

Grundwasser als „vernachlässigter“ Teil des Wasserkreislaufes?



Dipl.-Hydrol. Dr. Ulrike Haferkorn

Staatliche Betriebsgesellschaft für
Umwelt und Landwirtschaft

Radebeul/Brandis

ulrike.haferkorn@smul.sachsen.de

+49 32292-824-12



Dipl.-Hydrol. Karin Kuhn

Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

Dresden

Karin.kuhn@smul.sachsen.de

+49 351- 8928-4400

Gliederung

- (1) Zustand des sächsischen Grundwassers am Beispiel
→ **Problem der Bergbaugebiete**
→ **Nitratbelastung infolge landwirtschaftlicher Bewirtschaftung**
- (2) Arbeitsrichtung in Sachsen → **Messen, Modellieren, Verstehen der Prozesse, Beratung der Landwirte**
- (3) Warum bewirken derzeitige Bewirtschaftungsmaßnahmen keine generelle Trendwende bei der Nitratbelastung des Grundwassers?
(**Düngeverordnung, Langzeitwirkung, hydrologische Einflüsse, Landnutzungsänderung ...**)
- (4) „Realistische“ **Zukunftsperspektiven** mit Blick auf die Ziele der WRRL
→ **politischer Wille**, wirtschaftliche Zwänge, Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen, teilweise fehlendes „Umweltbewußtsein“ ?

Blick auf die sächsische Topographie



(1) Zustand der sächsischen Grundwasserkörper

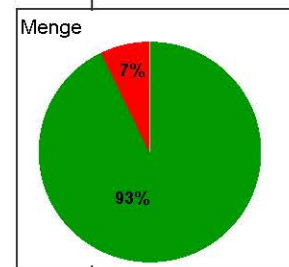
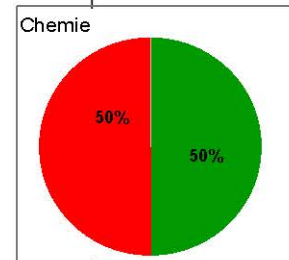
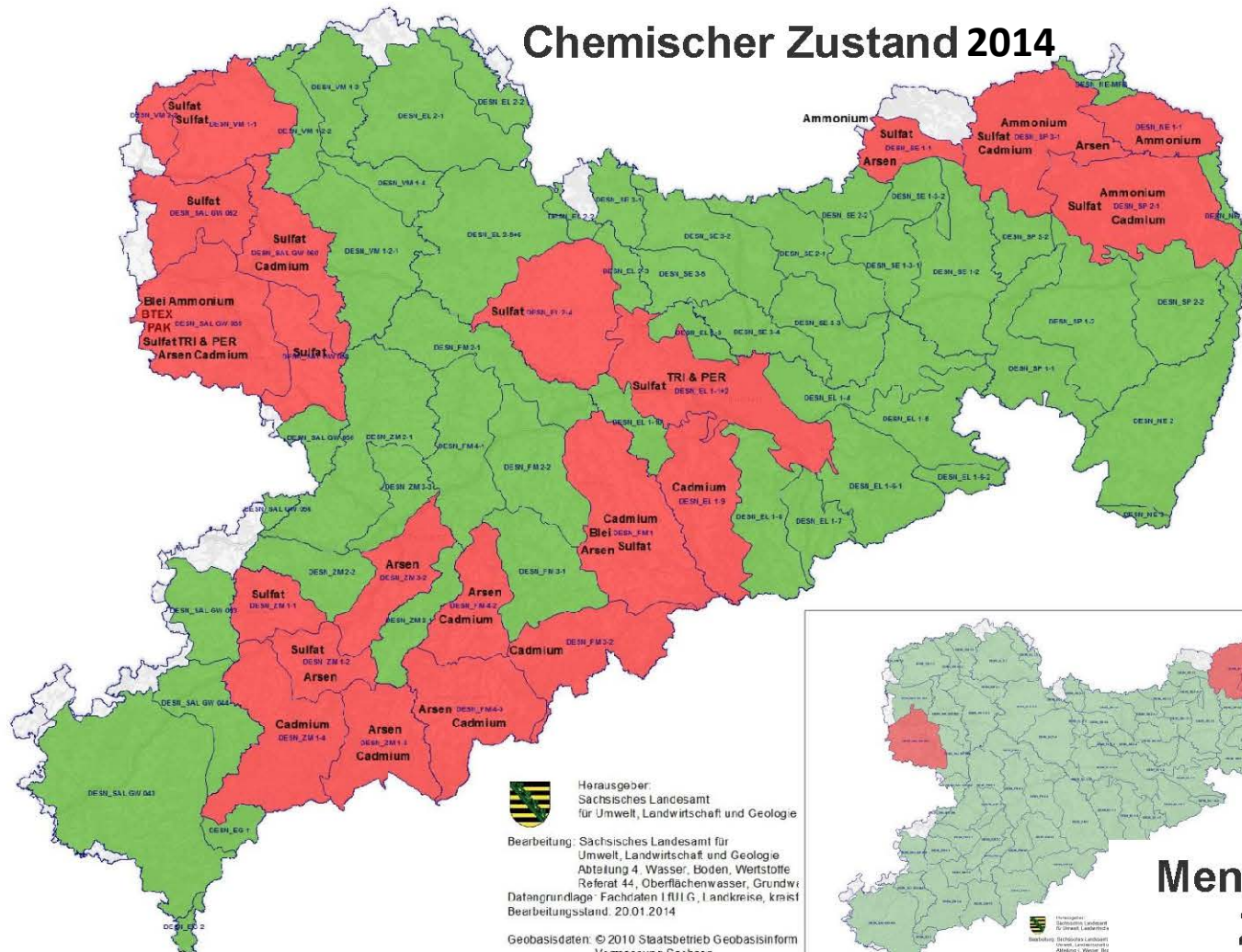
- Schadstoffeinträge aus den ehemaligen **Erzbergbau-
revieren** im Einzugsgebiet der Mulden
- Folgen des **Braukohlebergbaus** in Mitteldeutschland

Bergbautätigkeit: Zustand des Grundwassers

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Chemischer Zustand 2014



Mengenmäßiger Zustand

Herausgeber:
Sächsisches Landesamt
für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Bearbeitung: Sächsisches Landesamt für
Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung 4, Wasser, Boden, Wertstoffe
Referat 44, Oberflächenwasser, Grundwasser
Datengrundlage: Fachdaten I/III/G, Landkreise, kreisf.
Bearbeitungsstand: 20.01.2014

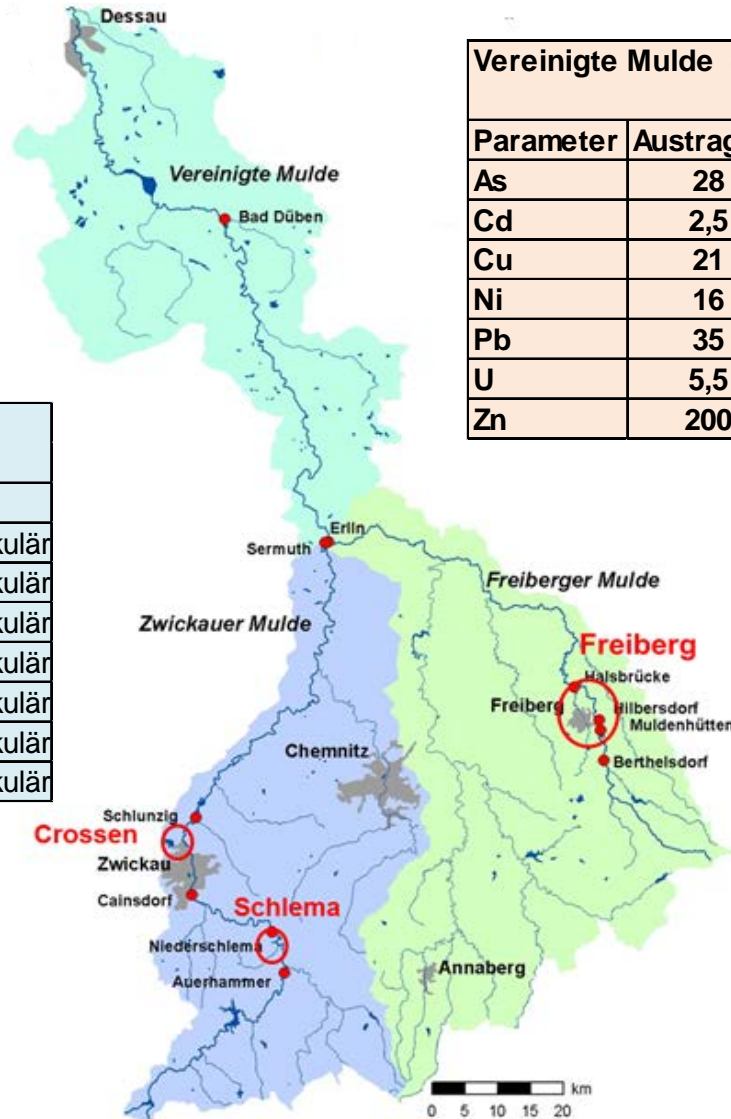
Geobasisdaten: © 2010 Staatsbetrieb Geobasisinform
Vermessung Sachsen

Schadstoffeinträge aus den **Erzberg-**baurevieren der Mulde in die Elbe

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Datenstand 2009 - 2011



Vereinigte Mulde (MQ 65 m³/s)		
Parameter	Austrag in t/a	
As	28	57% partikulär
Cd	2,5	75% partikulär
Cu	21	73% partikulär
Ni	16	45% partikulär
Pb	35	91% partikulär
U	5,5	27% partikulär
Zn	200	64% partikulär



Zwickauer Mulde (MQ 30 m³/s)		
Parameter	Austrag in t/a	
As	8	47% partikulär
Cd	0,5	75% partikulär
Cu	10	73% partikulär
Ni	9	45% partikulär
Pb	5	91% partikulär
U	5	27% partikulär
Zn	63	64% partikulär

Freiberger Mulde (MQ 35 m³/s)		
Parameter	Austrag in t/a	
As	20	47% partikulär
Cd	2	75% partikulär
Cu	13	73% partikulär
Ni	6	45% partikulär
Pb	30	91% partikulär
U	1	27% partikulär
Zn	150	64% partikulär



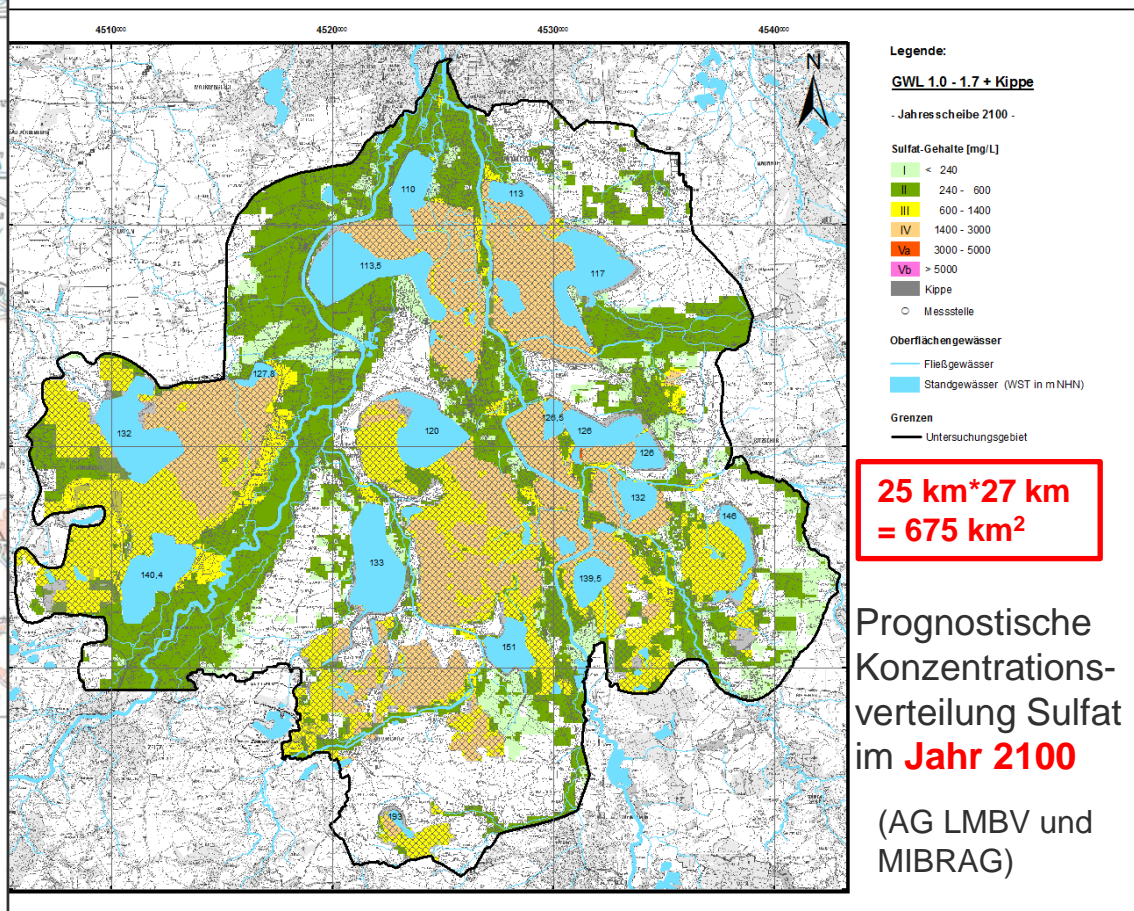
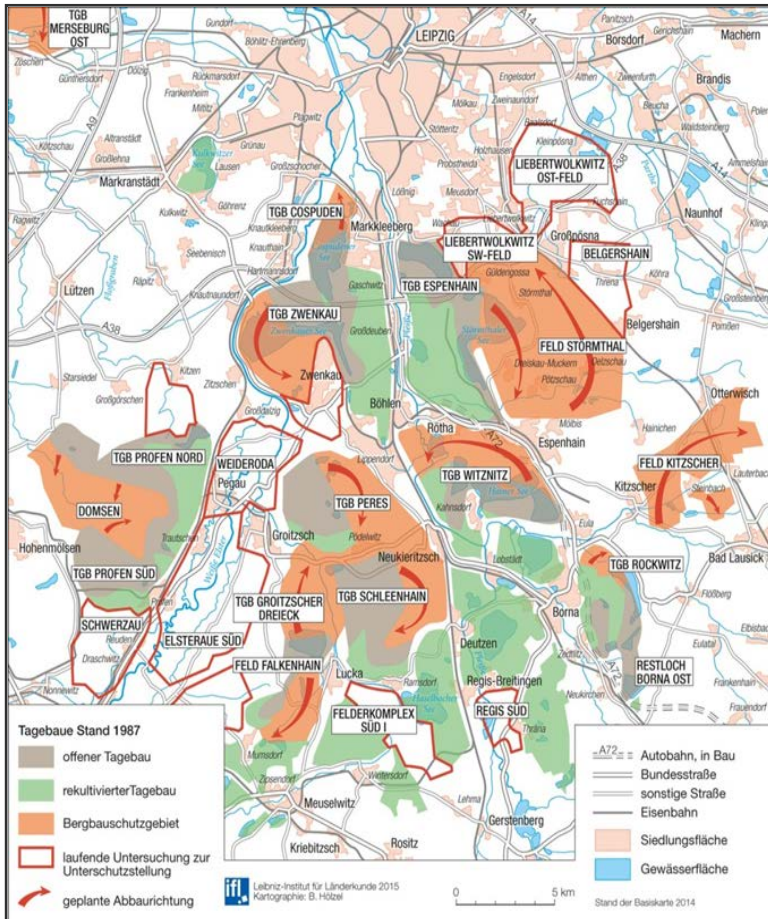
Bearbeitung durch
TU Bergakademie Freiberg

Braunkohlebergbau im Südraum Leipzig



Stand und Planung 1987

Prognose der Sulfatbelastung des Grundwassers

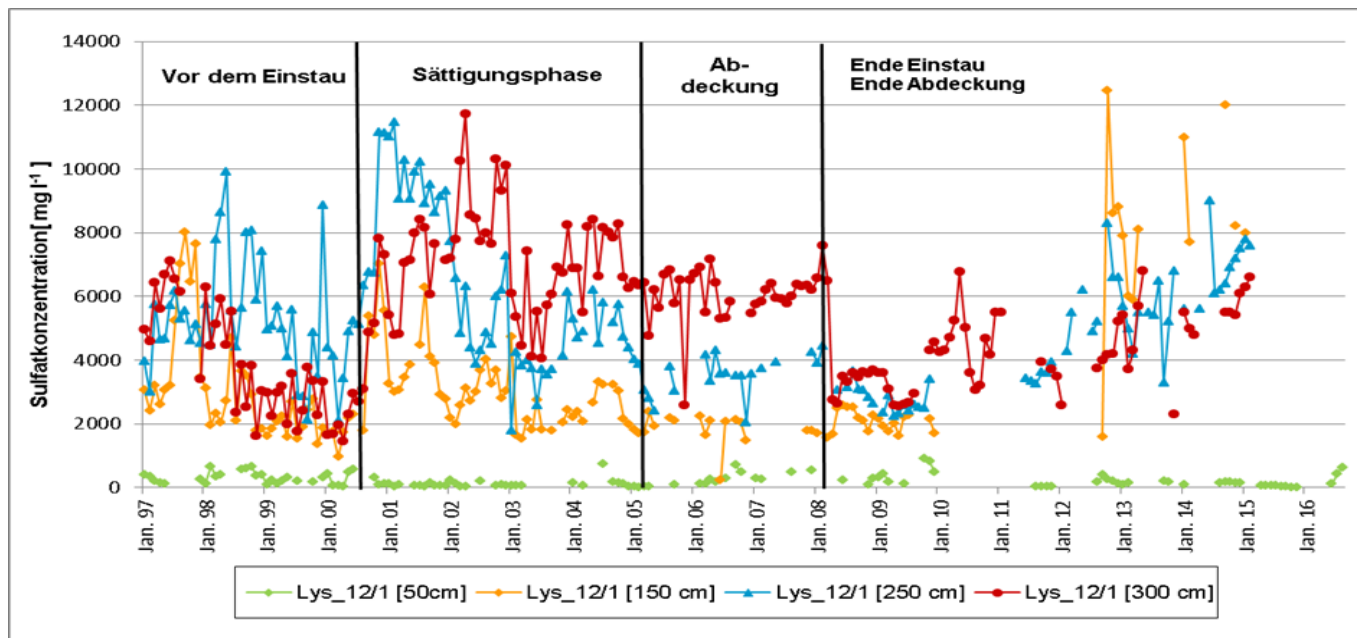


Monatswerte der SO_4 -Konzentration

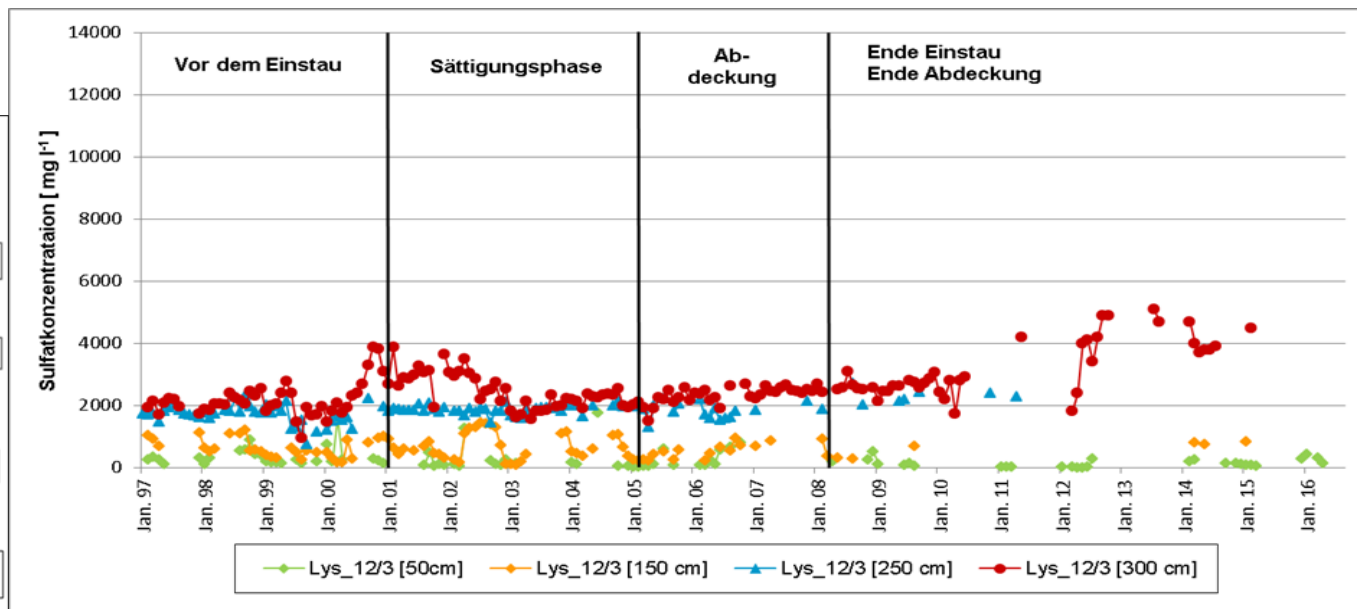
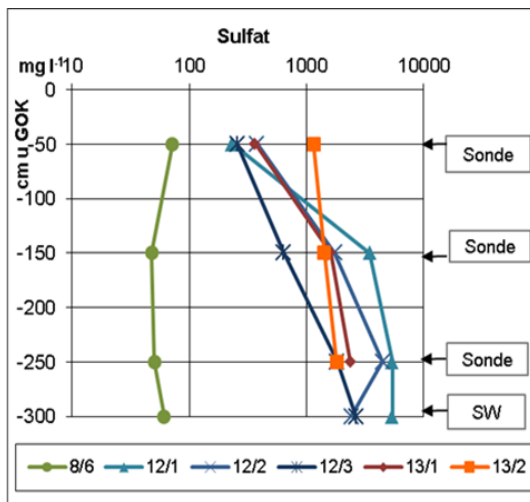
im Boden- und Sickerwasser

bei **landwirtschaftlicher Bewirtschaftung**

Lysimeteruntersuchungen an Böden der Braunkohlekippe Espenhain im Zeitraum von **1997-2016**, Quelle: BfUL 2017

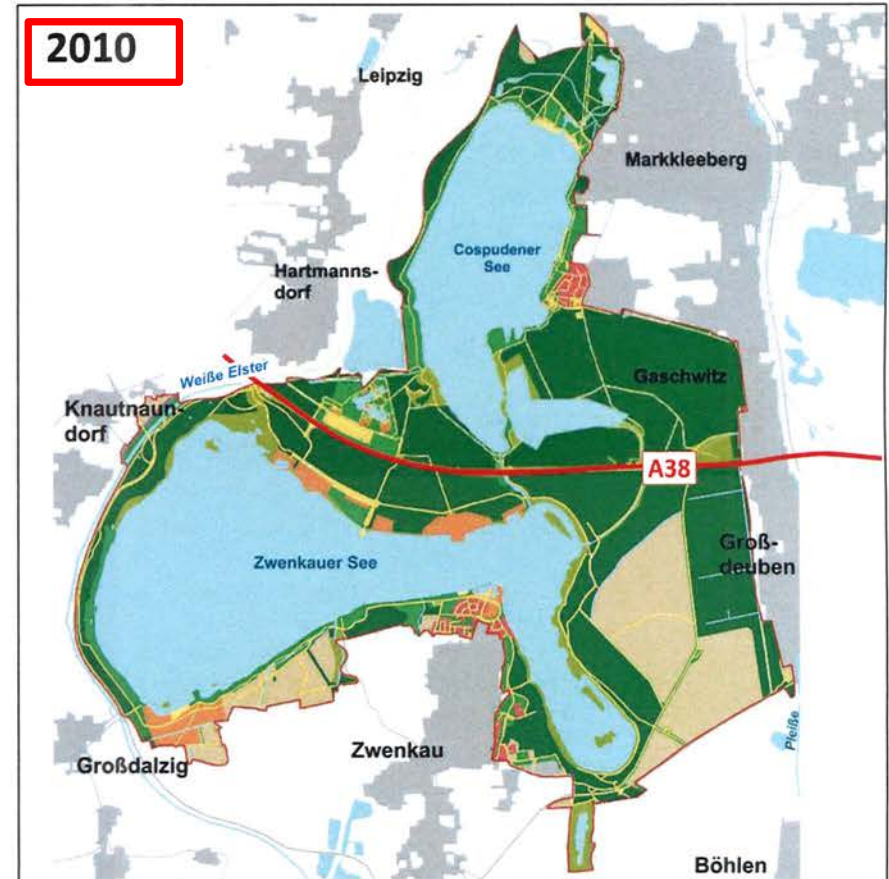
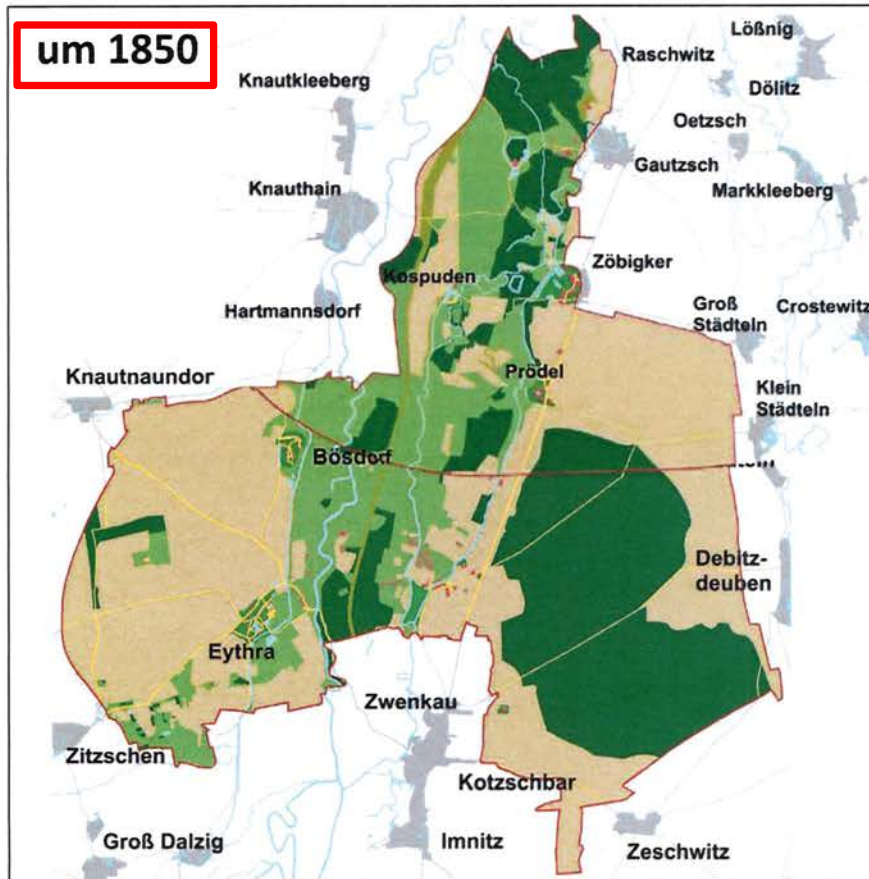


Sulfatgehalte im Profil [mg/l]



Gravierender Landschaftswandel südlich von Leipzig

Beispiel: Zwenkau/Cospuden

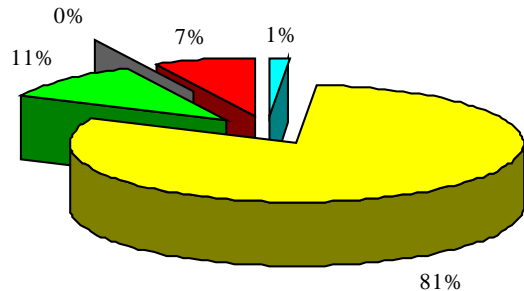


Vor- und nachbergbauliche Landschaft am Standort Zwenkau/Cospuden in den Grenzen der Betriebsplanbereiche (Quelle: LMBV (2009): Landschaft nach dem Bergbau – von Tagebauen zu Seen)

Landnutzungsänderung und Wasserhaushalt

(Quelle: Broschüre LMBV, 2006, Anlage 13)

Vorbergbauliche Nutzung

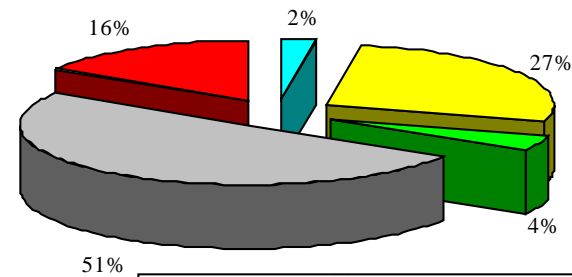


Mittlere Grundwasserneubildung

117 mm/a

Reale Verdunstung = 533 mm

Bergbauliche Nutzung

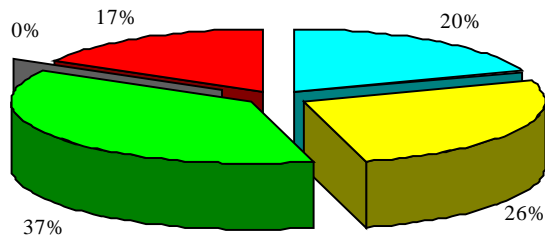


Mittlere Grundwasserneubildung

209 mm/a

Reale Verdunstung = 441 mm

Nachbergbauliche Nutzung



Mittlere Grundwasserneubildung

55 mm/a

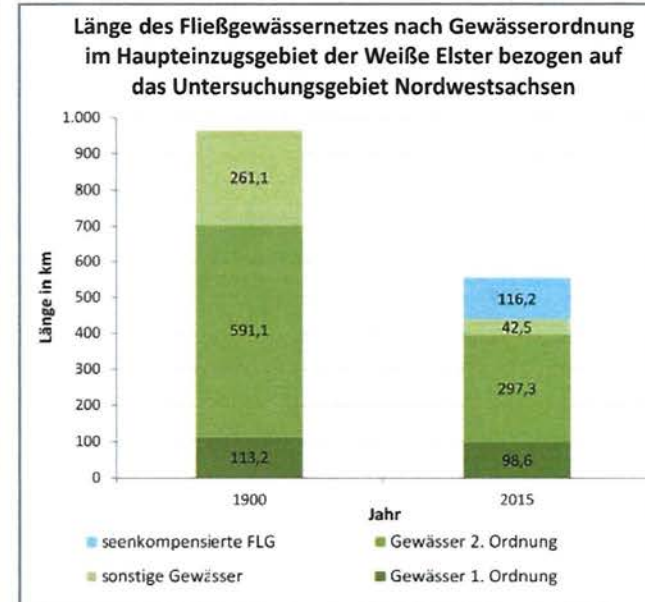
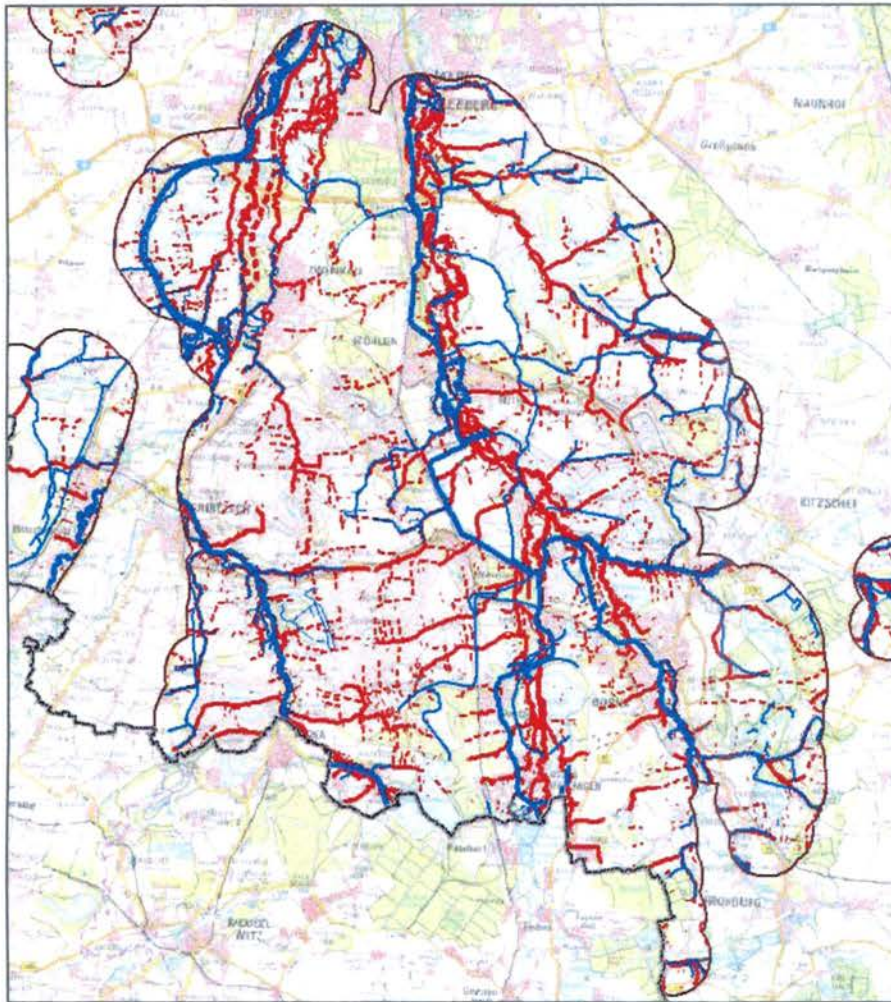
Reale Verdunstung = 595 mm

Niederschlag = 650 mm

Landnutzung

- Gewässer
- Landwirtschaft
- Wald
- Devastierte Flächen
- Urbane Gebiete

Veränderte Fließgewässer im Einzugsgebiet der weißen Elster südlich von Leipzig im Zeitraum von 1900 bis 2015



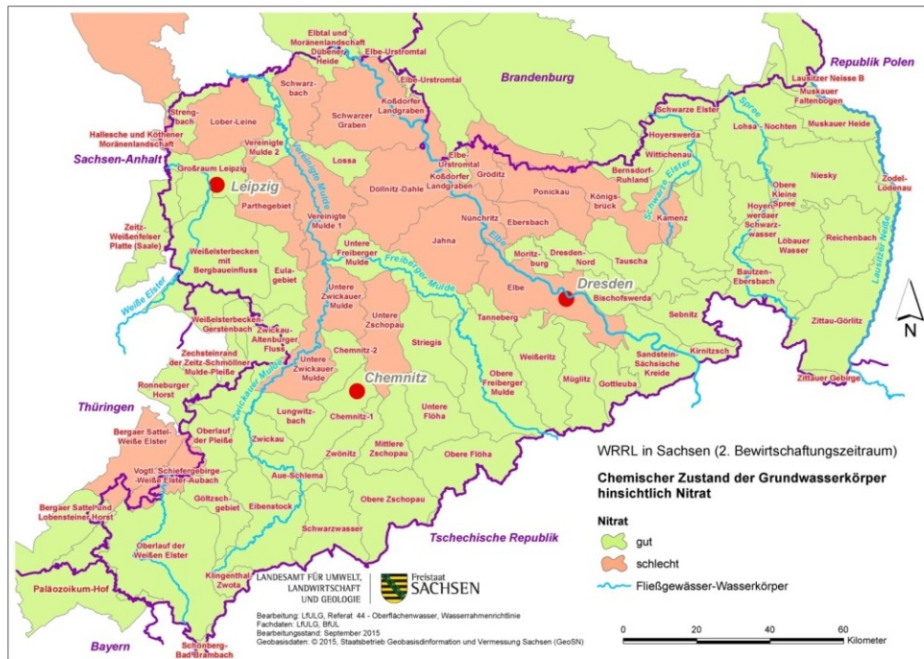
Verluste der Fließgewässerstrecken im Teileinzugsgebiet der Weißen Elster mit Schnauder, Pleiße, Gösel, Wyhra und Eula seit 1900 gem. LfULG (2015)

(1) Zustand der sächsischen Grundwasserkörper

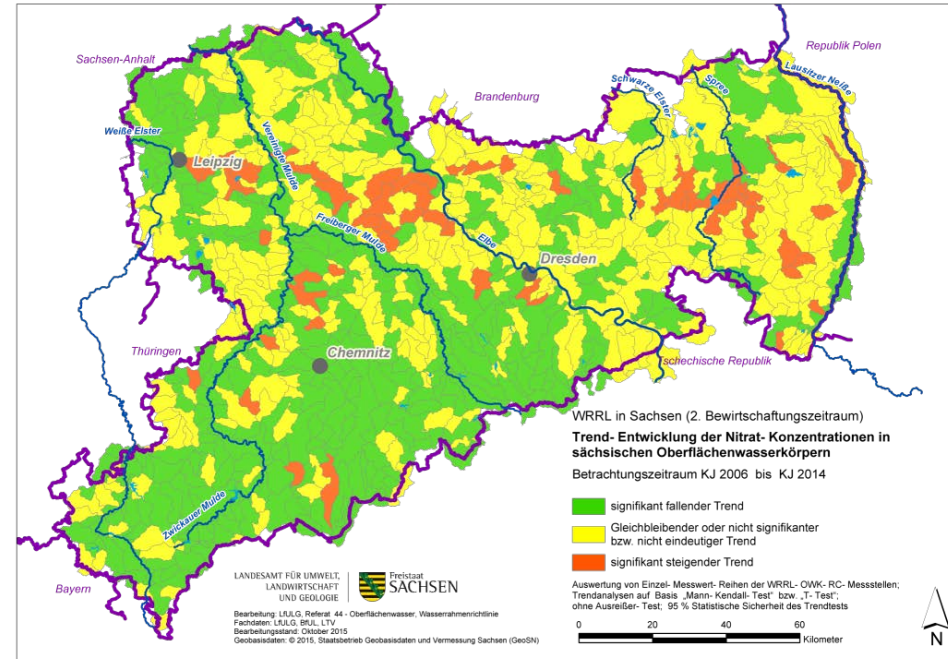
→ aktuelle (Nitrat)Belastung und Einflussfaktoren

Zur Nitratbelastung des Grundwassers in Sachsen (Stand 2015)

- Ca. 25 % der Grundwasserkörper überschreiten die UQN- Nitrat (50 mg/l)
- Teilweise noch stagnierende oder steigende Trends der Nitrat-Konzentrationen
- Ca. 6 % der Oberflächenwasserkörper überschreiten die UQN-Nitrat (50 mg/l)

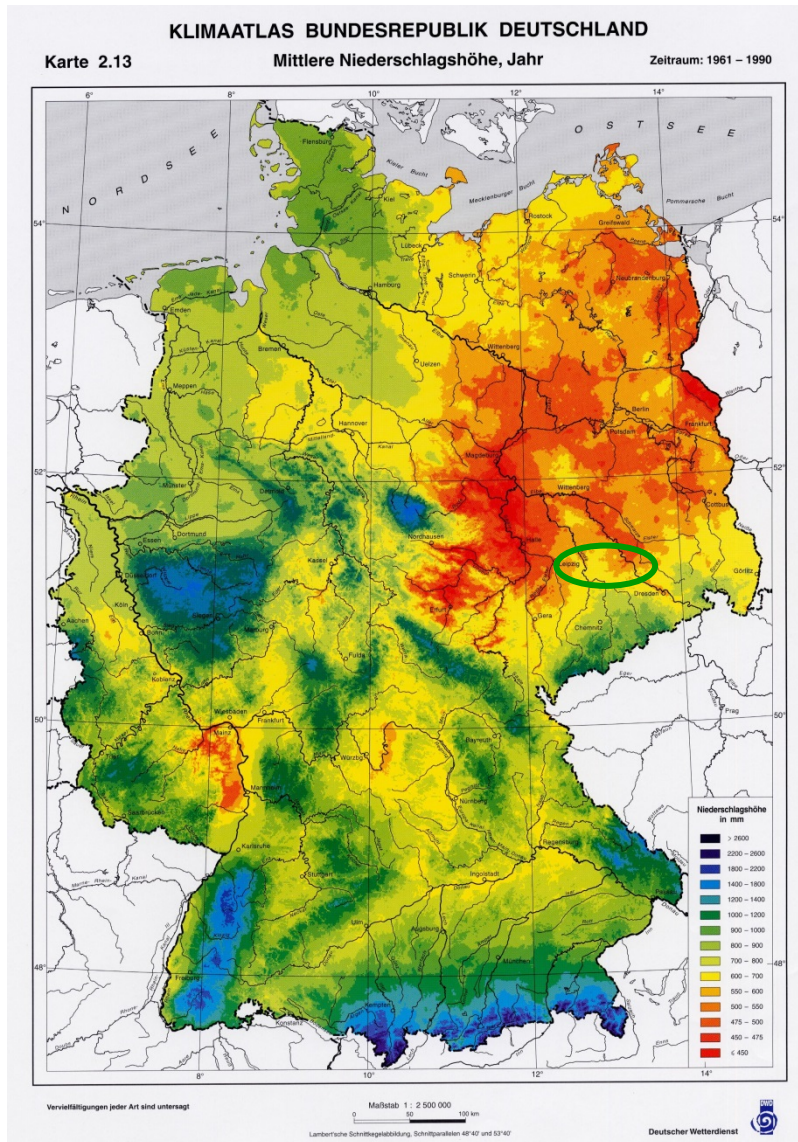


Bewertung Parameter **Nitrat** in Grundwasserkörpern



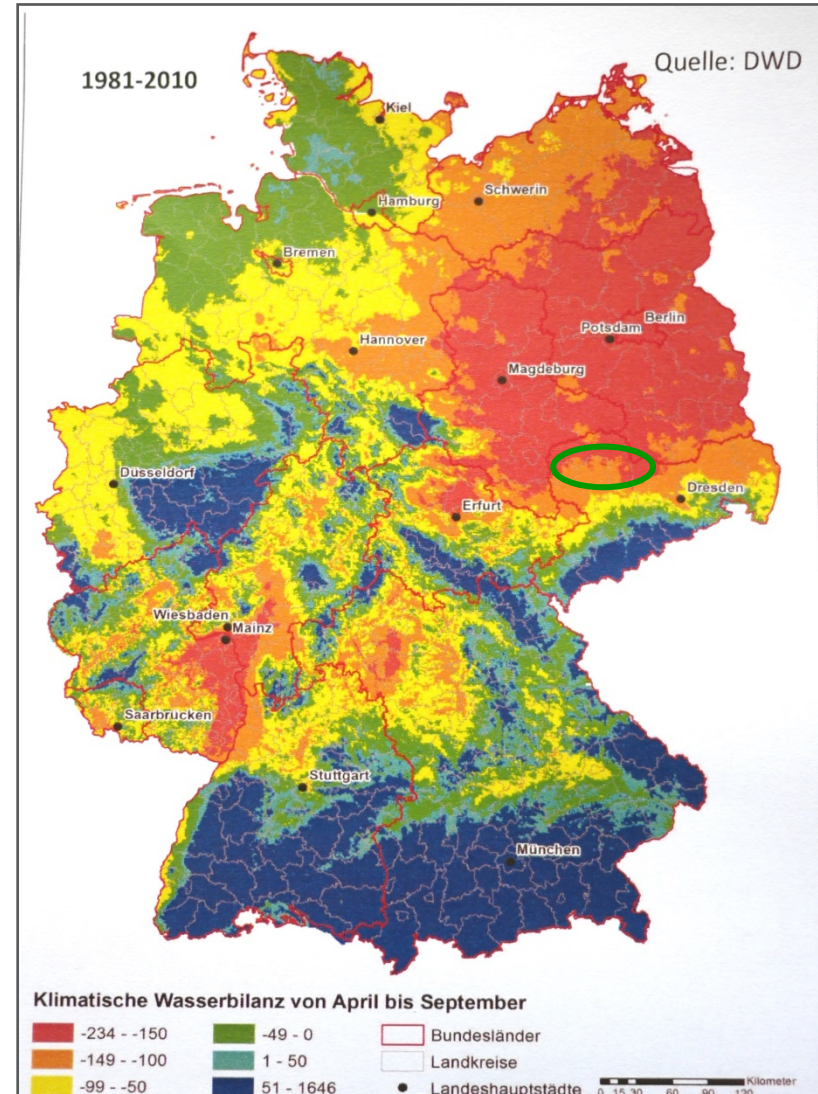
Trendentwicklung (2006-2014) **Nitrat-Konz.** in OWK

Niederschlag



klimatische Wasserbilanz

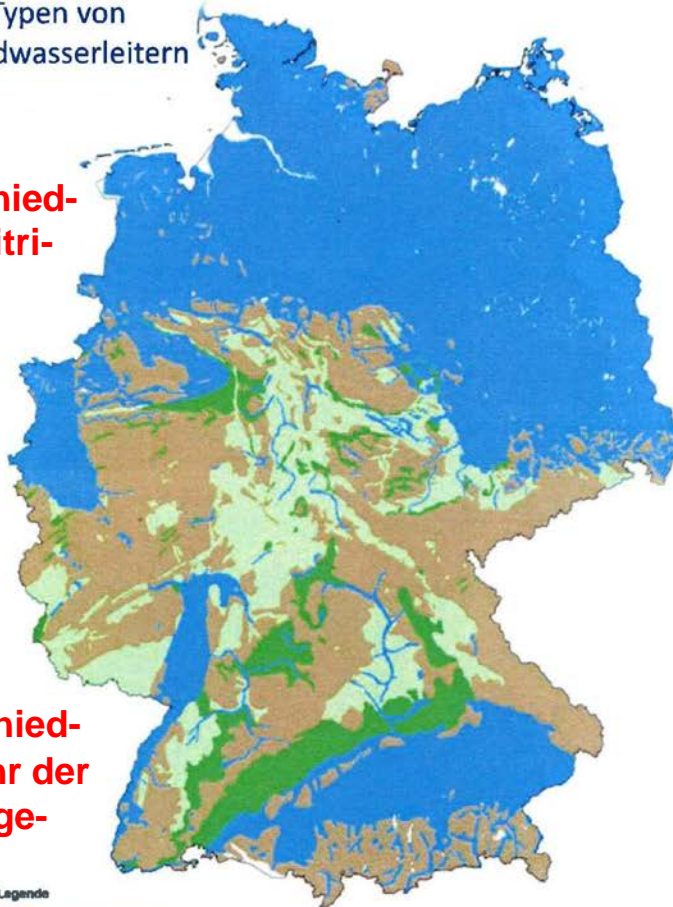
von April bis September



→ Beregnungsbedarf, nahezu ausschließlicher Anbau von Winterbeständen, geringe N-Effizienz

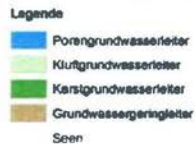
Räumliche Differenzierung hydrologischer Bedingungen

Typen von Grundwasserleitern

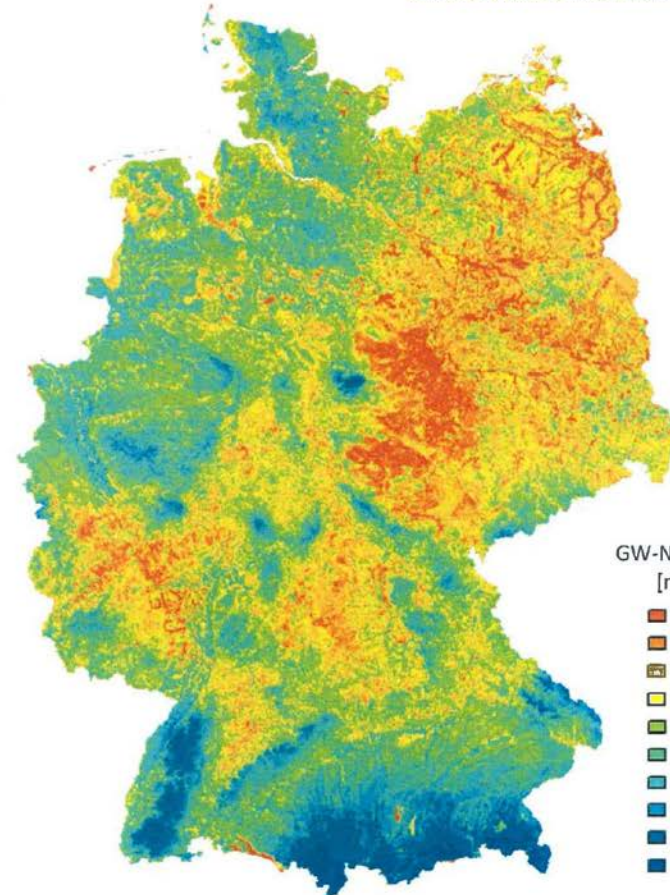


→ unterschiedliches Denitrifikationspotential

→ unterschiedliche Gefahr der Nitratverlagerung



Grundwasserneubildung



→ sehr geringe Sickerwassermengen, lange Transportzeiten

Quelle: BGR, Hydrologischer Atlas Deutschland

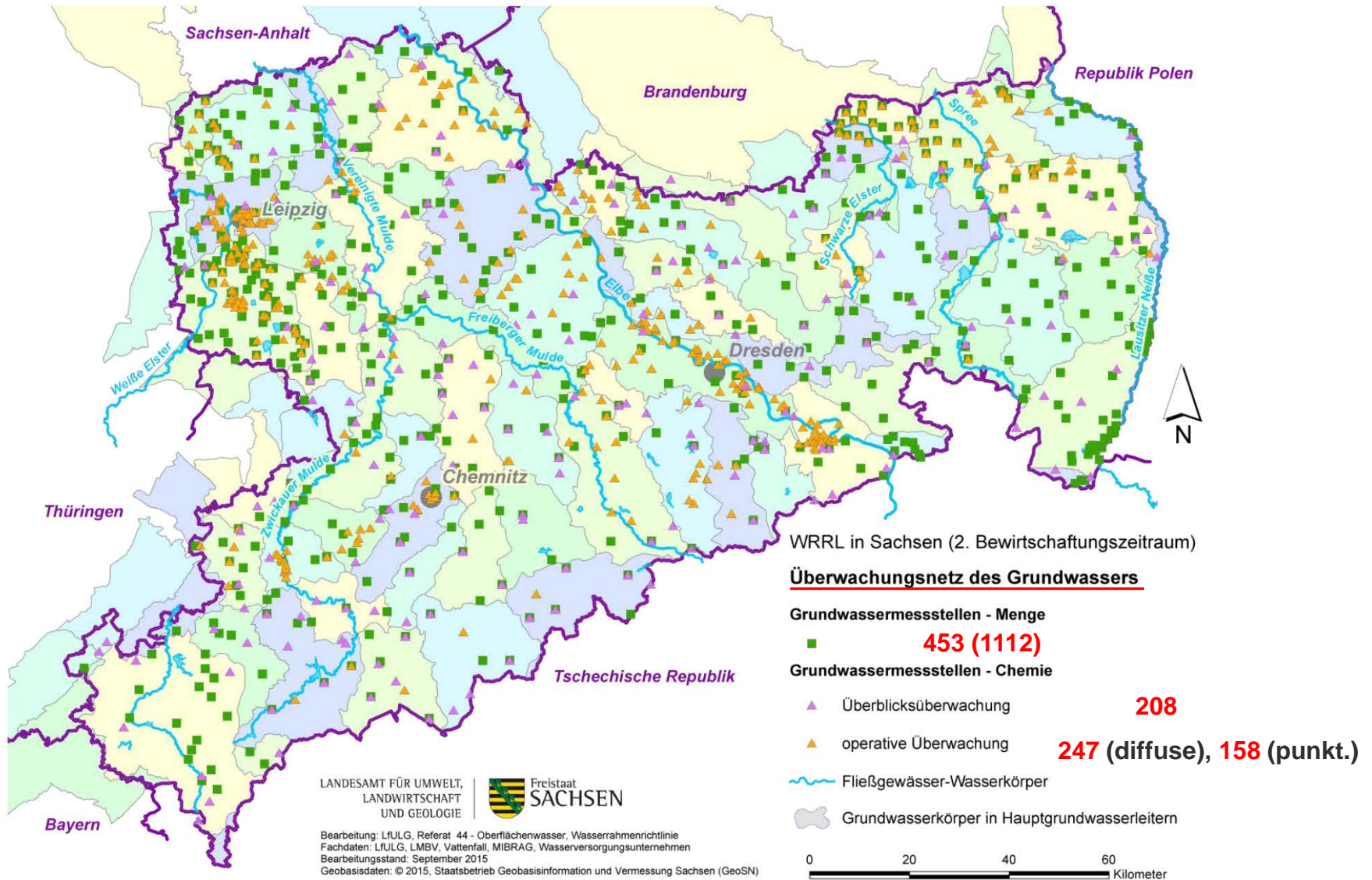
(2) Reduzierung der Nitratbelastung des Grundwassers - Arbeitsrichtung in Sachsen

→ Messen, Modellieren, Beratung der Landwirte

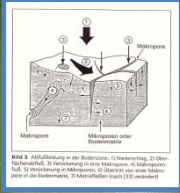
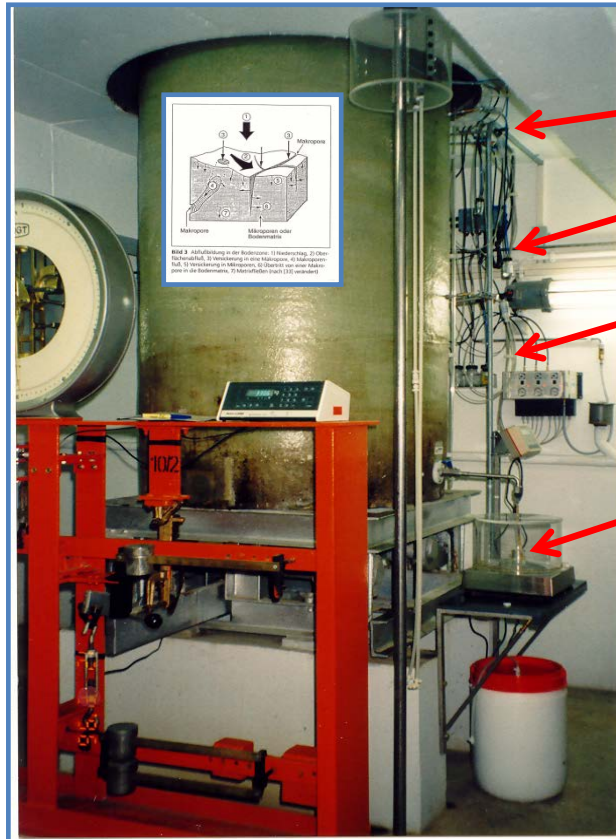
Stickstoffmonitoring sächsischer Böden → Langzeituntersuchungen

- I **55 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF I)** liefern Informationen für repräsentativen Böden unter landwirtschaftlicher Betriebspraxis. Davon Sonderstandorte (BDF II) mit kontinuierlicher Datenerfassung (u. a. Meteorologie, Wasser- und Stoffhaushalt)
- I Auf ca. **1.000 Nitrat-Dauertestflächen** in Praxisschlägen unter Acker- und Grünland werden im Frühjahr und Herbst pflanzenverfügbare Stickstoffgehalte, pH-Werte, organischer Kohlenstoff, Grund- und Mikronährstoffe ermittelt.
- I Auf **283 Waldstandorten** erfolgen regelmäßige Bodenzustandserhebungen (Level I), davon **acht Dauerbeobachtungsflächen** (des Level II-Programms Wald) mit kontinuierlicher Datenerfassung (u. a. Meteorologie, Deposition, Stoffbilanz, Boden- und Humuszustand, Nadel- und Blattanalysen).
- I **30 wägbare, 3 m tiefe Lysimeter**, weitere Parzellen- und Lysimeteruntersuchungen in Nossen (nichtwägbare, unterschiedliche Bodenbearbeitung) sowie
- I **Bodenhydrologische Messplätze** zur Erfassung des standörtlichen Bodenwasser- und –stoffhaushaltes in ausgewählten Trinkwasserschutzgebieten

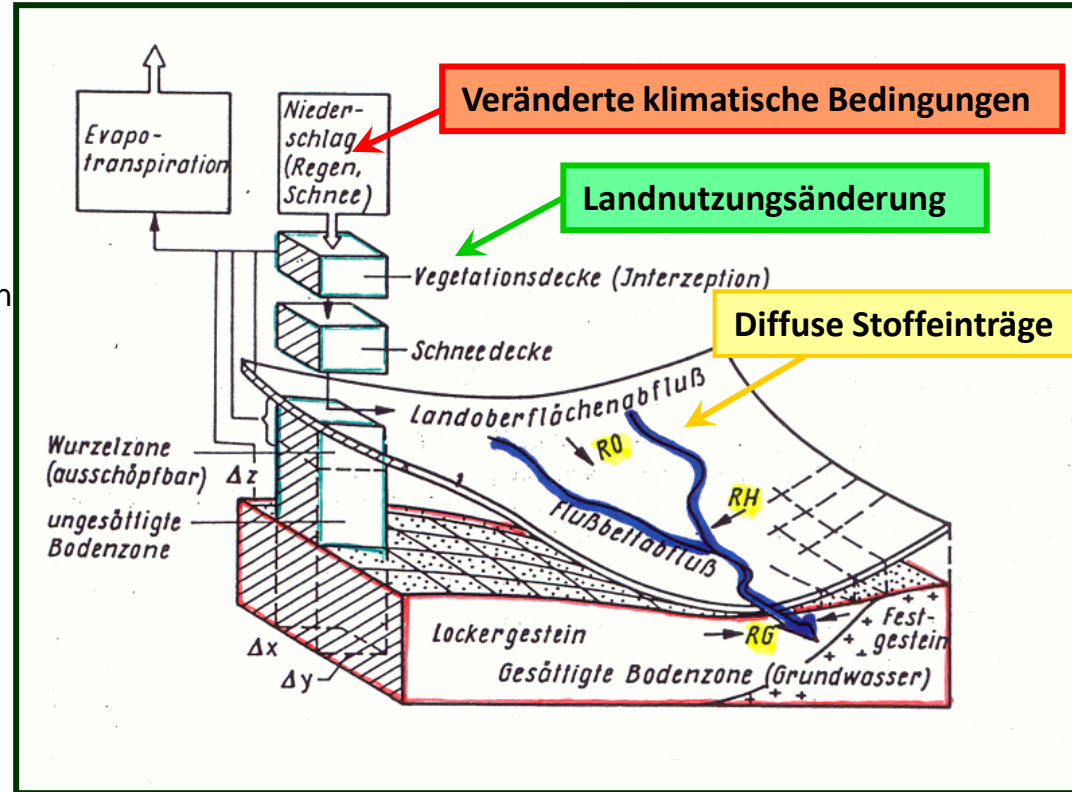
Grundwasserüberwachung (GW-Stand seit 1912)



Messen und modellieren in unterschiedlichen (hydrologischen) Raumskalen → Herstellung geeigneter Handwerkszeuge



- Tensio-
meter
- TDR-
Sonden
- Saugkerzen
- SW-
auslauf



Lysimeteranlage Brandis: 24 wägbare Lysimeter, 3 m tief, 1 m² Oberfläche, mit oberer Dränwasserzone

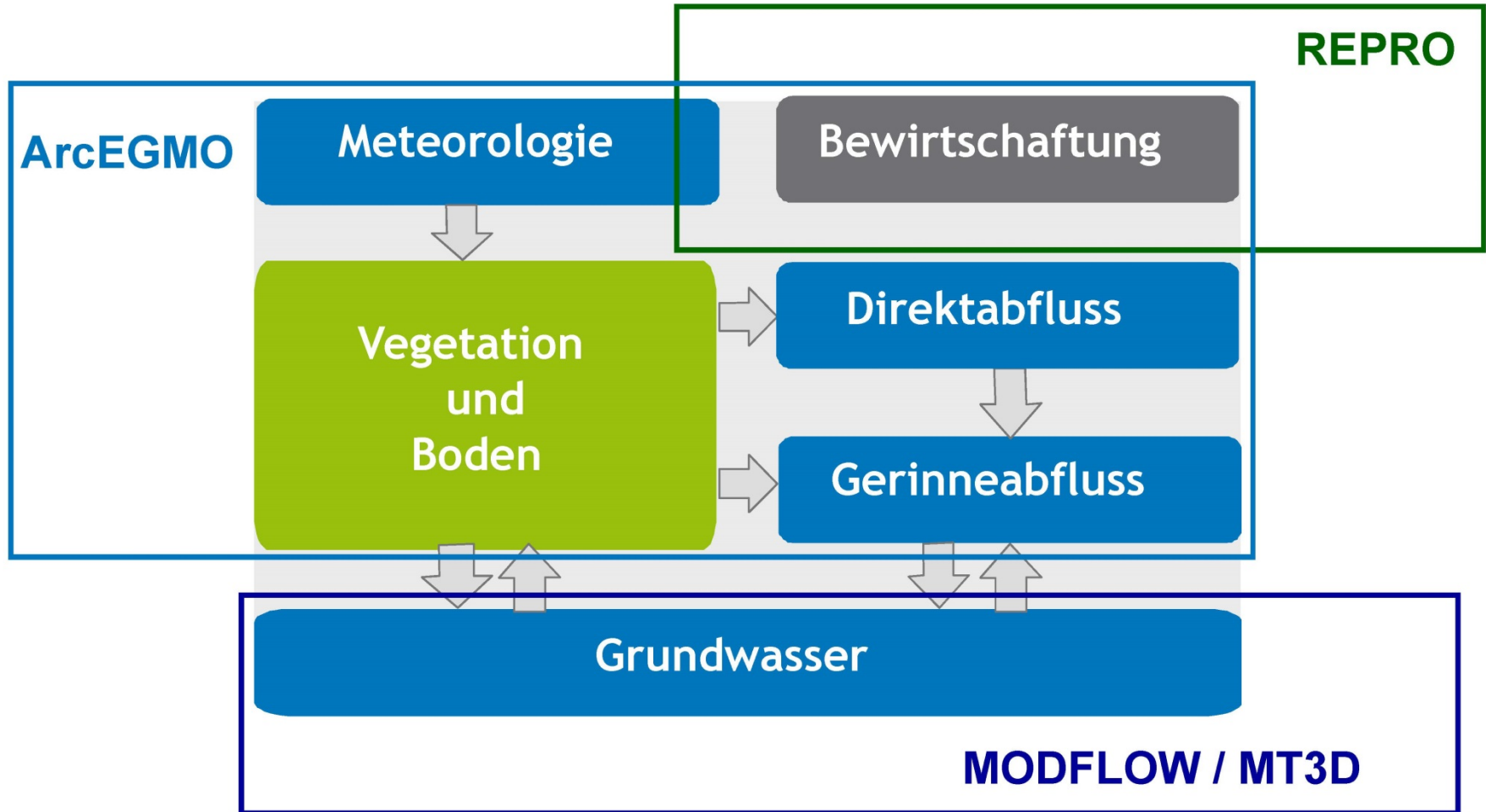
Messen am Standort



Messen im Einzugsgebiet

Physikalisch basierte Modelle für Beispielsgebiete zum prinzipiellen Verständnis der ablaufenden Prozesse → hohe zeitl. Auflösung → hoher Parameterbedarf

ReArMo – gekoppeltes Wasser- und Stoffhaushaltsmodell



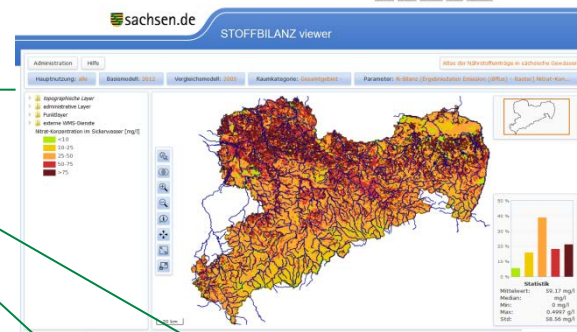
Grundwasser ein „vernachlässigter“ Teil des Wasserkreislaufes/Haferkorn/Kuhn/23.01.2018

Verfügbarkeit der Berechnungsergebnisse durch den Aufbau einer Web- GIS- Datenbank

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



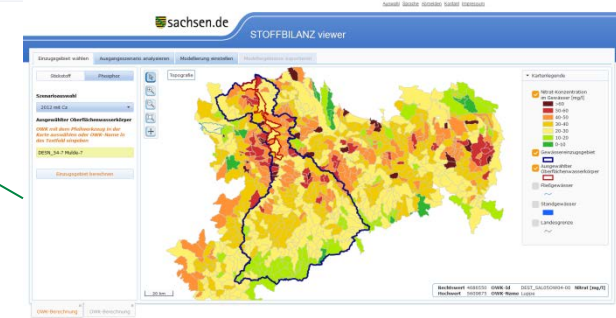
www.viewer.stoffbilanz.de



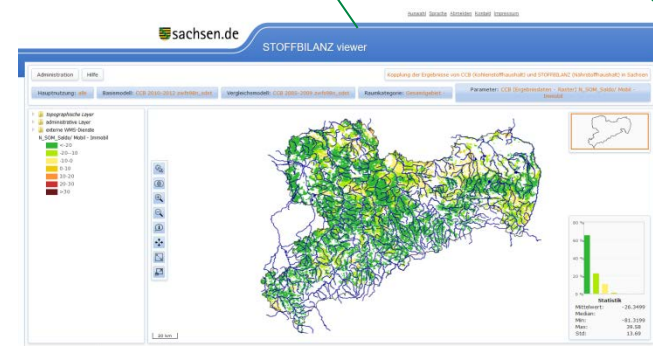
Basismodell STOFFBILANZ
Langjähriger mittlerer Wasserhaushalt;
Abflusskomponenten, Eintragspfade;
Erosion und Sediment- Einträge;
N - und P - Nährstoff- Einträge;



Kopplung KliWES
mit tagesbasiertem
Wasserhaushalt



Modellierung OW- Beschaffenheit (Immission)



Kopplung CCB mit C/N- Dynamik / Humushaushalt



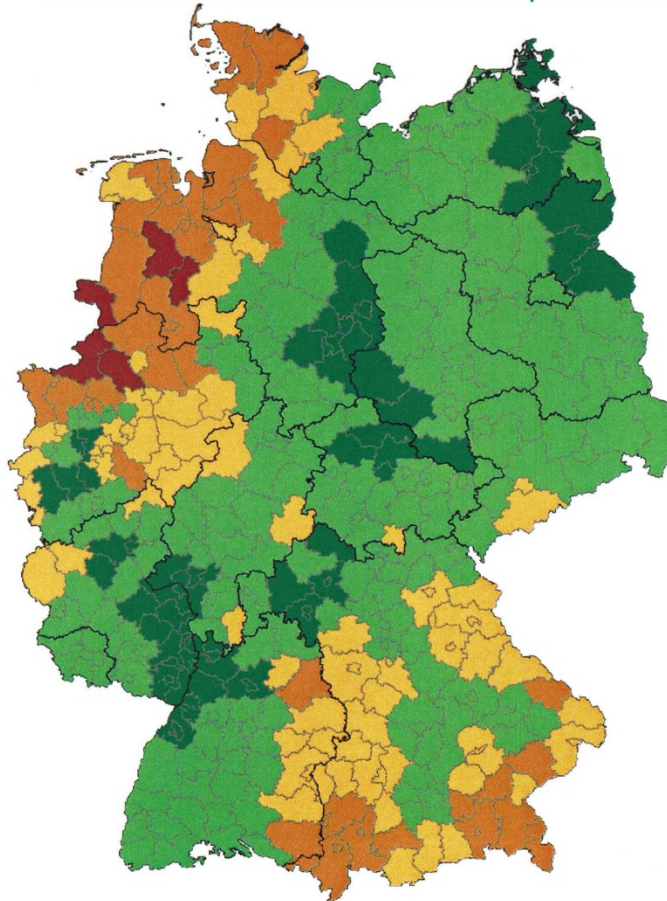
OW- Beschaffenheits- Messstellen

(3) Warum bewirken derzeitige Bewirtschaftungsmaßnahmen keine Trendwende bei der Grundwasserbeschaffenheit?

- Düngeverordnung
- Langzeitwirkung
- hydrologische Einflüsse

N-Flächenbilanzüberschuss ↔ Grundwasserbelastung

Stickstoff-Flächenbilanzüberschuss (Ø 2009-2011)



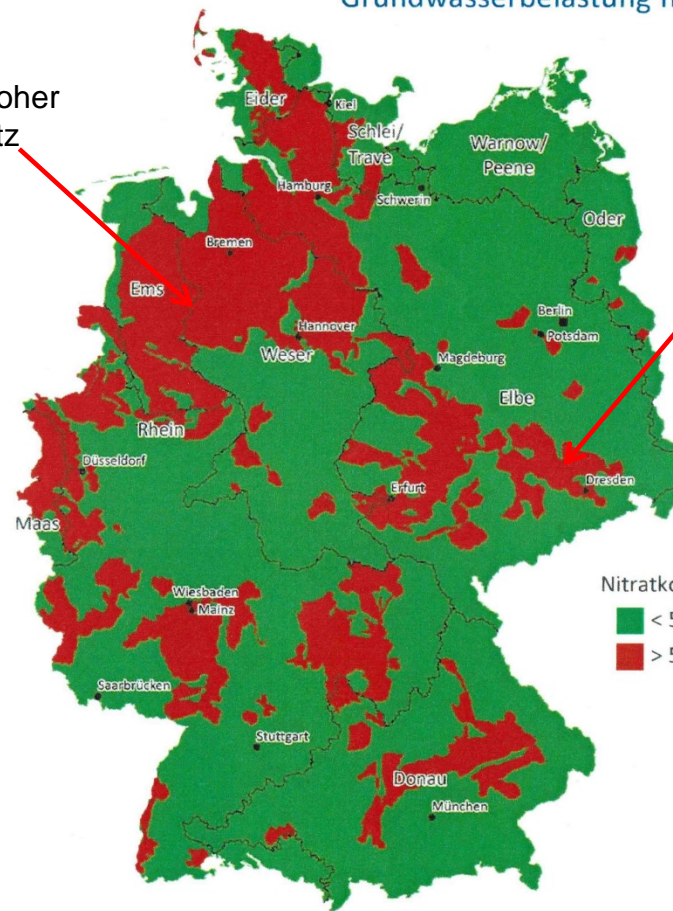
Stickstoff-Flächenbilanz [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]

■ bis 50 ■ 51-70 ■ 71-90 ■ 91-110 ■ 110-151

Quelle: UBA, „Reaktiver Stickstoff in Deutschland“, 2014

Grundwasserbelastung mit Nitrat

extrem hoher
Tierbesatz



seit der Wende
sehr geringer
Tierbesatz

Nitratkonzentration

■ < 50 mg/l
■ > 50 mg/l

Quelle: Berichtportal WasserBlick/BfG, Stand 2010)

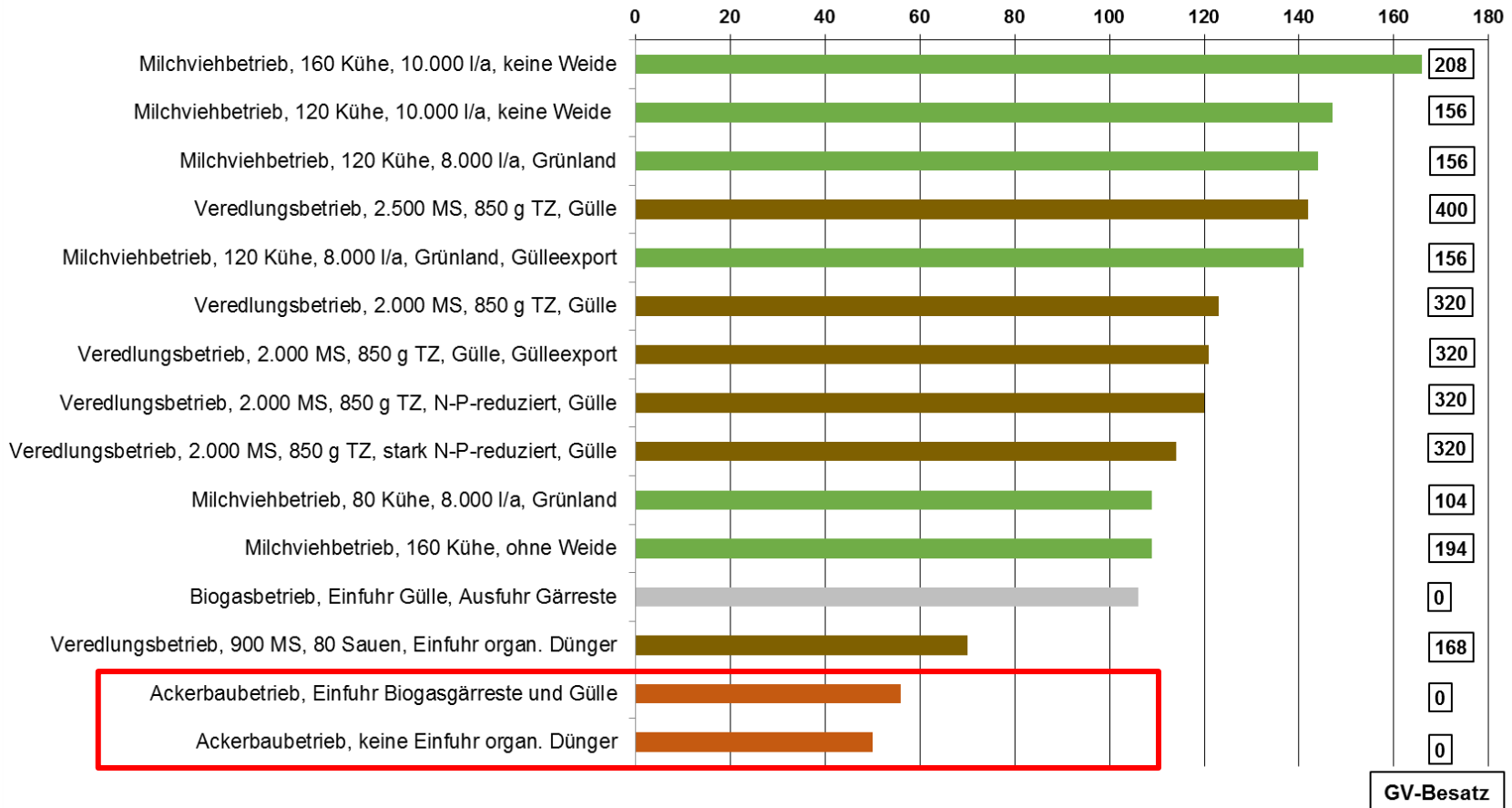
Passt nicht zusammen!!

Grundwasser ein „vernachlässigter“ Teil des Wasserkreislaufes/Haferkorn/Kuhn/23.01.2018

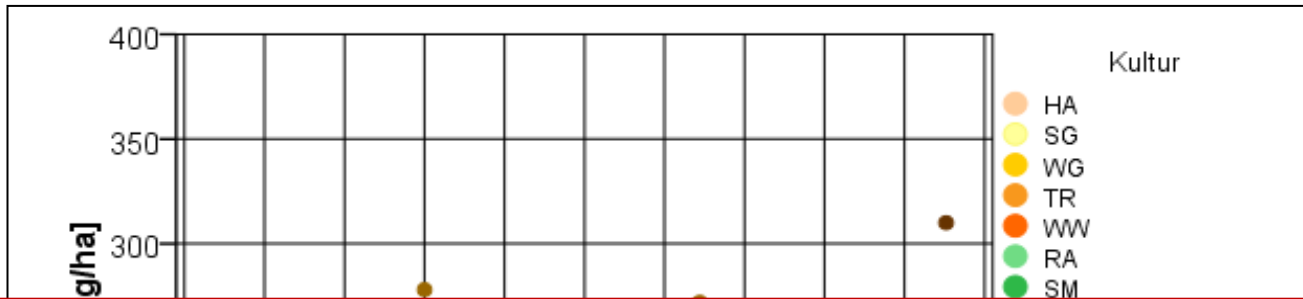
Stoffstrombilanz neue DüV

- Zulässige Bilanzüberschüsse nach E-StoffBiIV (BT-Drucksache vom 18.07.2017)

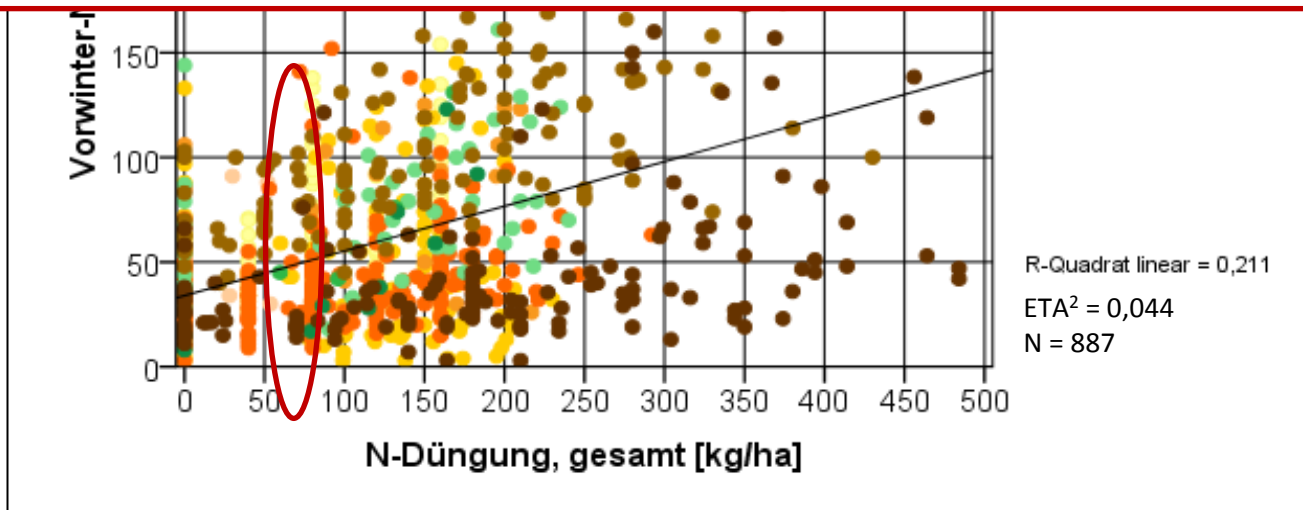
Zulässige Bilanzüberschüsse nach E-StoffbiIV [Kg/ha/Jahr]



N_{\min} -Gehalte im Herbst als Evaluierungsgröße?

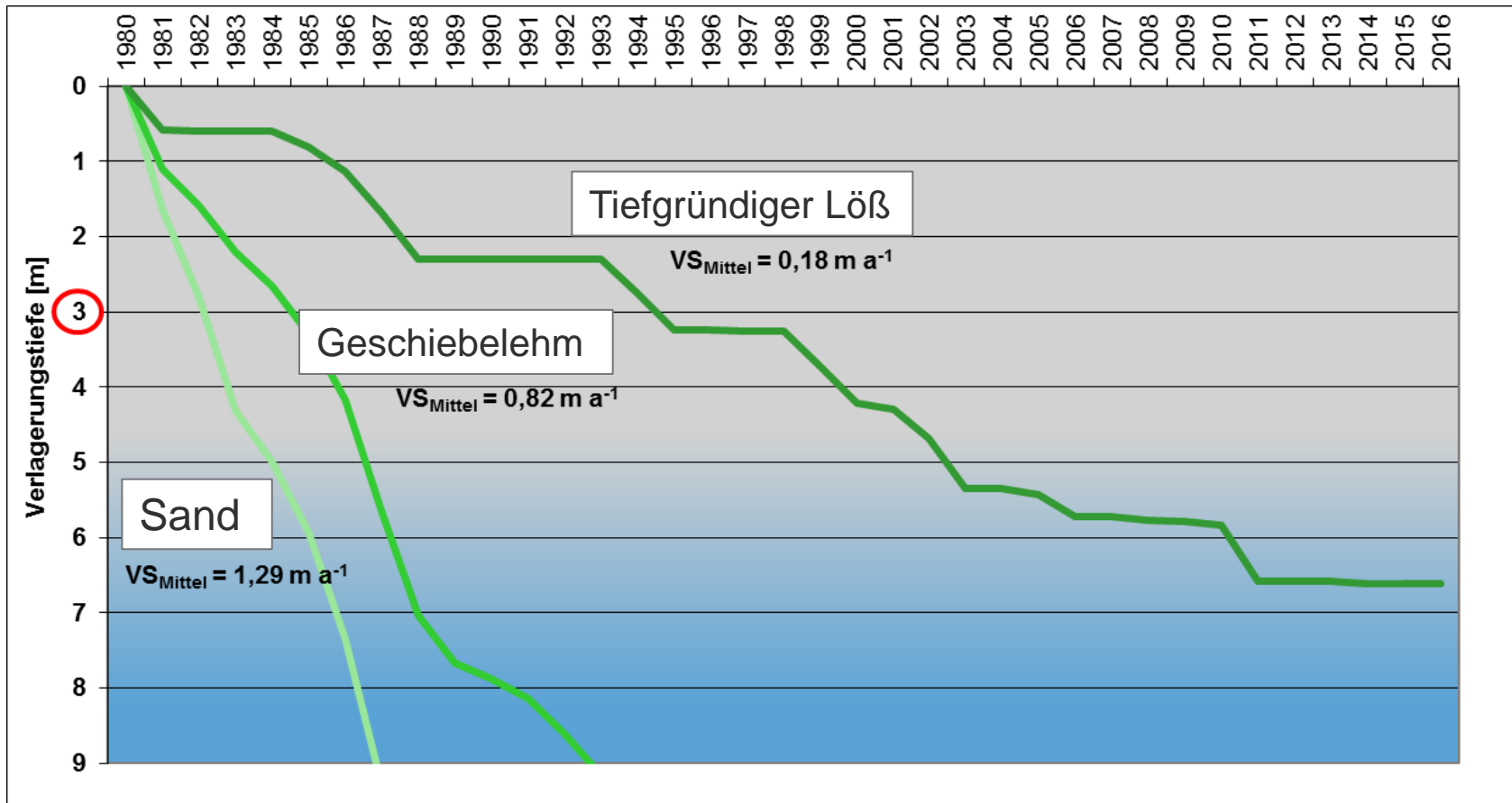


Entscheidend für die Vorwinter- N_{\min} -Gehalte sind neben der N-Düngung auch Kultur, Witterungsverhältnisse, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge etc. → **Nacherntemanagement**



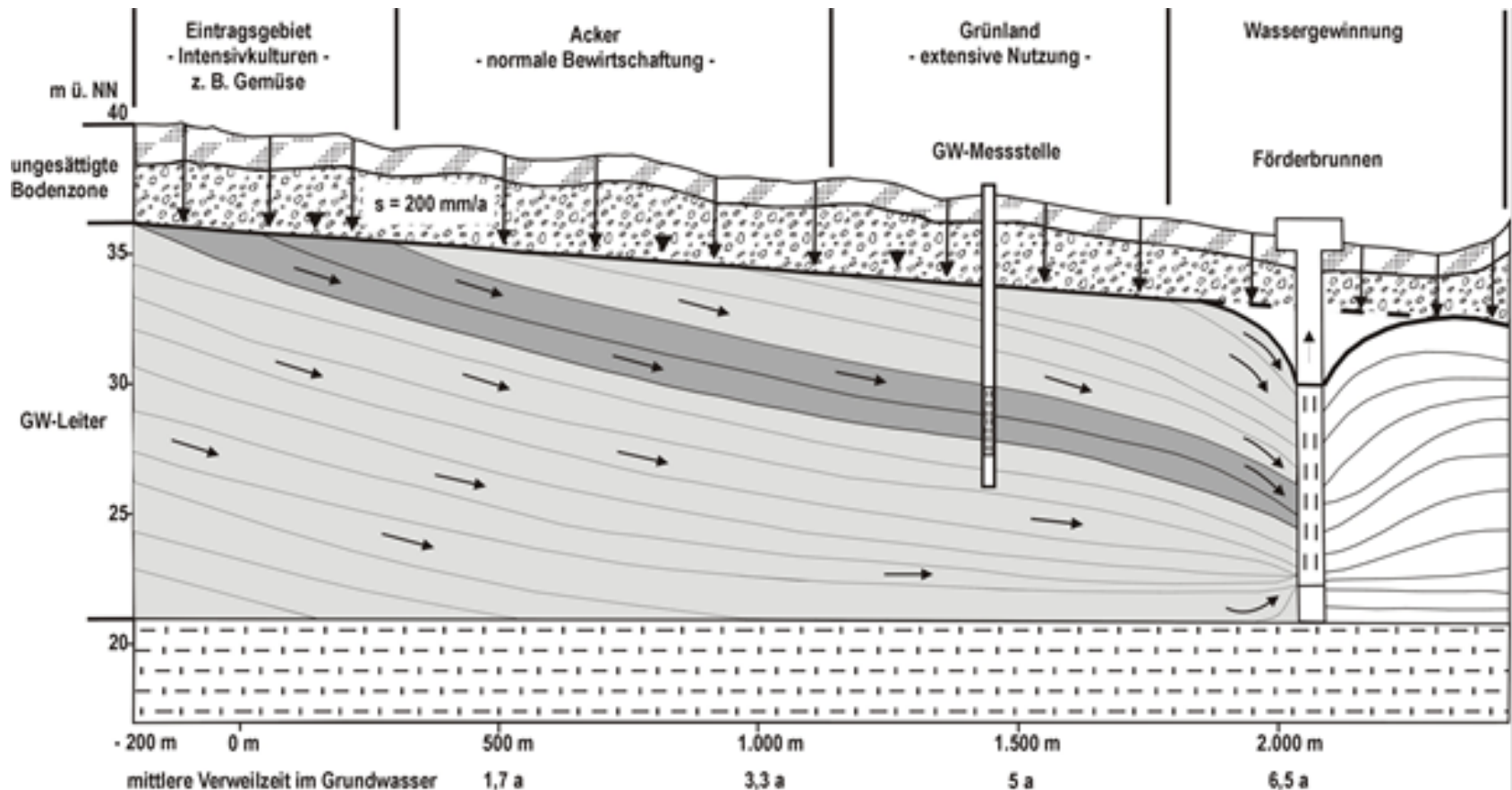
Verlagerungsdisposition unterschiedlicher Böden

Verlagerungsgeschwindigkeit (VS) = SW [mm] / FK [dm/mm]



Quelle: BfUL, Lysimeterstation Brandis

Eintrittspfade belasteter Sickerwasserfronten in das Grundwasser



Klimawandel → Umverteilung der saisonalen Sickerwasserbildung (SW) Dekadenmittel 1981-2010, Messungen der Lysimeterstation Brandis (BfUL, 2017)

→ Zunahme der jährlichen SW-Bildung **und der Nitratauswaschung** bei Sand und Geschiebelehm, Abnahme bei tiefgründigen Lößböden

Zeitraum	Sand [mm/drei Monate]				Geschiebelehm [mm/drei Monate]				Löß [mm/drei Monate]			
	Wi 12-2	Frü 3-5	So 6-8	Her 9-11	Wi 12-2	Frü 3-5	So 6-8	Her 9-11	Wi 12-2	Frü 3-5	So 6-8	Her 9-11
1981-1990	79	70	22	4	45	57	13	3	20	46	2	0
1991-2000	75	68	20	26	47	56	9	11	16	38	2	3
2001-2010	89	58	26	31	58	47	8	20	23	20	2	9

HW-Einfluss: August 2002, August/September 2010 (Mai/Juni 2013)

Schwarzbracheversuch in der Lysimeterstation Brandis seit 2006 zum Nachweis eines N-Pools

Vergleich von Wasser- und
Stickstoffhaushalt



2 Böden:
LG 8: sandiger Lehm
LG 9: Löß

- 2 Landnutzungen:
- Schwarzbrache (keine Vegetation)
 - Fruchtfolge

Identische Randbedingungen (Wetter)



Schwarzbrache im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Böden (Jahresmittelwerte 2007-2013)

Quelle: Untersuchungen der Lysimeterstation Brandis, BfUL 2016

Niederschlag: 740 mm

Jahresmittelwerte [kg N/ha/Jahr]	lehmiger Sand (LG 8)		tiefgründiger Löß (LG 9)	
	Schwarzbrache	mit Bewuchs	Schwarzbrache	mit Bewuchs
Deposition	14	14	14	14
Düngung (mineralisch)	-	160	-	150
Pflanzenentzug	-	93	-	140
Austrag mit dem Sickerwasser in 3 m Tiefe	114	47	121	1
Sickerwassermenge	250	152	287	37
N-Saldo	14	81	14	24

(4) „Realistische“ Zukunftsperspektiven?

- Komplexe Zusammenhänge zwischen verschiedenen Belastungsarten, wo z.T. noch der wissenschaftliche Vorlauf zur Bewertung und Behandlung fehlt
- Lange Wirkungsketten (Maßnahme -> Erfolg) im Grundwasser und der Biologie
- Komplexe Bergbauprobleme mit aktivem und Sanierungsbergbau sowie Alterzbergbau und WISMUT
- Fehlende Flächenverfügbarkeit im ländlichen Raum aufgrund der Eigentumsverhältnisse und des Nutzungsdrucks, hemmende Inhalte in der Agrar-Förderung, die der Gewässerentwicklung entgegenstehen
- Hochwasserschutzanforderungen an den Gewässerquerschnitt zur schadlosen Abführung von Hochwasserereignissen und Vermeidung von Überflutungen, die den Zielen der WRRL widersprechen
- Personelle Überforderung der zuständigen Behörden und Unterhaltungslasträger
- Teilweise fehlendes „Umweltbewusstsein“ in der Bevölkerung
- Kosten der Planung und Umsetzung zu hoch (insbes. für Kommunen aber auch für Zustandsstörer), Genehmigungsverfahren und Antragstellung auf Förderung zu „langwierig“ und „aufwändig“

→ **Politischer Wille ...?**

