung an den oberirdischen Einzugsgebieten der Pegel (komplettes Einzugsgebiet oder bis zum nächsten bergbaulich unbeeinflussten Zuflusspegel)

ArcEGMO kann als Randbedingung die externen Zuflüsse (Gewässerzufluss, GW-Zufluss) ins Modellgebiet des Grundwassermodells liefern.



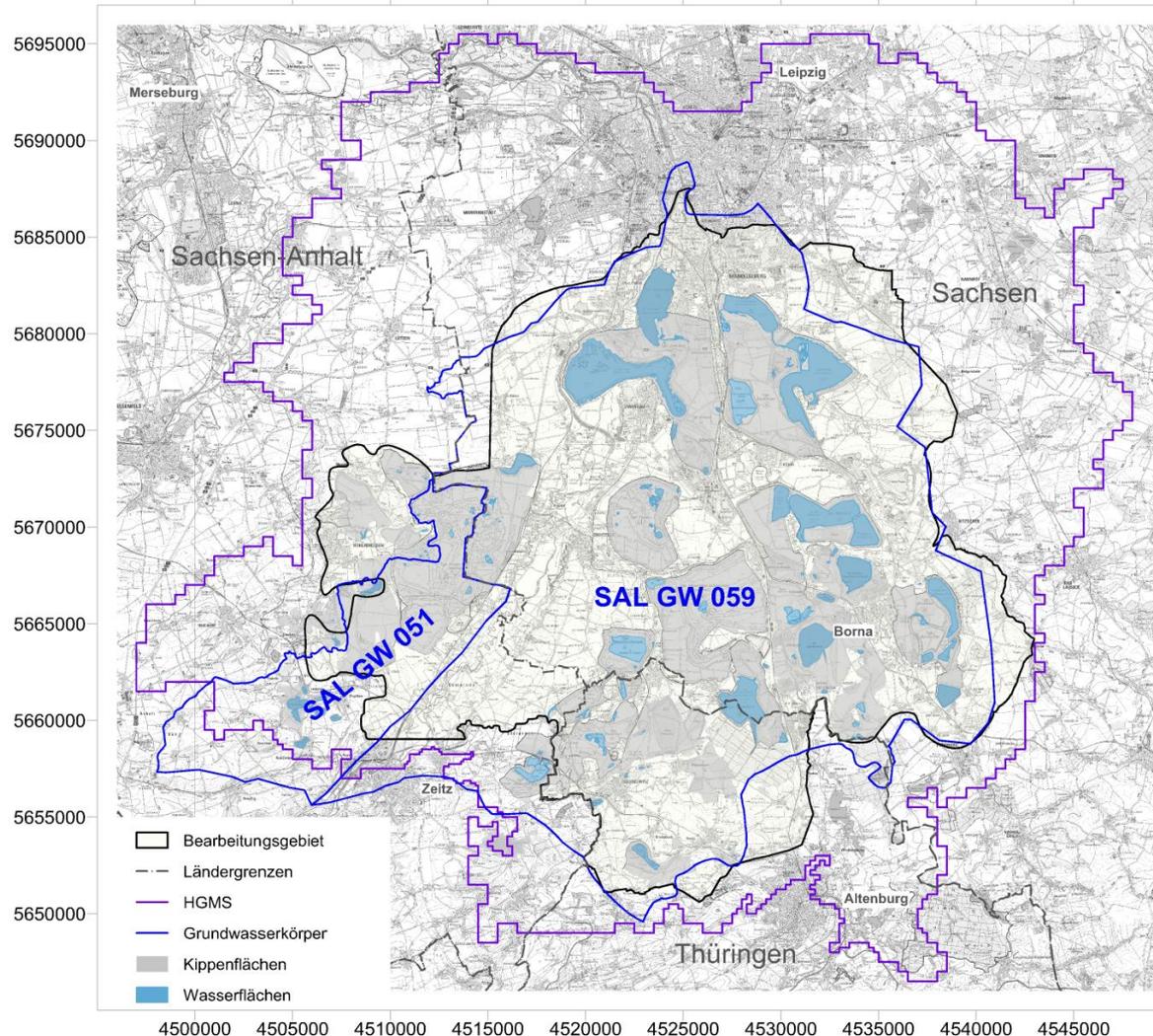
Gliederung des Vortrags

- A) Grundlegendes (Ausgangslage, Zielstellung, Geol. Verhältnisse)
- B) Vorgehen Konzept (Arbeitsprogramm, GR-Modell, Regionalmodell etc.)
- C) Kurzblick auf Ergebnisse Sulfattransport-Modell Südraum Leipzig**
- D) Ideen langfristig - zukünftiges GR-Modell Böhmisches Braunkohlebecken
– gemeinsamer tschechisch- deutscher Antrag bei EU nach VITAMIN !?

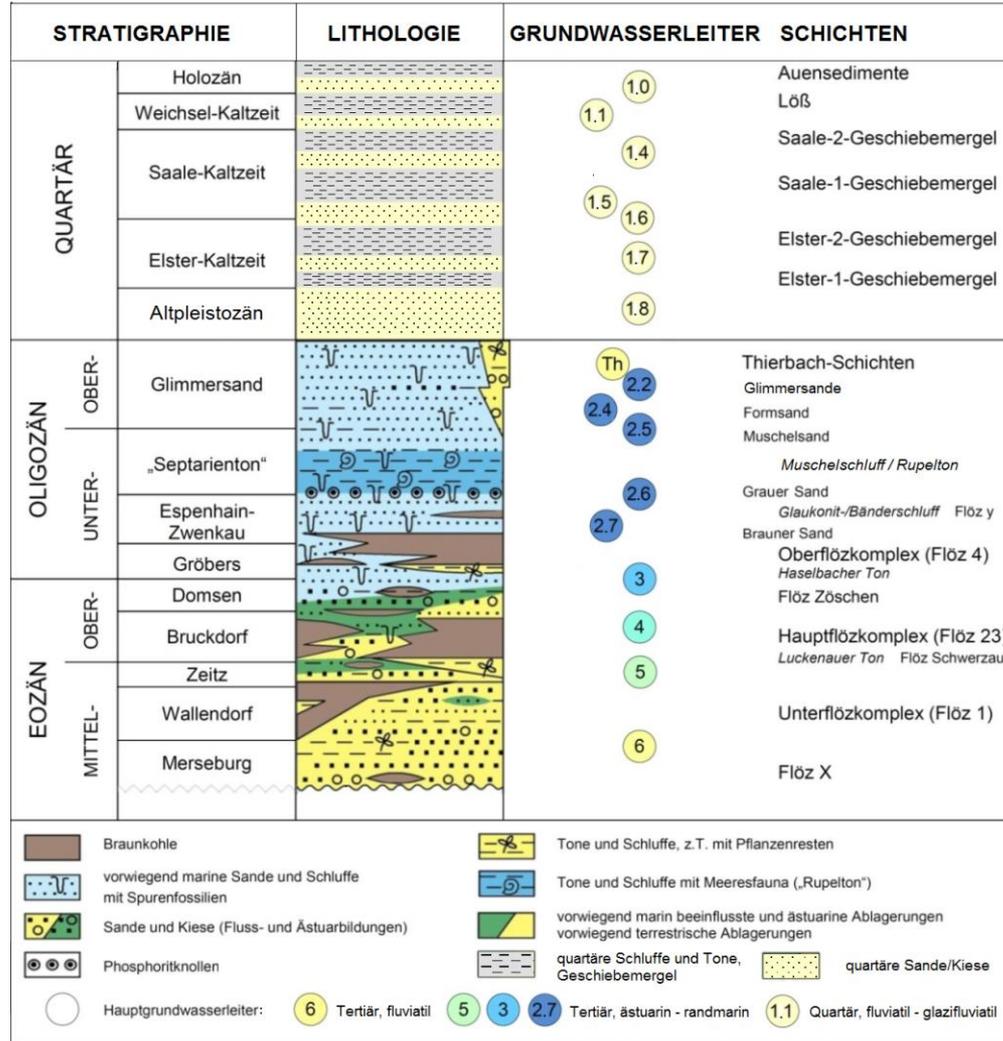
Bearbeitungsgebiet Sulfattransportmodellierung Südraum Leipzig

Fast 40 km * 40 km

Bestehendes
Großraummodell



Hauptergebnisse AP1 – Geologisches Modell



**Umfangreiche Vorkenntnis /
 Vorarbeiten von
 GEOmontan**

**Stratigrafisches Grundver-
 ständnis**

**Basierend auch auf
 Standke et al. [2010]**

Hauptergebnisse AP1 – Verbreitung Auswerteeinheiten

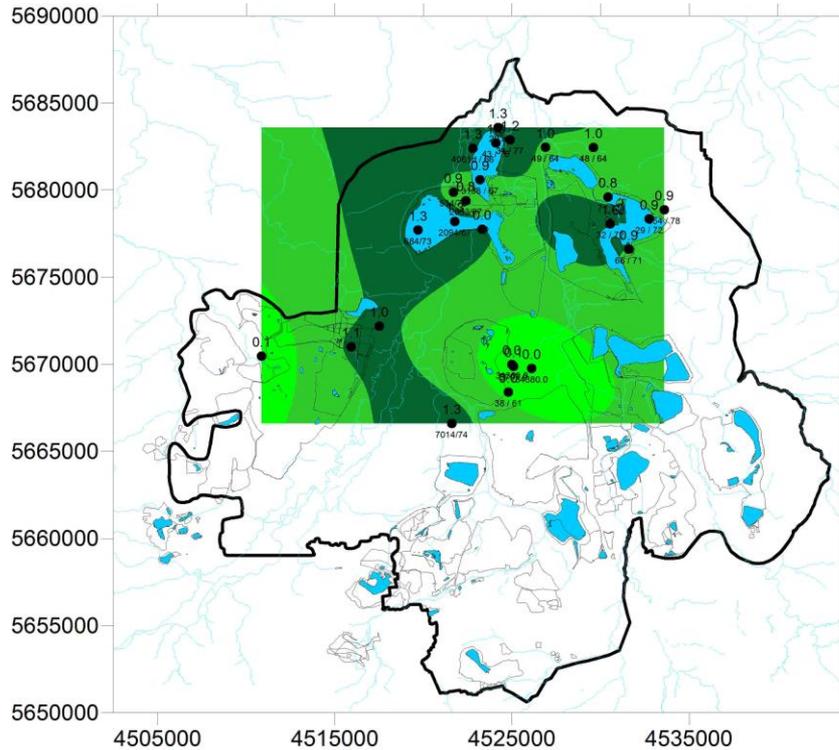
Stratigr. Skala	Auswerteeinheit, Schlüsselnummer	Inhalt	Lithologie [Genese]	Verbreitung im Bearbeitungsgebiet	Generierung Acidität / puffernde Wirkung ¹⁾
QUARTÄR	AE 1, 10000	Rollige Quartärsubstrate (GWL 1.0, 1.1, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7)	Kiese, Sande [Flussterrassen, glazifluviatil]		0 / 0
	AE 2, 20000	Bindige Quartärsubstrate	Auelehme [fluviatil], Löss [bölsch], Geschiebemergel [glazigen, Grundmoräne], Bändertone [(glazi-)limnisch]		0 / +++
	AE 3, 26600	Rollige Quartärsubstrate (GWL 1.8; Altpleistozän)	Terrassenschotter [fluviatil, z. T. mit assimiliertem Tertiär]		0, [(+) bis +] / 0
OBER-	AE 4, 54410	Rollige Thierbacher Schichten	Sande, Kiese [fluviatil, z. T. mit assimiliertem Liegendmaterial]		0, [(+) / 0
	AE 5, 54420	Bindige Thierbacher Schichten	Schluffe [fluviatil]		(+) / 0
OLIGOZÄN	AE 6, 60000	Cottbus-Formation und Böhlen-Formation, oberer Teil (GWL 2.2 (Glimmersande), GWL 2.4)	Glimmersande, Formsande [randmarin]		+ / + bis 0
	AE 7, 61000	Böhlen-Formation, oberer Teil (GWL 2.5 Muschelschluff)	Muschelsande, (Muschelschluff) [randmarin]		+ / +++ bis (+)
	AE 8, 62000	Böhlen-Formation, unterer Teil (GWL 2.6, Flöz Y, Glaukonitschluff, GWL 2.7, Deckton Flöz 4)	schluffige Sande, Glaukonitschluff, (Äquivalent Flöz Y), Deckton Flöz 4 [randmarin]		+++ / 0
UNTER-	Flöz 4-Komplex	Kohle, z. T. mit Zwischenmittel			

¹⁾ Ausprägung der Eigenschaft: 0 ... nicht + ... wenig ++ ... groß +++ ... sehr groß

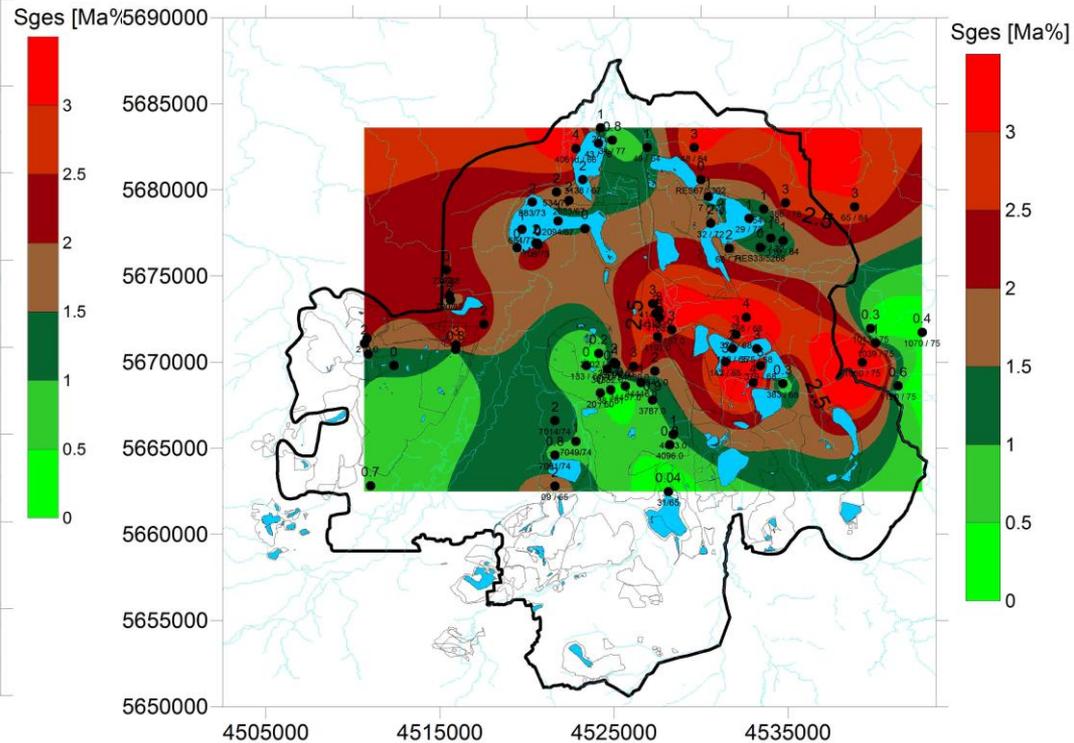
Stratigr. Skala	Auswerteeinheit, Schlüsselnummer	Inhalt	Lithologie [Genese]	Verbreitung im Bearbeitungsgebiet	Generierung Acidität / puffernde Wirkung ¹⁾
OLIGOZÄN	AE 12, 65500	Haselbacher Ton (Liegendton Flöz 4)	Tone, Schluffe [limnische Rückstausedimente]		(+) bis + / 0
	AE 13, 70000	Bindige Substrate zwischen Oberkante Flöz 4 und Unterkante Flöz 23 bzw. 23 U (ohne Haselbacher Ton)	Schluffe, Tone [limnische Rückstausedimente]	überall mehr oder weniger verbreitet; umfasst stratigraphisch unterschiedliche Schichten	(+) bis + / 0
OBER-	AE 9, 66000	Rollige Substrate zwischen Unterkante Flöz 4 und Oberkante Flöz 23 bzw. 23 O (GWL 3_ges)	Fein- bis Grobsande [randmarin, im Wästuarin, im E fluviatil]		+++ , ++ / +
	Flöz 23- Komplex	Kohle, z. T. mit Zwischenmittel			
EOZÄN	AE 10, 71700	Rollige Substrate zwischen Oberkante Flöz 23 bzw. 23 O und Unterkante Flöz 23 bzw. 23 U (GWL 4_ges)	Sande, schluffige Sande [fluviatil und ästuarin]		++ / 0
	AE 11, 73000	Rollige Substrate zwischen Unterkante Flöz 23 bzw. 23 U und Oberkante Flöz 1 (GWL 5_ges)	Sande [limnisch-fluviatil mit ästuarinen Anteilen]		+ / 0
	AE 14, 74000	Bindige Substrate zwischen Oberkante Flöz 23 bzw. 23 U und Unterkante Flöz 1	Schluffe, Tone [limnische Rückstausedimente]	überall mehr oder weniger verbreitet; umfasst stratigraphisch unterschiedliche Schichten	(+) bis + / 0
MITTEL-	Flöz 1- Komplex (inkl. Liegendton Flöz 1)	Kohle, z. T. mit Zwischenmittel			
	AE 15, 75600	Rollige Substrate unter Flöz 1 (GWL 6_ges)	Kiese, Sande [fluviatil]		0 bis (+) / 0

quartäre und tertiäre Grundwasserleiter quartäre und tertiäre bindige Schichten Braunkohlenflöze

Ergebnisse für zwei tertiäre AE - Schwefel



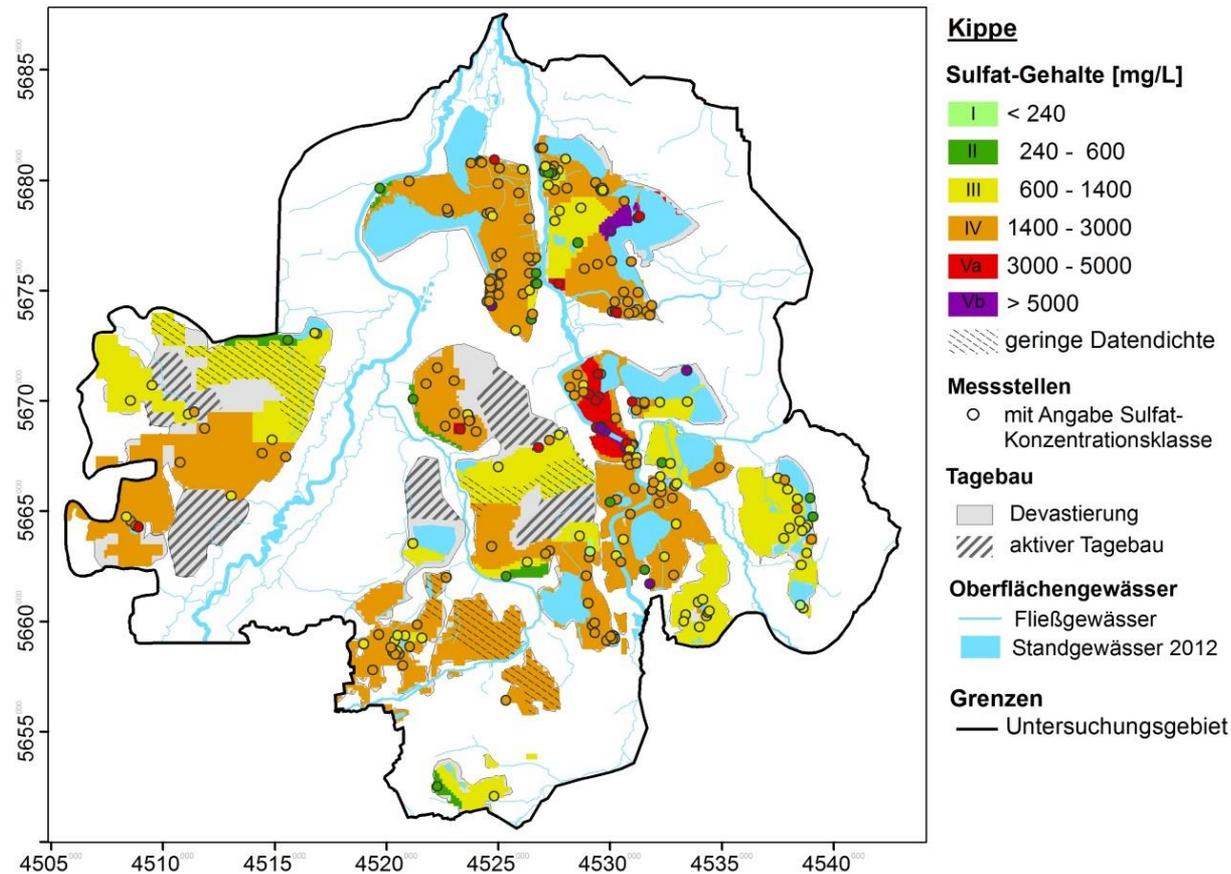
**AE 7 – oberer Teil Böhlenformation
(Muschelsand, -schluff)**



**AE 8 – unterer Teil Böhlenformation
(Braune, Graubraune Sande)**

Unterschiede – klarer faziell, paläogeographischer Zusammenhang (marin, brackisch)

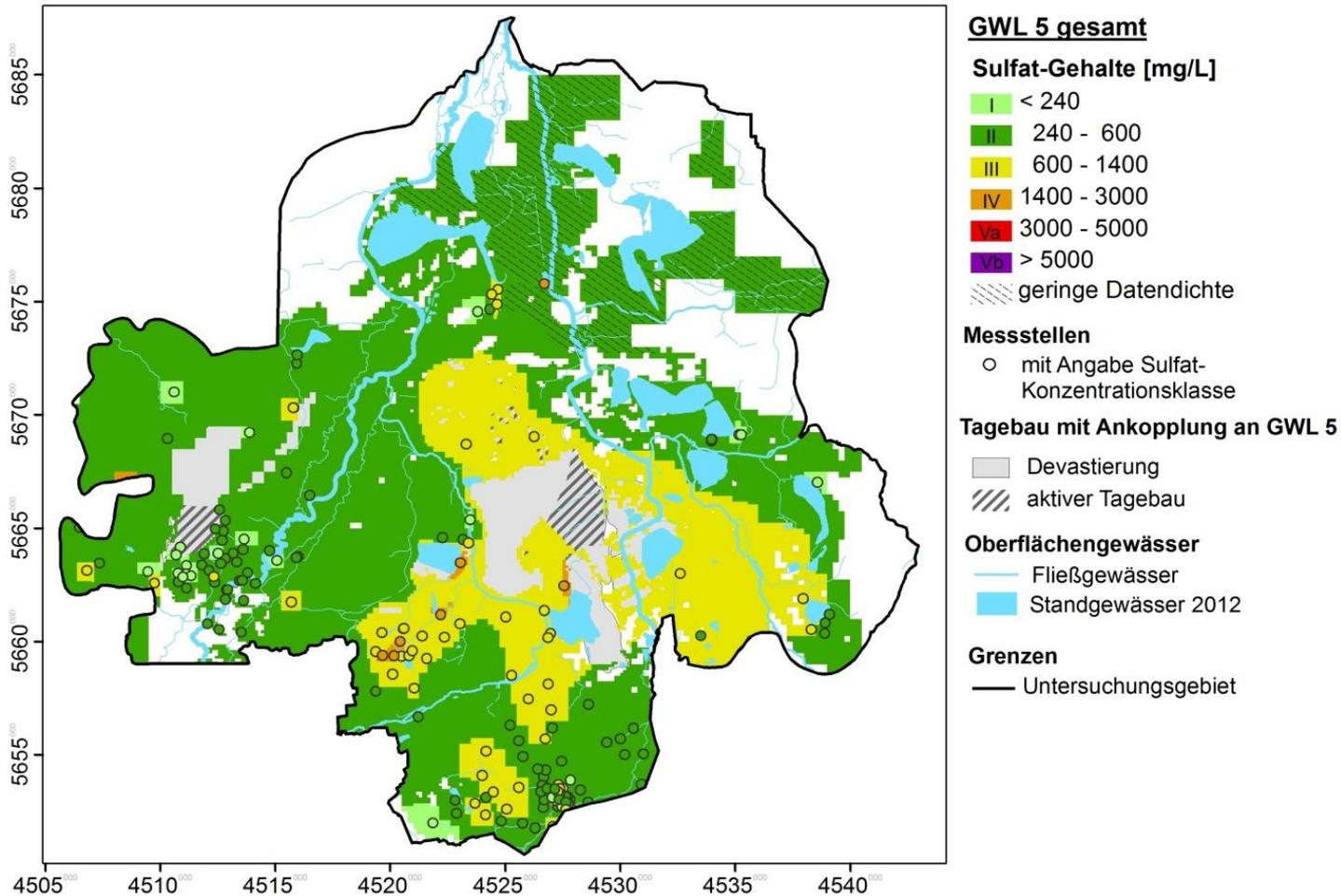
IST-Zustand gelöste Sulfatgehalte - Kippen



Großteil über 1400 mg/l – im Gipsgleichgewicht

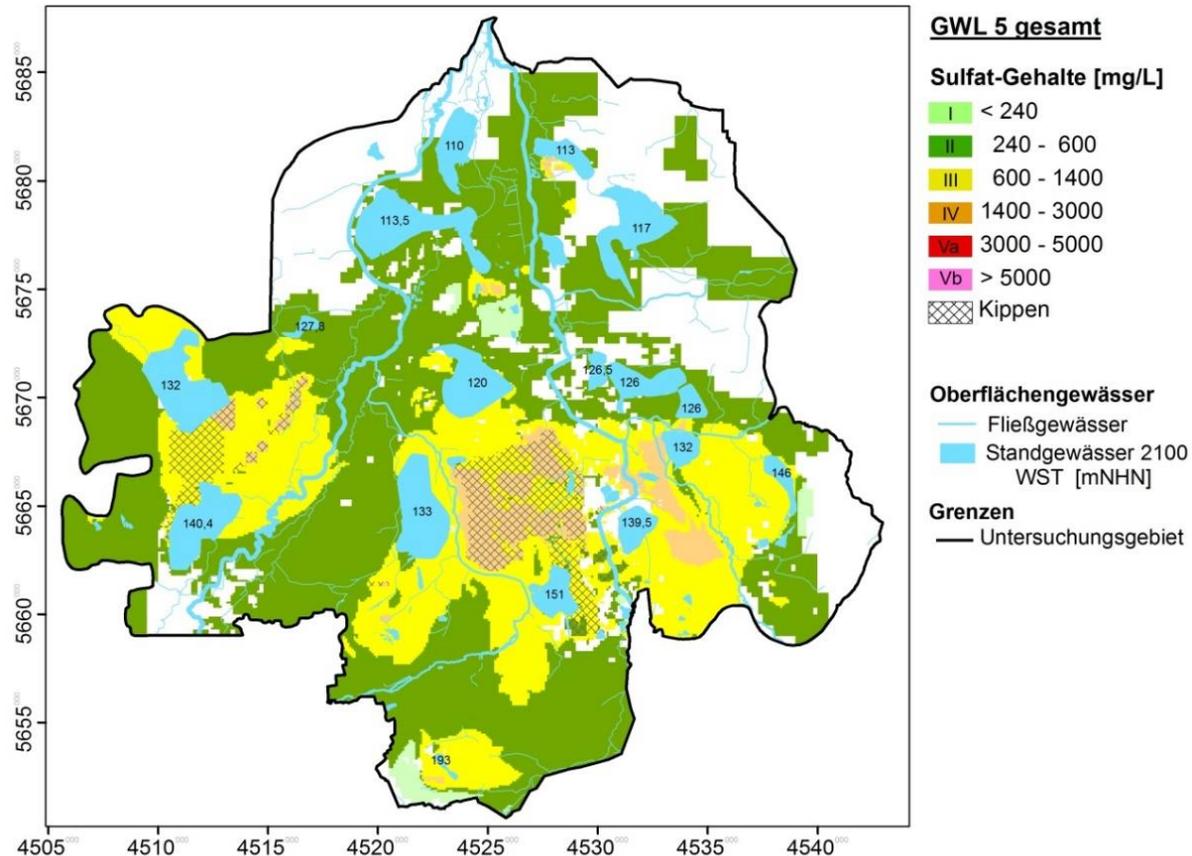
Hauptproblemzonen Witznitz, Ostteil Espenhain (siehe Vorfelddbilanz)

IST-Zustand gelöste Sulfatgehalte – GWL 5



Erhöhte Gehalte in diesem tiefen GWL im südlichen „Altteil“

Prognose 2100 - gelöste Sulfatgehalte – GWL 5

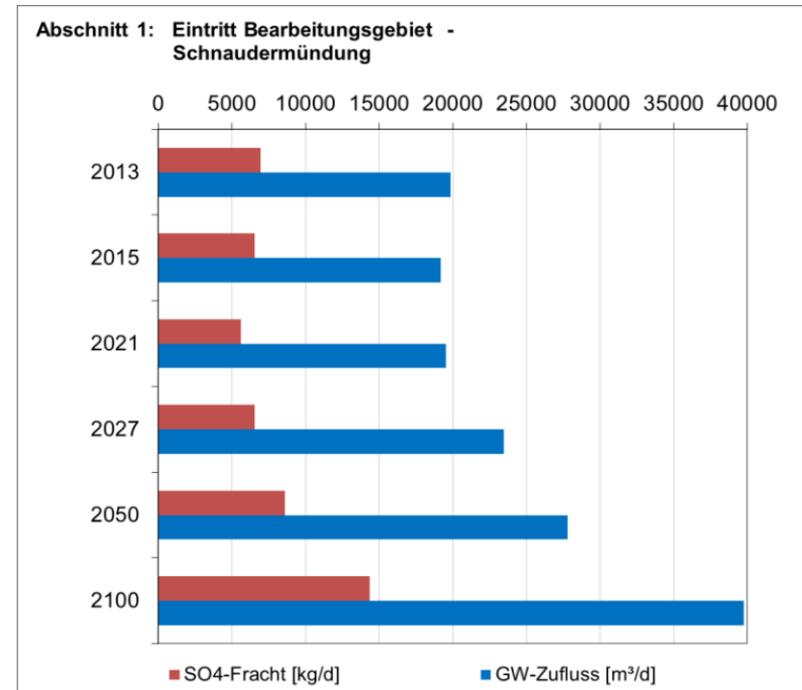
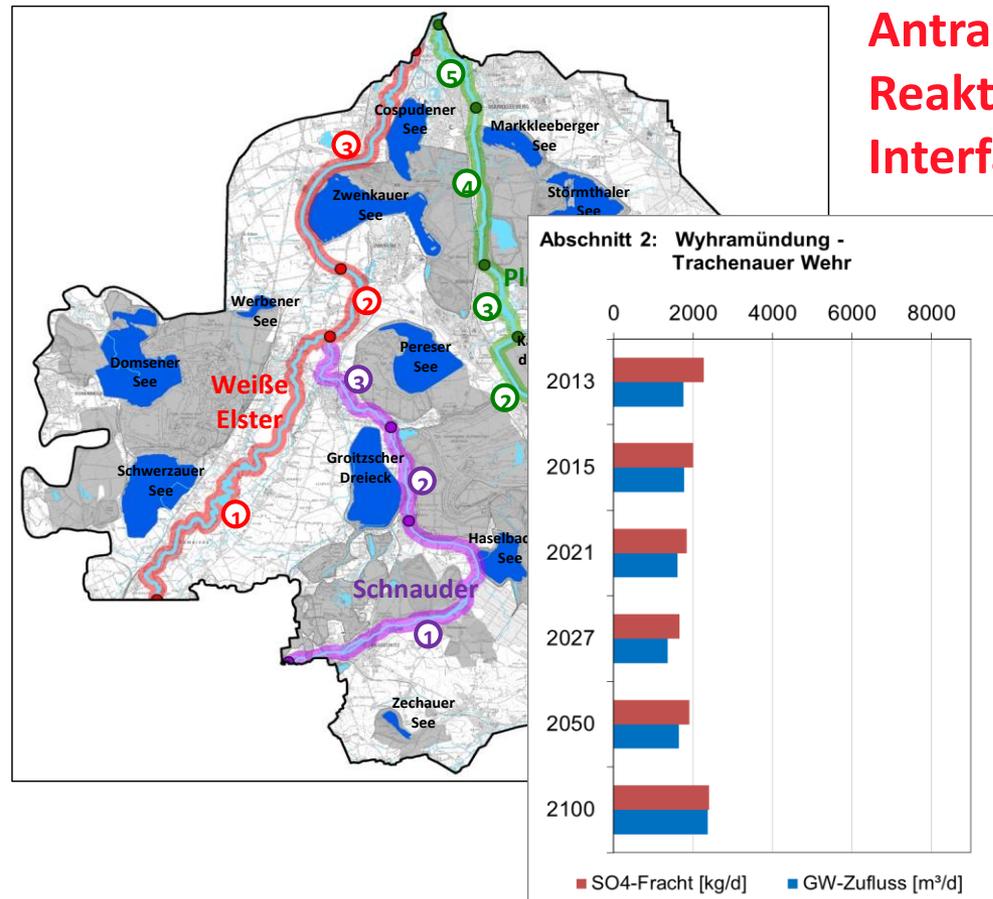


Darstellung GWL 5 und Kippen

Tieferer GWL umfassender überprägt – keine „Verdünnung“ durch GWN

Hauptergebnisse GW-Sulfatfrachten zu Flüssen

**Antransportierte Frachten im GW ! –
 Reaktions-/ Lokalverwitterungszonen am
 Interface nicht berücksichtigt !**



**Beispielhaftes Ergebnis für Fließgewässer-Abschnitte
 (links Pleiße, rechts Weiße Elster)**

Gliederung des Vortrags

- A) Grundlegendes (Ausgangslage, Zielstellung, Geol. Verhältnisse)
- B) Vorgehen Konzept (Arbeitsprogramm, GR-Modell, Regionalmodell etc.)
- C) Kurzblick auf Ergebnisse Sulfattransport-Modell Südraum Leipzig
- D) Ideen langfristig - zukünftiges GR-Modell Böhmisches Braunkohlebecken
– gemeinsamer tschechisch- deutscher Antrag bei EU nach VITAMIN !?**

Angebot Erfahrungen auf dt. Seite zu nutzen

Erfahrungen aus bestehenden Großraum-Modellen

Genauere Charakterisierung – hydrogeochemische Verhältnisse

(TUBAF + Partner)

⇒ **Gemeinsame Zusammenarbeit an einem Thema**

Paläogeographisches Verständnis – erster Schritt für Übertragungen

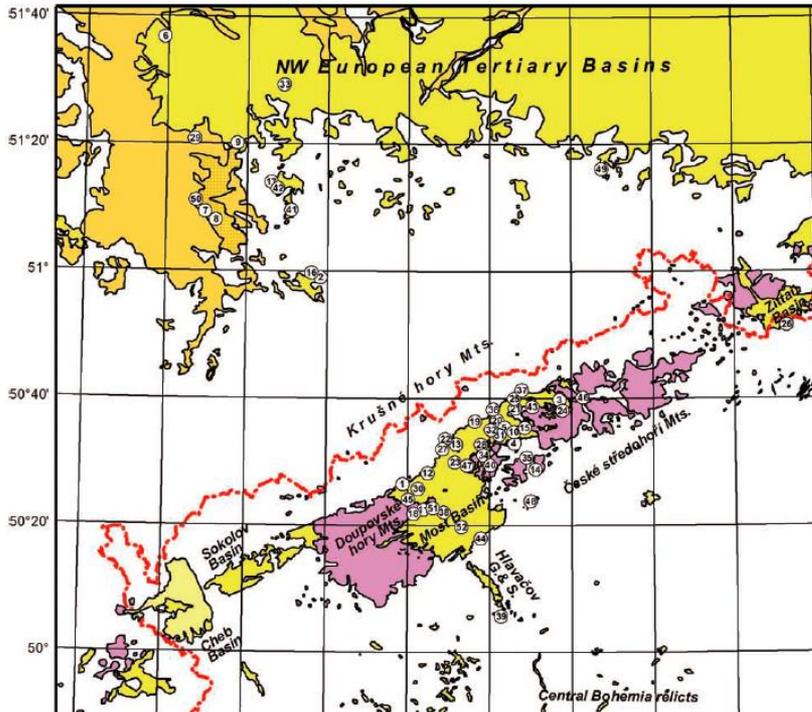
⇒ **Siehe Folien – Mach, ... & Standke (2014)**

Frühere Zusammenarbeit/ Erfahrungen – tschech.- dt. Geol. Karte

⇒ **Vladimir Zoubek, Vladimir Skvor, N. Krutsky**

Paläogene und Neogene Lagerstätten – Böhmen und Sachsen

An evaluation of palaeogeography and palaeoecology in the Most Basin (Czech Republic) 15



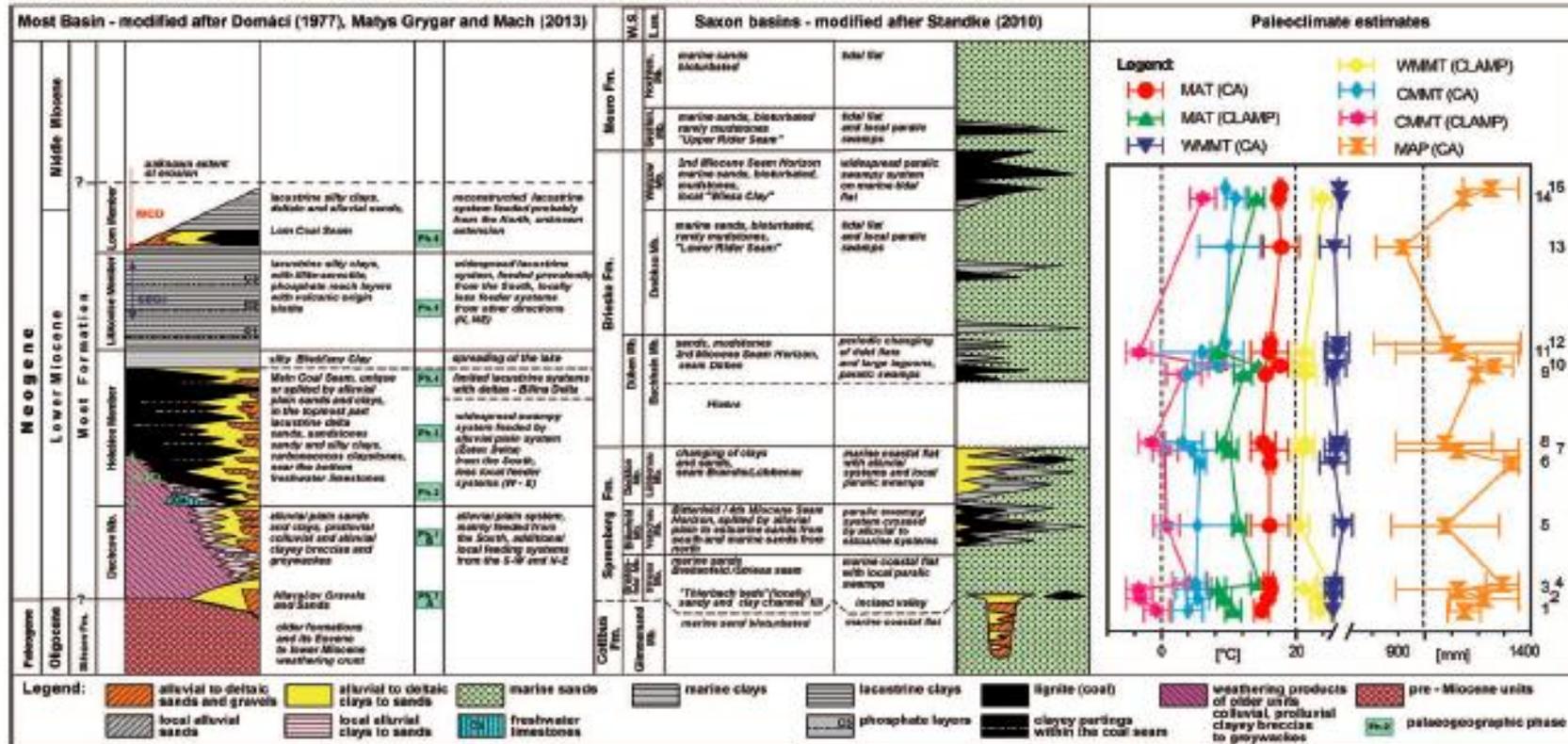
aus K. Mach, V. Teodoridis, ... & G. Standke (2014)

Explanations:

- Pliocene
- Miocene
- Thierbach beds
- Paleogene
- Paleogene volcanics

Stratigraphie und Korrelation – Moster Becken und sächs. Tertiär

Stratigraphy of the Most Basin sedimentary fill, its relations to Saxon units and related paleoclimate estimates



aus K.Mach, V.Teodoridis, ...& G.Standke (2014)

Idee dieser Zusammenarbeit – VITAMIN II – EU Antrag !?

Indem tschech. und dt. Arbeiten aus VITAMIN I zusammenfließen ...



Mit freundlichem Glück auf!