



Analyse des anthropogen und natürlich bedingten Zutrittes von Eisen und Sulfat in bergbaubeeinflusste Fließgewässer

Mirko Martin - Ralf Löser - Julia Kuhr

bearbeitet im Rahmen

Vita-Min Teilprojekt TP 1.1

***„Analyse des anthropogen und natürlich bedingten
Zutrittes von Eisen und Sulfat in
bergbaubeeinflusste Fließgewässer “***



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ministry of Regional Development
Ministry of Regional Development
Ministry of Regional Development



G.E.O.S. | INGENIEUR-
GESELLSCHAFT MBH

Gliederung

1. Hintergrund und Zielstellung des Teilprojektes
2. Grundlagen zu Eisen und Sulfat
 - Übersicht über das Untersuchungsgebiet
 - Gesetzliche Regelungen
 - Relevante Eintragspfade
 - Auswirkungen auf Schutzgüter
3. Statistische Auswertung Eisen und Sulfat in Oberflächen- und Grundwasser
4. Ausblick



Bergbau-Tätigkeit in Sachsen, Beispiel: Braunkohle

früher

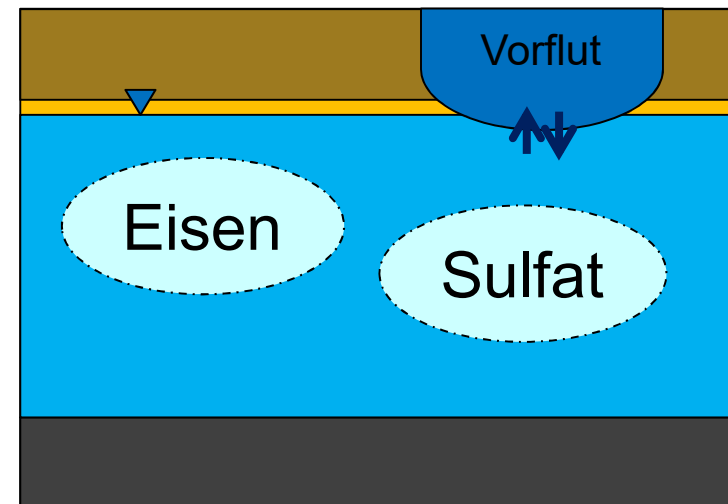
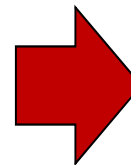
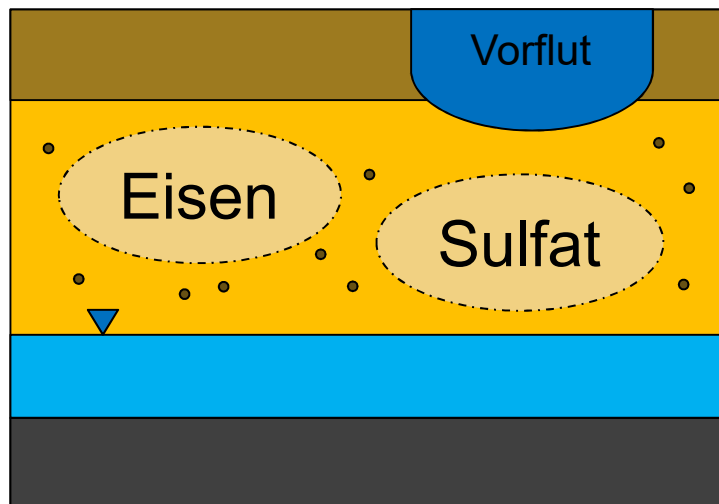
heute

Absenken Grundwasserspiegel

- Belüftung
- Verwitterung eisen-/sulfid-haltiger Nebengesteine

Grundwasserspiegelwiederanstieg

- Eisen und Sulfat gelangen in Fließgewässer

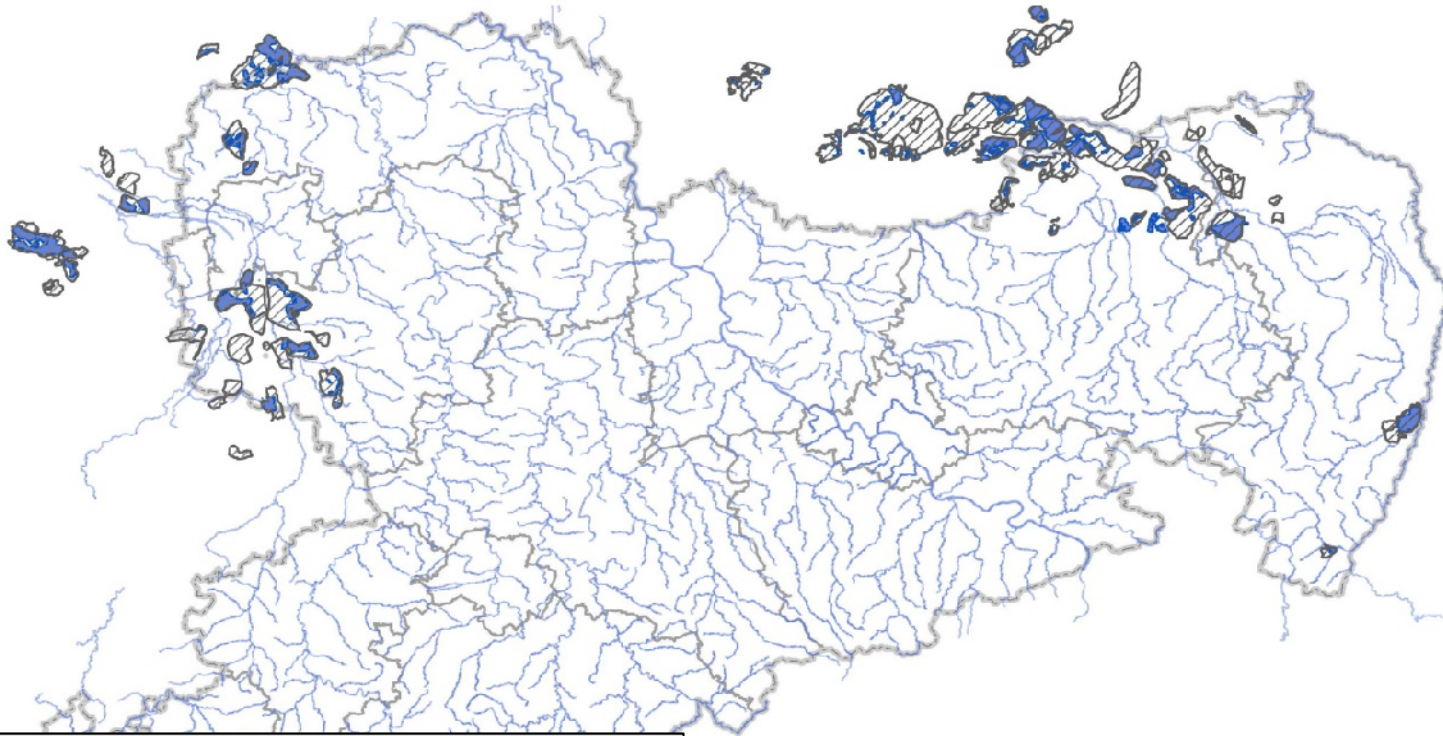


Ziele des Projektes:

- 1) Umfassende statistische Auswertung der Wassergütedaten von Sachsen hinsichtlich Eisen und Sulfat → Oberflächenwasser (OW) und Grundwasser (GW)
- 2) Identifikation und Dokumentation von Haupteintrittspfaden von Sulfat und Eisen in Grund- und Oberflächenwasser
- 3) Betrachtung von durch Erzbergbau beeinträchtigten Gebieten (inkl. Wismut) und Gebieten mit Altbraunkohlenbergbau (außerhalb Zuständigkeit der LMBV)
- 4) Recherche und Bewertung von Best-Practice-Verfahren zur Sulfat- und Eisenabreicherung

Übersicht - Untersuchungsgebiet

Landinanspruchnahme und Wasserflächen LMBV



Arbeitsumfang im TP

- Sächsische OWK
- ohne aktiven Braunkohlenbergbau und Zuständigkeit der LMBV

Legende

-  Landinanspruchnahme LMBV
-  Wasserflächen LMBV



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Abkürzungen: A-10, B-10, C-10
Stand: 9.4.2014 - 12.12.



G.E.O.S. | INGENIEUR-
GESELLSCHAFT MBH

- Gesetzliche Grundlage: EU-WRRL → keine verbindlichen Regelungen/UQN für Eisen und Sulfat
- Nationale Umsetzung:
 - OGewV 2016 für Oberflächengewässer → Orientierungswerte
 - GrwV 2010 (geändert 2017) für Grundwasser → Schwellenwerte
 - TrinkwV 2001 (geändert 2018) für Trinkwasser → Grenzwerte

Gesetzliche Regelung	Eisen	Sulfat
TrinkwV 2001, Anlage 3 (Grenzwert)	0,2 mg/L	250 mg/L
GrwV 2010, Anlage 2 (Schwellenwert)	-	250 mg/L

Orientierungswerte für Eisen und Sulfat in Bezug auf die Fließgewässertypen in Sachsen (Auszug aus: LAWA-RaKon 2015)
→ **guter Zustand der Gewässer**

Fließgewässertypgruppen in Sachsen	LAWA-Fließgewässertypen	SO ₄ [mg/L] MW/Jahr	Fe [mg/L] MW/Jahr	
Silikatische und karbonatische Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1 (silikatisch)	75	0,7	Mittelgebirge
	6 / 7 / 19 (karbonatisch)	220	0,7	
	9	75	0,7	
	9.2 / 10	220	0,7	
	11 (basenarm)	75	0,7	
Kleine bis mittelgroße silikatische Flüsse des Mittelgebirges	11 (basenreich)	220	0,7	
Große Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	14 / 16 (silikatisch)	140	1,8	
	14 / 16 (karbonatisch) / 18 / 19	200	1,8	
Organische Bäche und Flüsse des Mittelgebirges	15 / 17	200	1,8	
Silikatische und karbonatische Bäche des norddeutschen Tieflandes	15_g / 20	200	1,8	Tiefland
Kleine bis mittelgroße silikatische und karbonatische Flüsse des norddeutschen Tieflandes	11 (basenarm)	75	1,8	
	11 (basenreich)	140	1,8	
Große Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflandes				
Organische Bäche und Flüsse des norddeutschen Tieflandes				

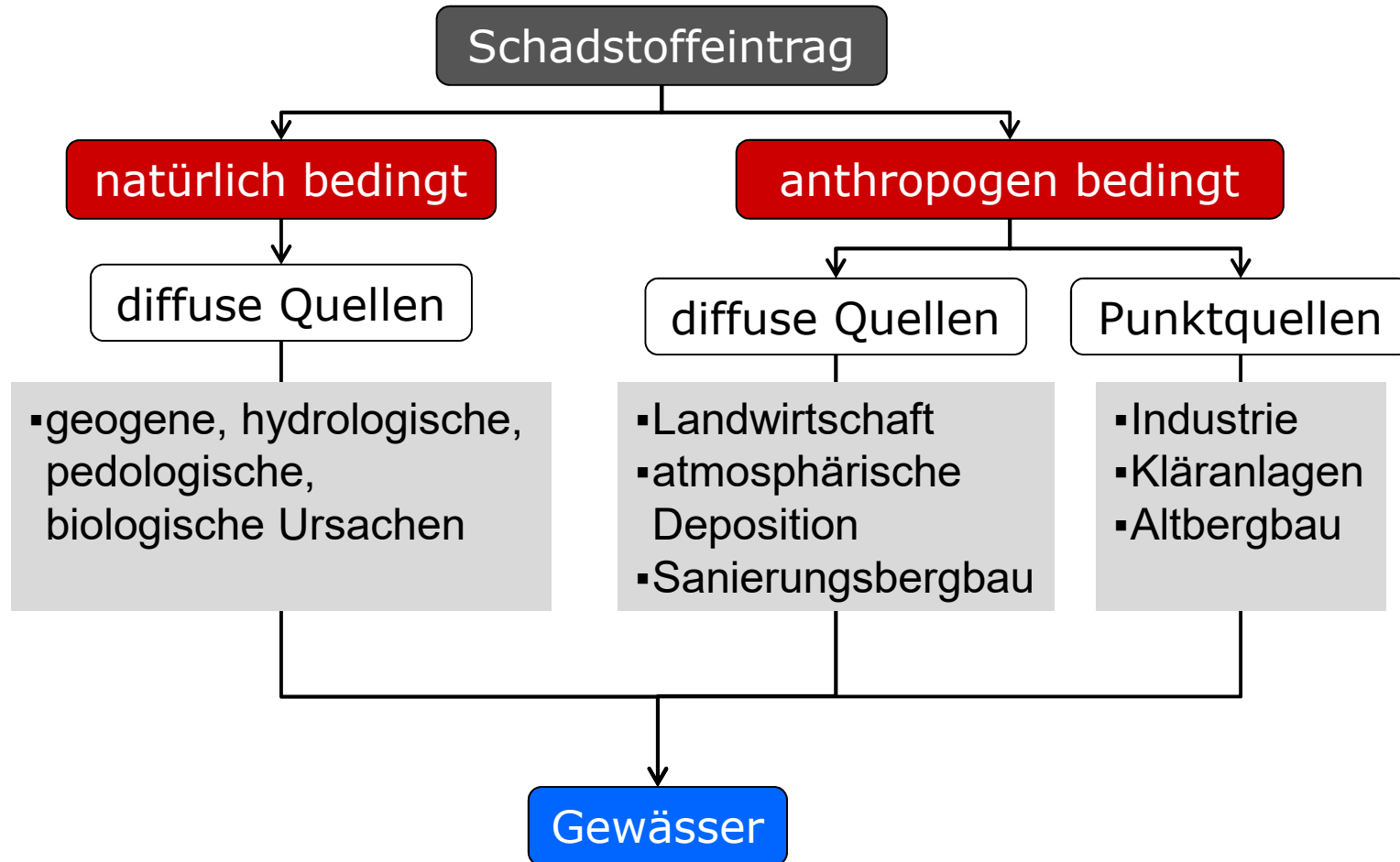
Hintergrundwerte für Eisen und Sulfat in Bezug auf die Fließgewässertypen in Sachsen (Auszug aus: LAWA-RaKon 2015)
→ **sehr guter Zustand der Gewässer**

Fließgewässertypgruppen in Sachsen	LAWA-Fließgewässertypen	SO ₄ [mg/L] 90-Perzentil	Fe [mg/L]
Silikatische und karbonatische Bäche des Mittelgebirges	5 / 5.1 (silikatisch)	≤ 25	k.A.
	6 / 7 / 19 (karbonatisch)	≤ 25	k.A.
Kleine bis mittelgroße silikatische Flüsse des Mittelgebirges	9	≤ 25	k.A.
Große Flüsse und Ströme des Mittelgebirges	9.2 / 10	≤ 25	k.A.
Organische Bäche und Flüsse des Mittelgebirges	11 (basenarm)	≤ 25	k.A.
	11 (basenreich)	≤ 25	k.A.
Silikatische und karbonatische Bäche des norddeutschen Tieflandes	14 / 16 (silikatisch)	≤ 25	k.A.
	14 / 16 (karbonatisch) / 18 / 19	≤ 25	k.A.
Kleine bis mittelgroße silikatische und karbonatische Flüsse des norddeutschen Tieflandes	15 / 17	≤ 25	k.A.
Große Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflandes	15_g / 20	≤ 25	k.A.
Organische Bäche und Flüsse des norddeutschen Tieflandes	11 (basenarm)	≤ 25	k.A.
	11 (basenreich)	≤ 25	k.A.

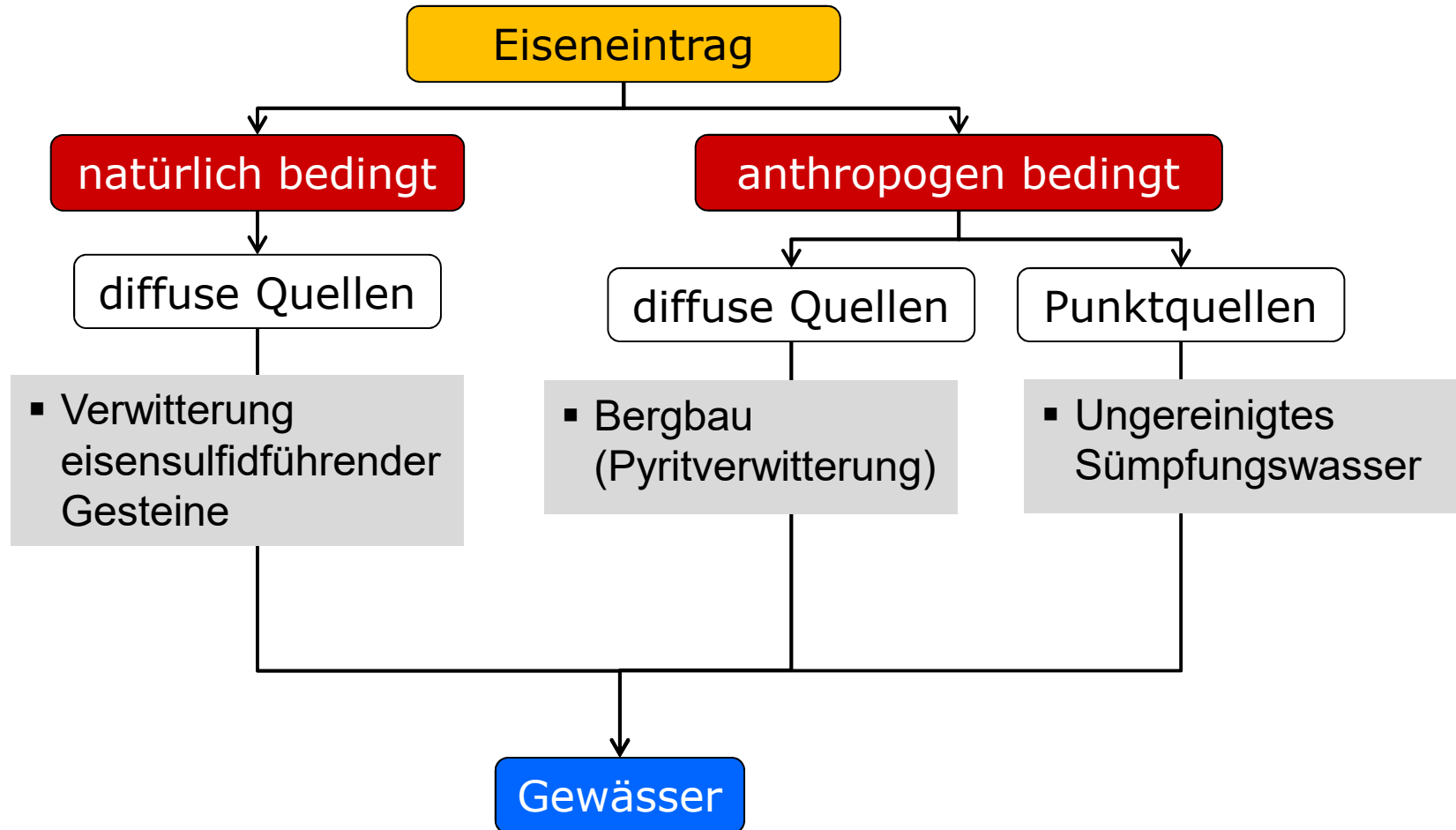
Mittelgebirge

Tiefland

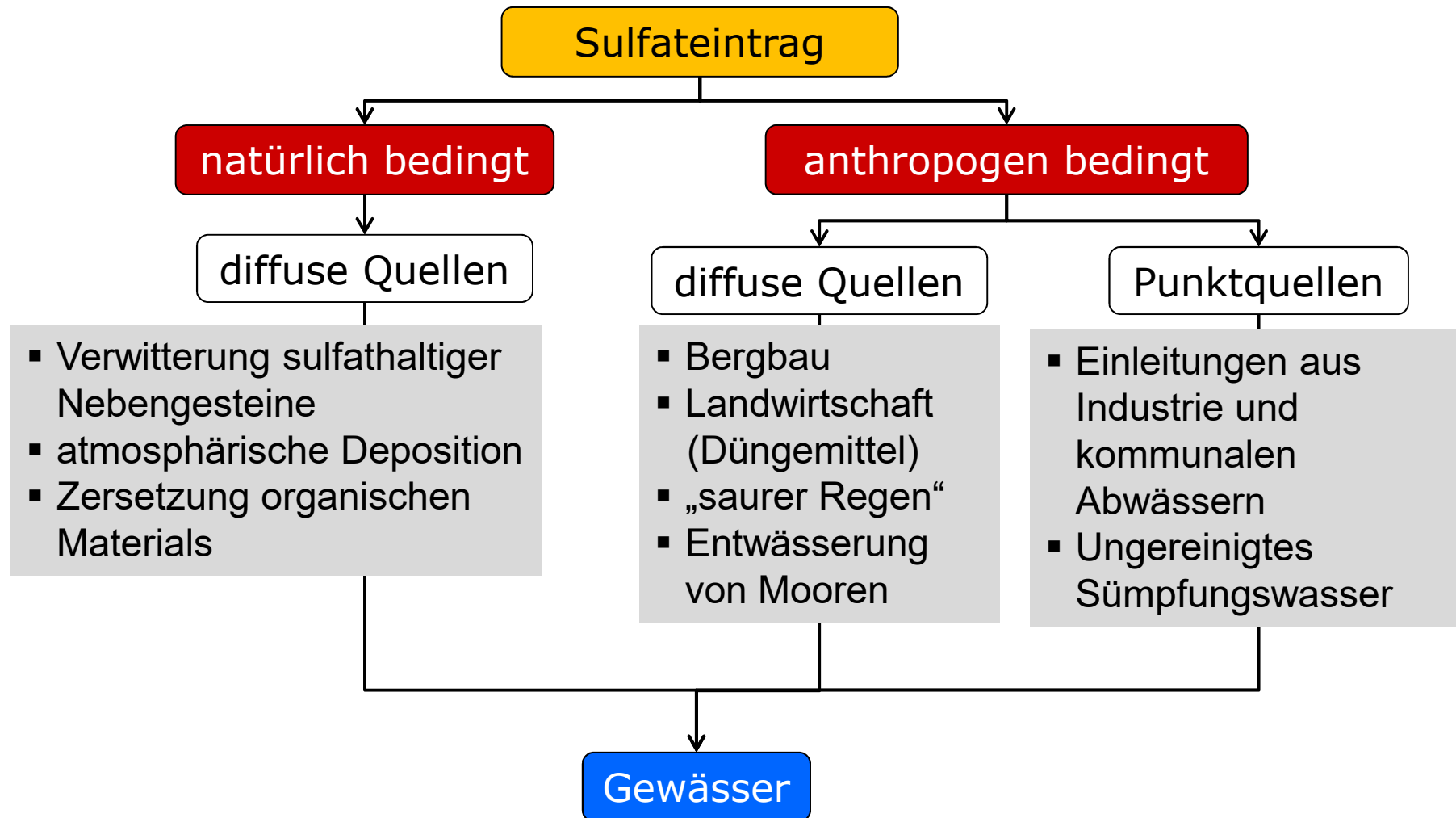
Stoffeinträge in Grund- und Oberflächenwasser



Eintragsquellen von Eisen

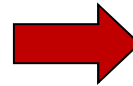


Eintragsquellen von Sulfat



Auswirkungen auf Schutzgüter

Erhöhte Konzentrationen an Eisen und Sulfat



Gefahr für Schutzgüter

Schutzgut	Eisen	Sulfat
Menschliche Gesundheit	▪ Kaum toxisch ▪ gesundheitsgefährdend (> 50 – 100 mg Fe/Tag, BMVBW 1995)	▪ Trinkwasserversorgung ▪ Verdauungsstörungen (> 600 mg/L, Backer 2000)
Biozönose	z.B.: ▪ Toxische Wirkung von Fe^{2+} (Beeinträchtigung O_2-Haushalt) ▪ Zurückgehende Abundanz und Artenvielfalt	z.B.: ▪ Störung Osmoregulation ▪ Direkte/indirekte Toxizität (Bildung H_2S, beeinflusst Zusammensetzung MZB-Gemeinschaft)
Umwelt	▪ Wassertrübung bzw. Eisenausfällungen (eingeschränkte Fotosyntheseleistung von Makrophyten)	▪ Re-Eutrophierung durch Freisetzung von Phosphat ▪ Reduzierung pH-Wert (Versauerung der Gewässer)
Sachgüter		▪ Schädigung der Infrastruktur („Zementbazillus“)



Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung. Evropská unie. Evropský fond pro regionální rozvoj.



Abholzerstr. 40/60
1080 Wien
Tel. 01 470 14 100



G.E.O.S.

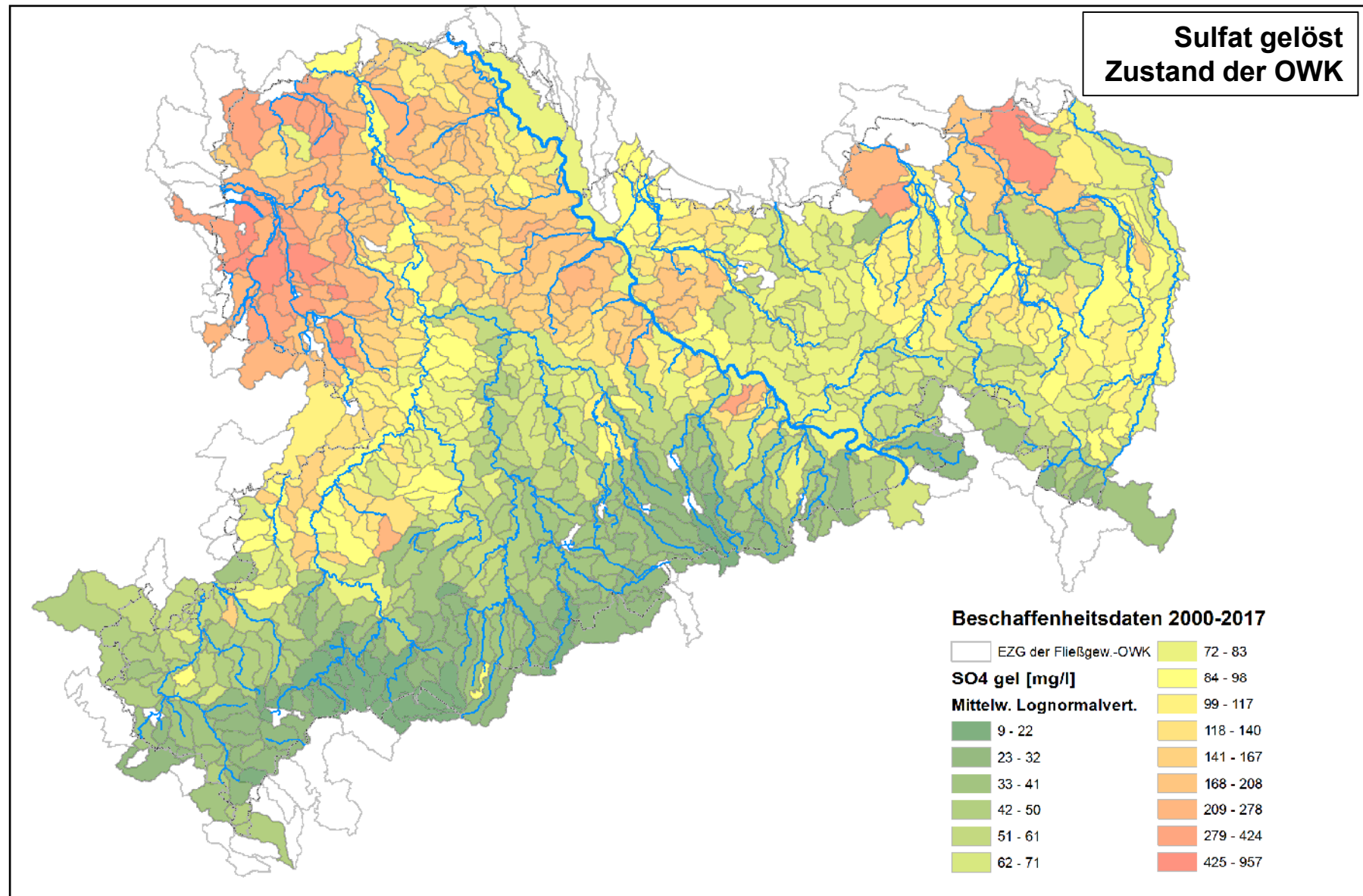
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

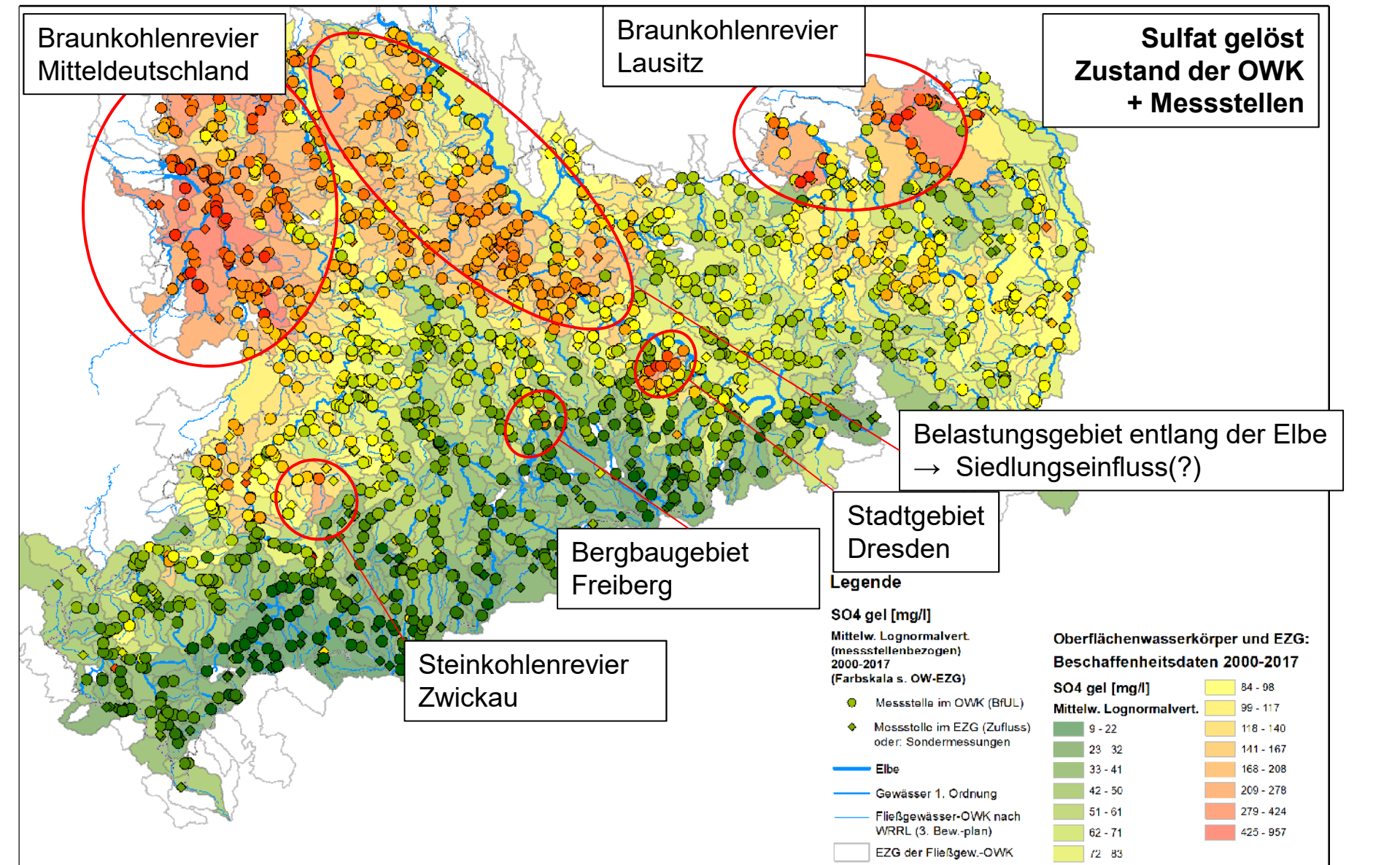
Satistik:

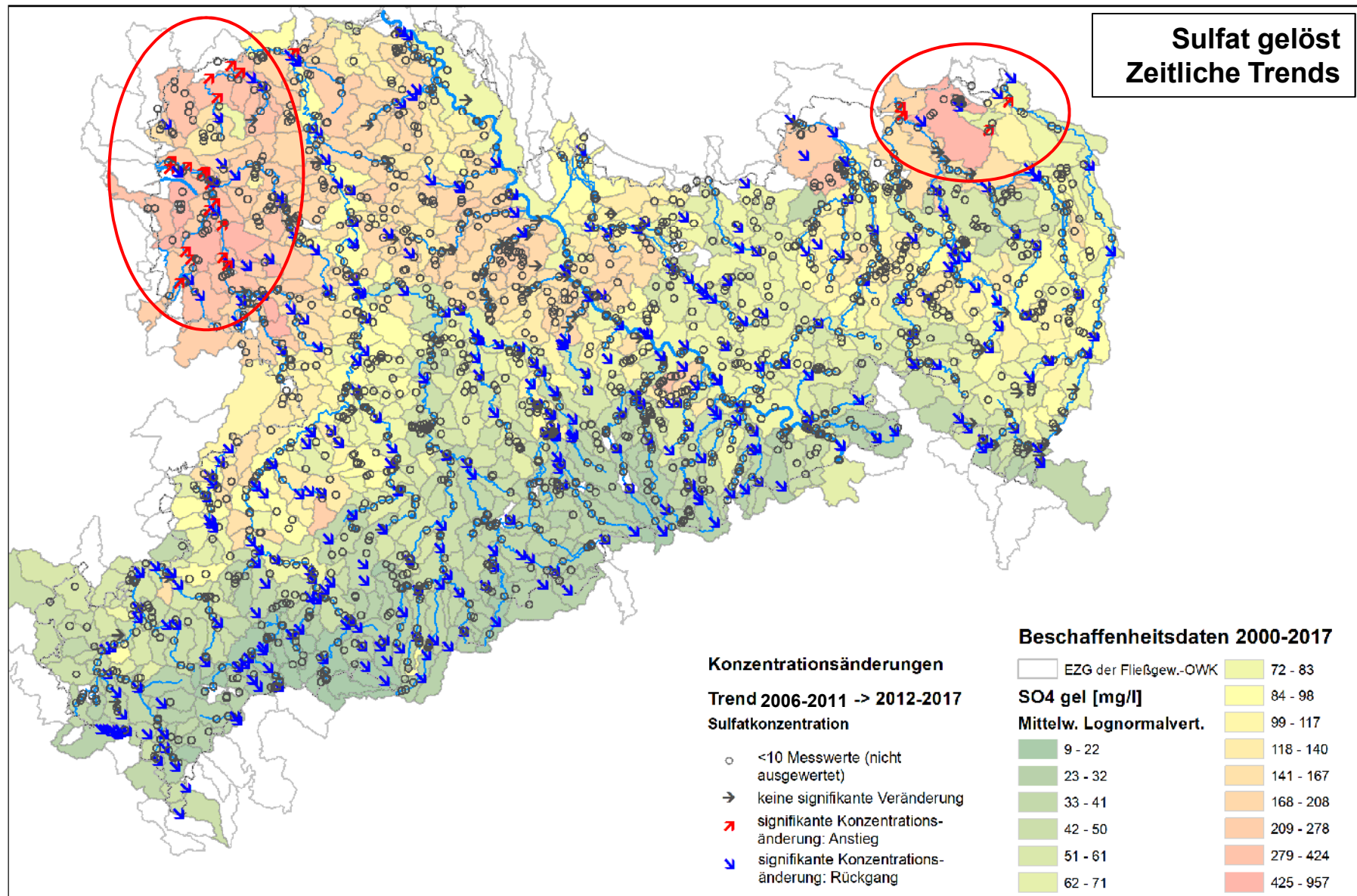
- Auswertung der Messstellen im unmittelbaren Einzugsgebiet eines Oberflächenwasserkörpers (OWK)
- Auswertung der Daten von Januar 2000 bis November 2017
- für Werte unter der Nachweisgrenze wurde die halbe Nachweisgrenze verwendet
- die Werte wurden logarithmiert, anschließend wurden die arithmetischen Mittelwerte berechnet und diese wurden als letzten Schritt wieder zurückgerechnet (das Ergebnis entspricht dem Mittelwert der Lognormalverteilung)
- weiterhin wurden berechnet: Min, Perzentile der Lognormalverteilung 10 %, 25 %, 50 %, 75 %, 90 %, Max, Anzahlen, Summe, arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung

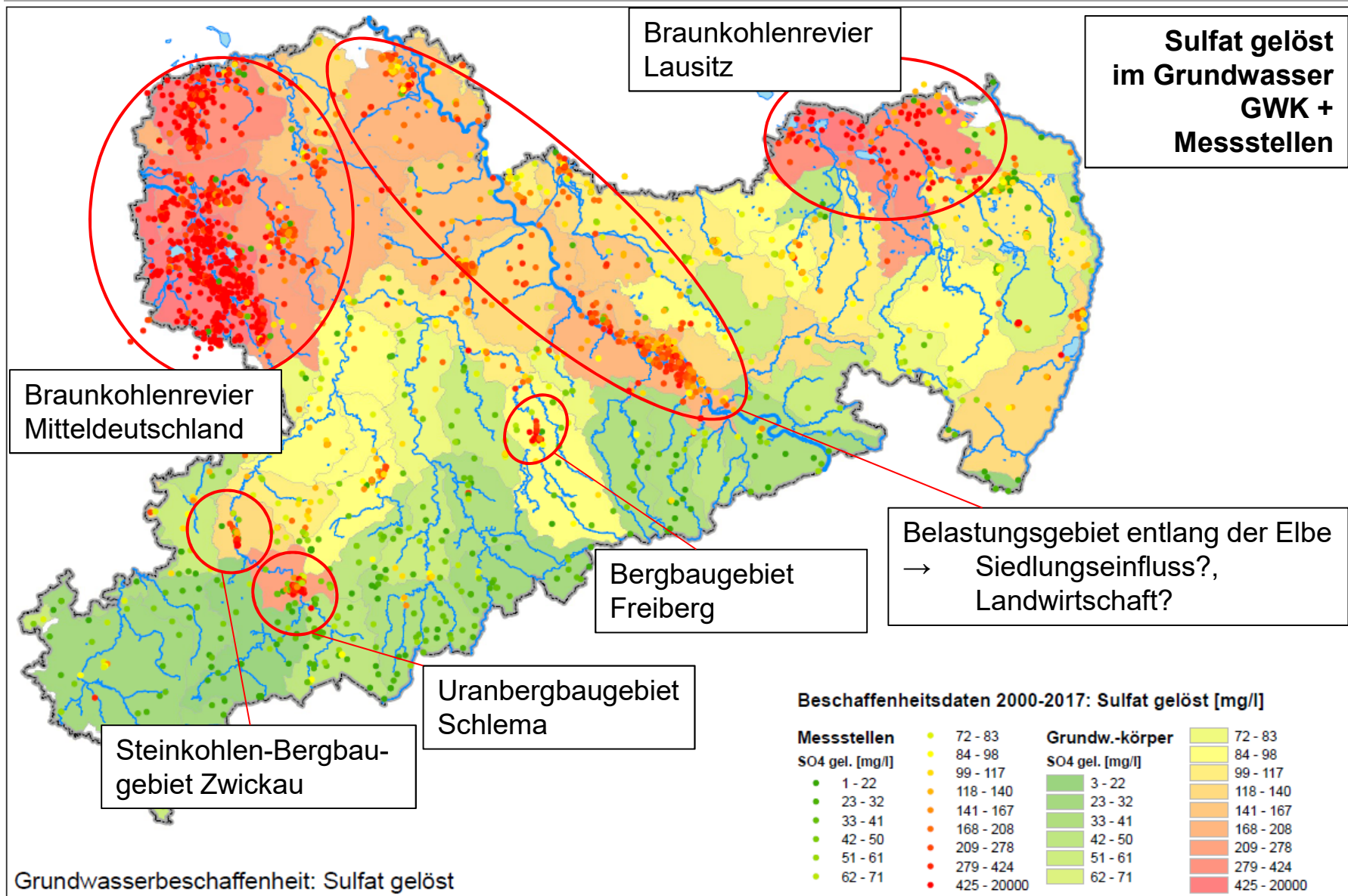
Weitere Auswertung:

- Klassifizierung der OWK
- Berechnung von Trends (zeitliche Entwicklung)









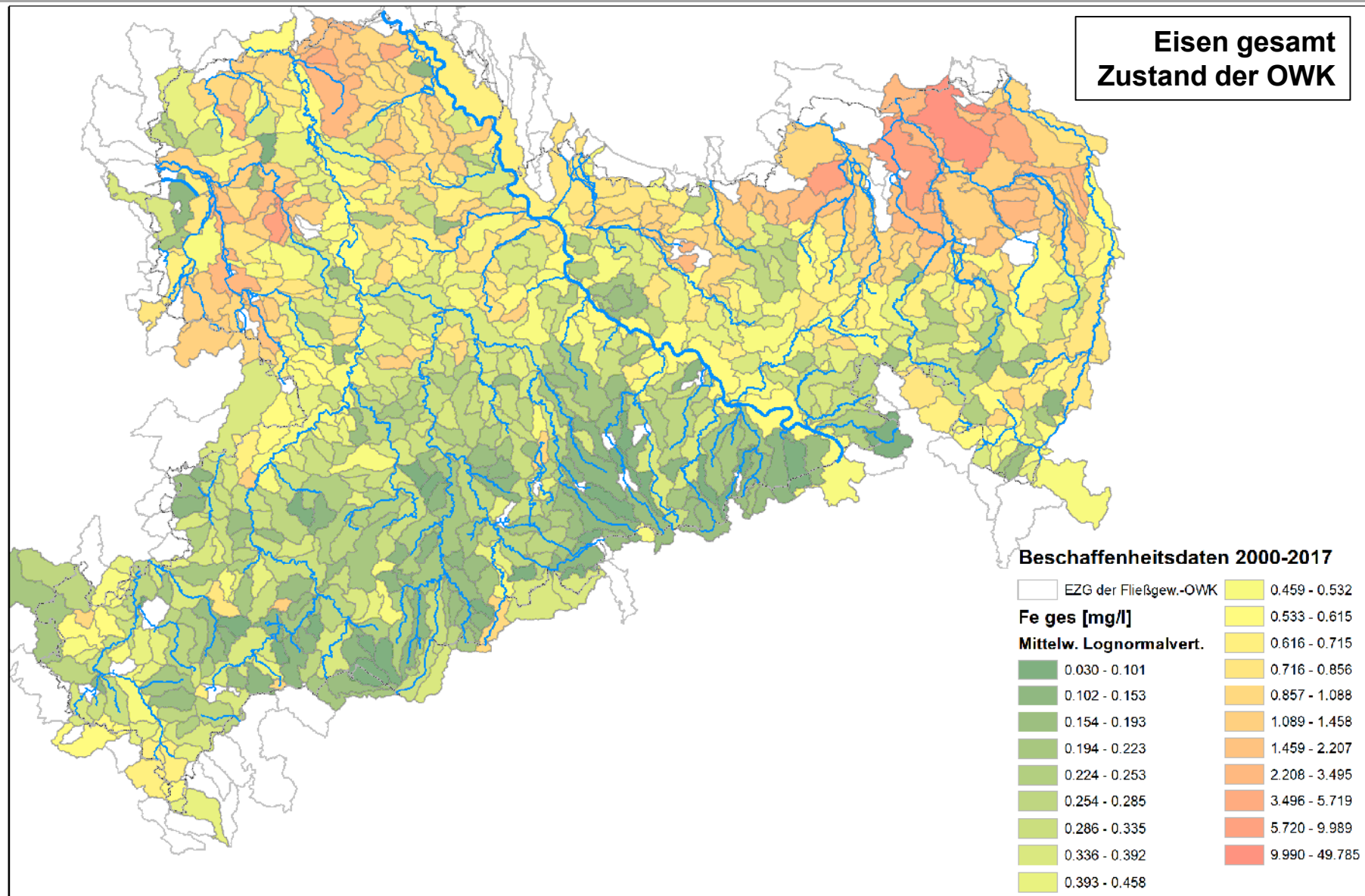
Ergebnisse

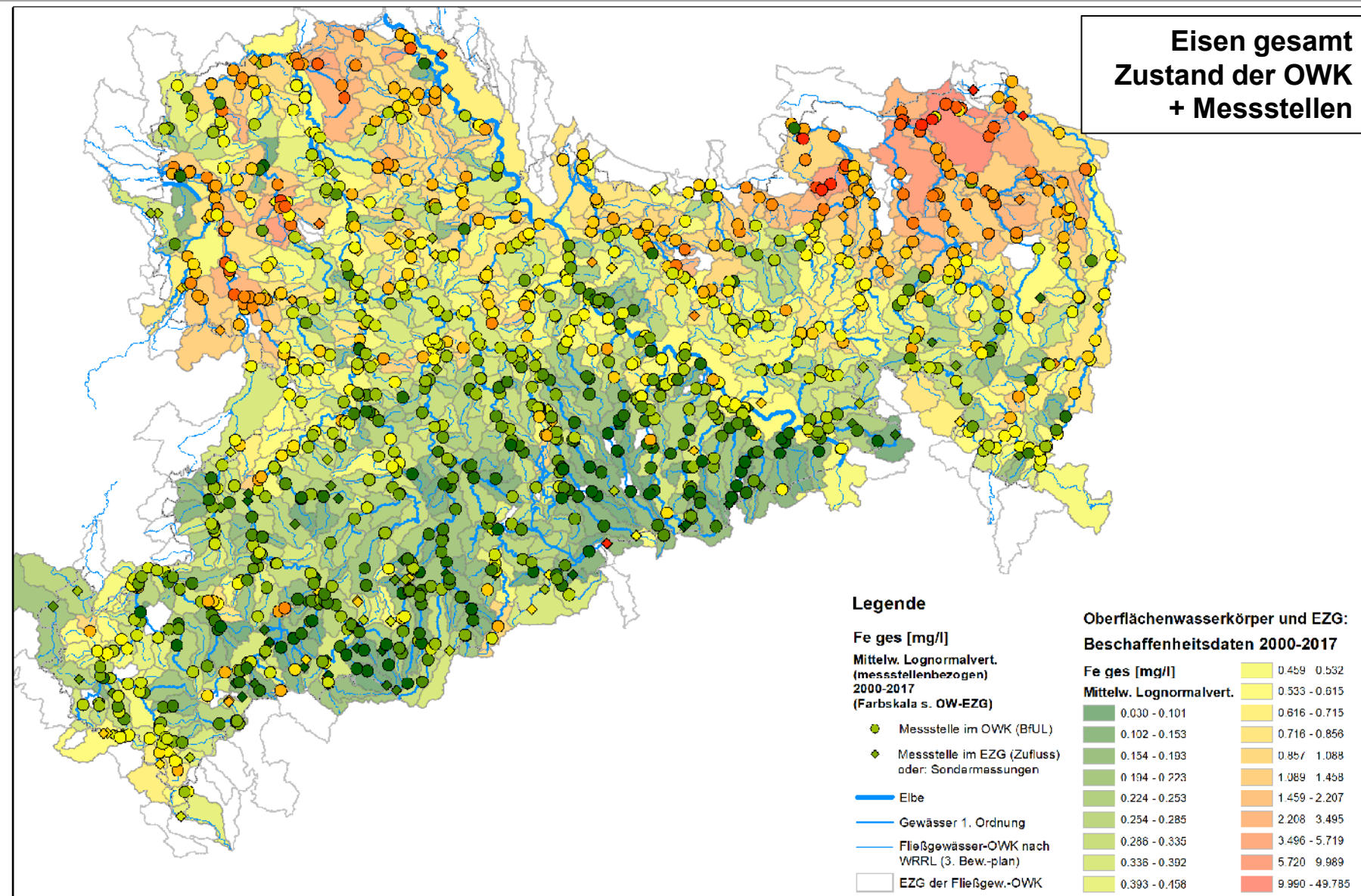
Beschaffenheit der Oberflächenwasserkörper

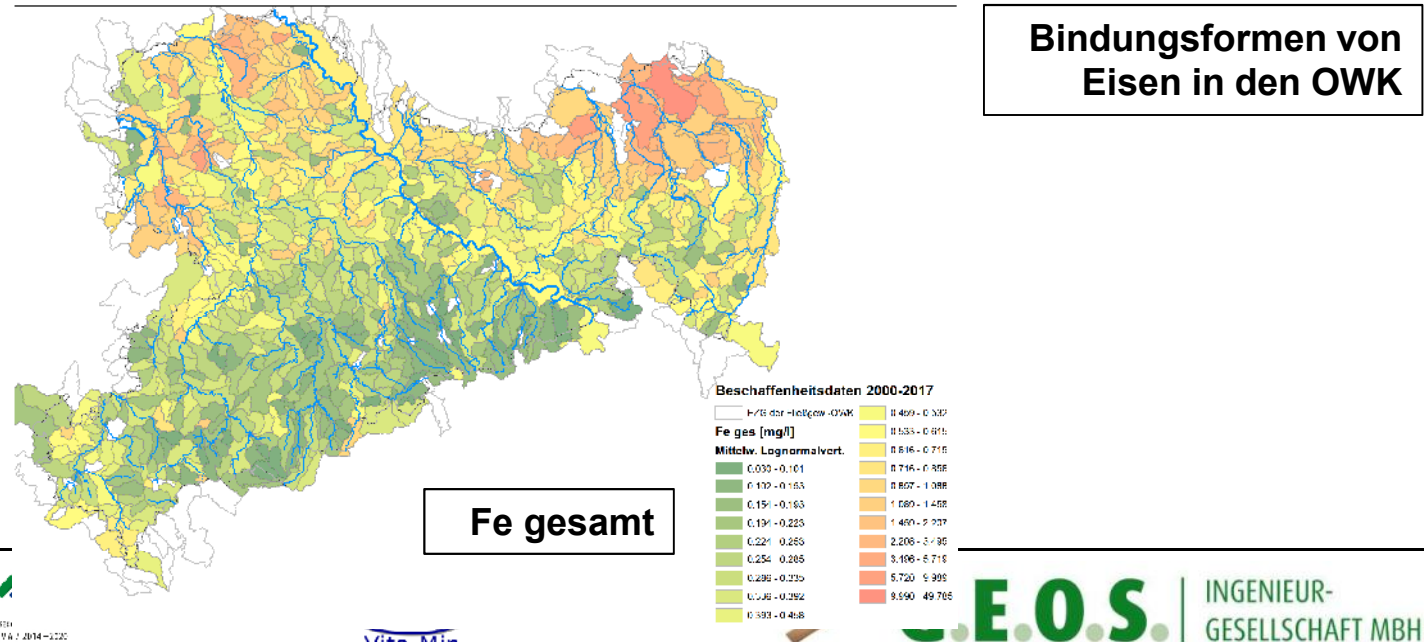
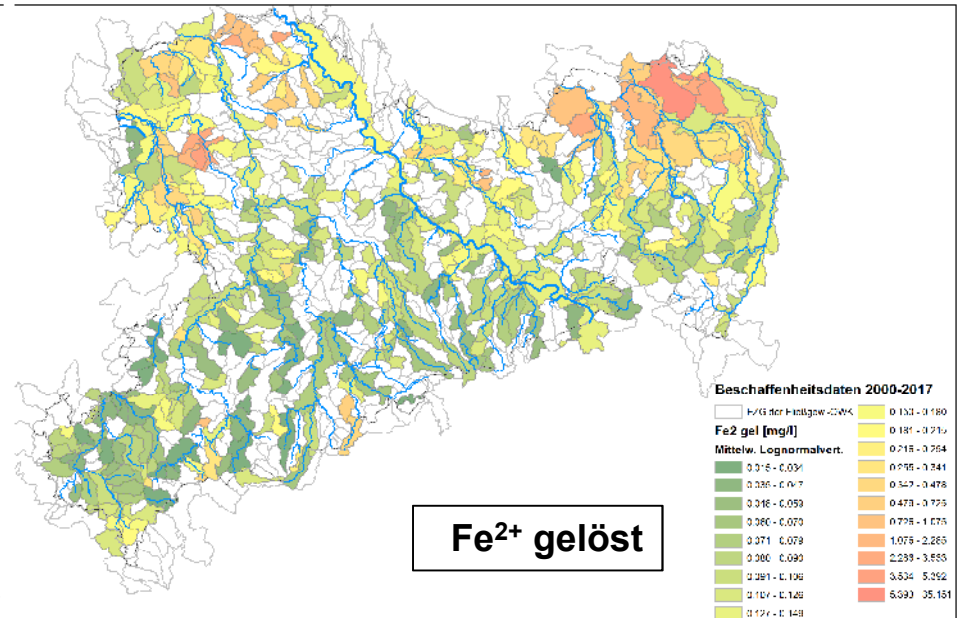
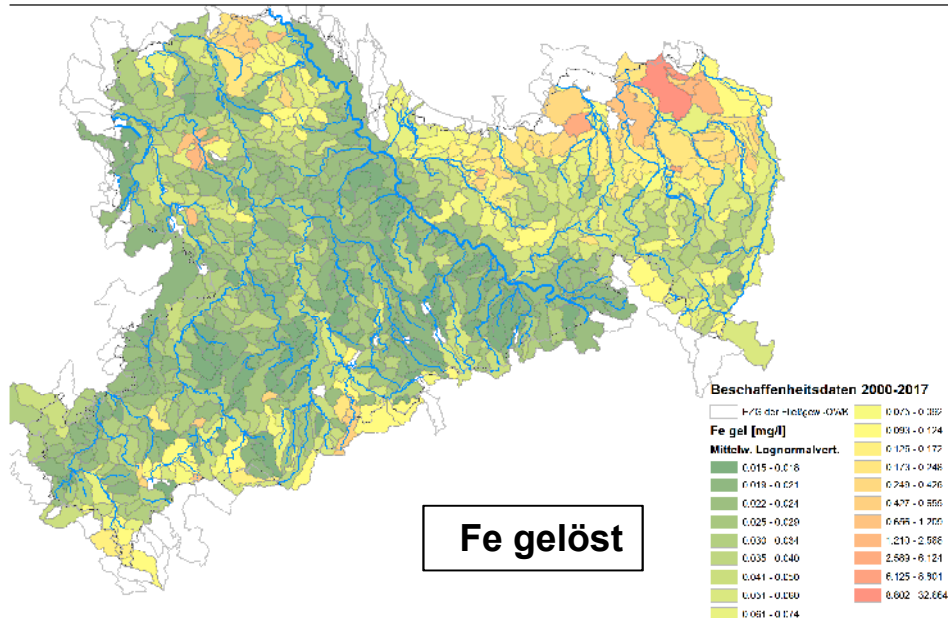
1. Am deutlichsten zeichnen sich die Braunkohlenbergbaugebiete ab.
2. Weiterer wesentlicher Einflussfaktor scheint „Besiedelung“ zu sein.
3. Einfluss des Erzbergbaus zeigt sich in Beschaffenheit der OWK nur wenig

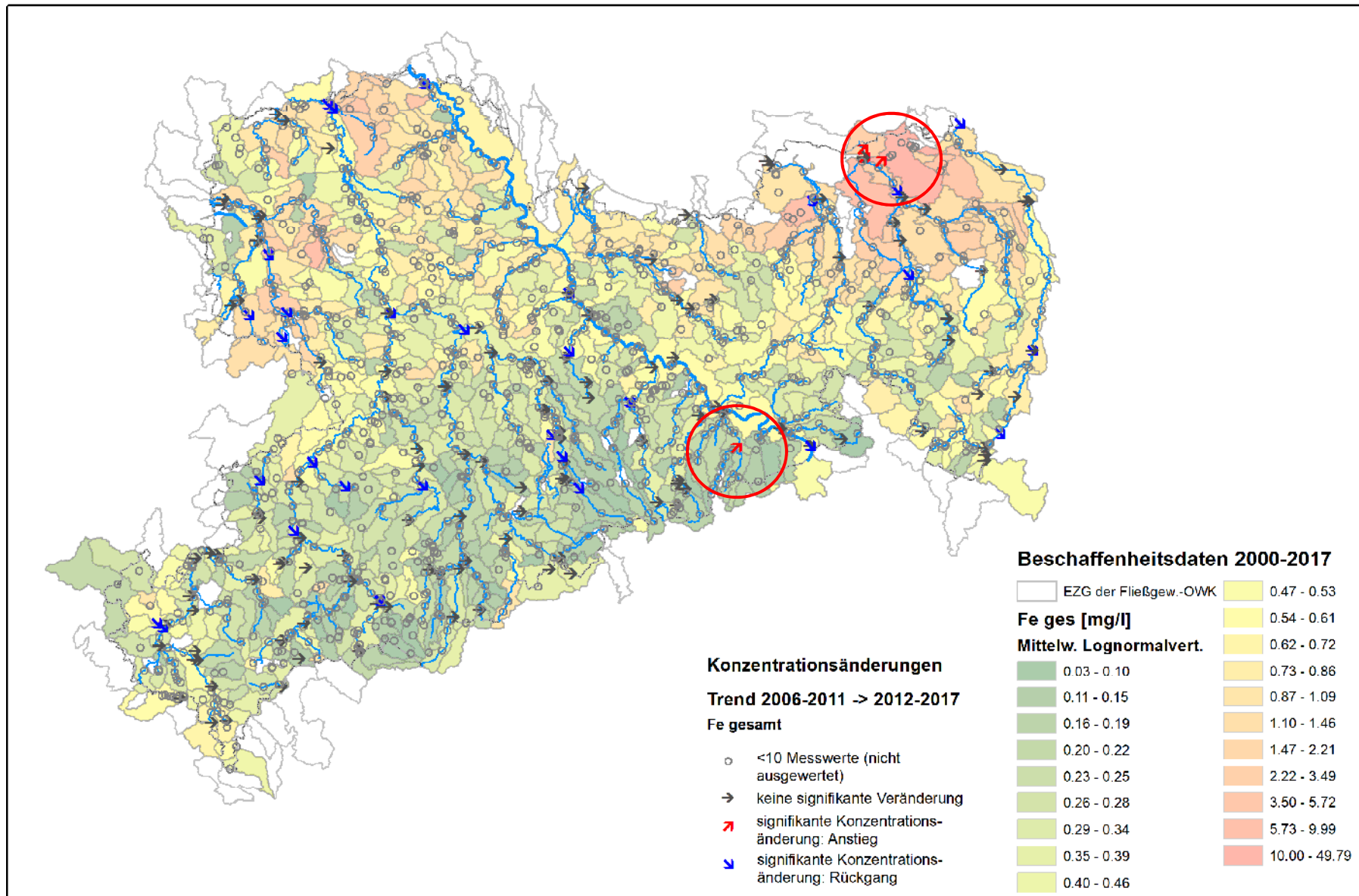
Beschaffenheit der Grundwasserkörper

1. In Beschaffenheit der Grundwassermessstellen zeigen sich Einflüsse deutlicher.
2. Braunkohlenbergbaugebiete und Besiedlung zeichnen sich deutlich ab.
3. Bedeutende Erzbergbaugebiete zeichnen sich ab.

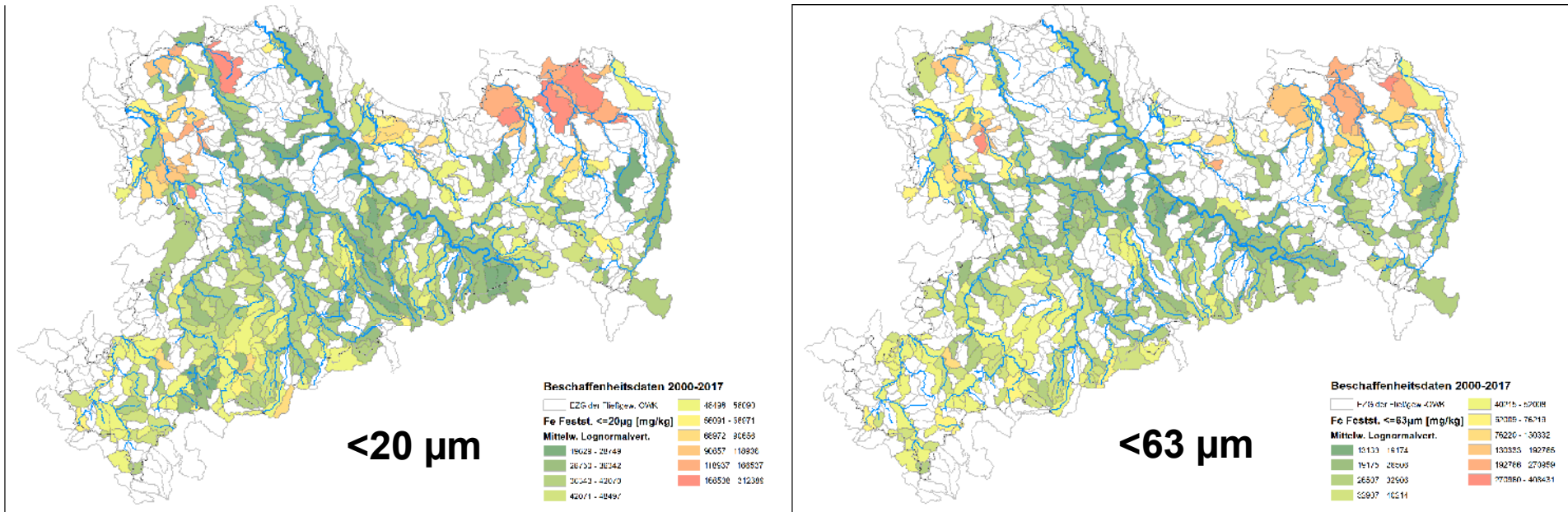








Eisen in den Fließgewässer-Sedimenten (Kornfraktion <63 µm und <20 µm)



- vollständige Darstellung für Sachsen nicht möglich (lückenhafte Datenbasis)

Übersicht Behandlungssysteme bergbaubelasteter Wässer

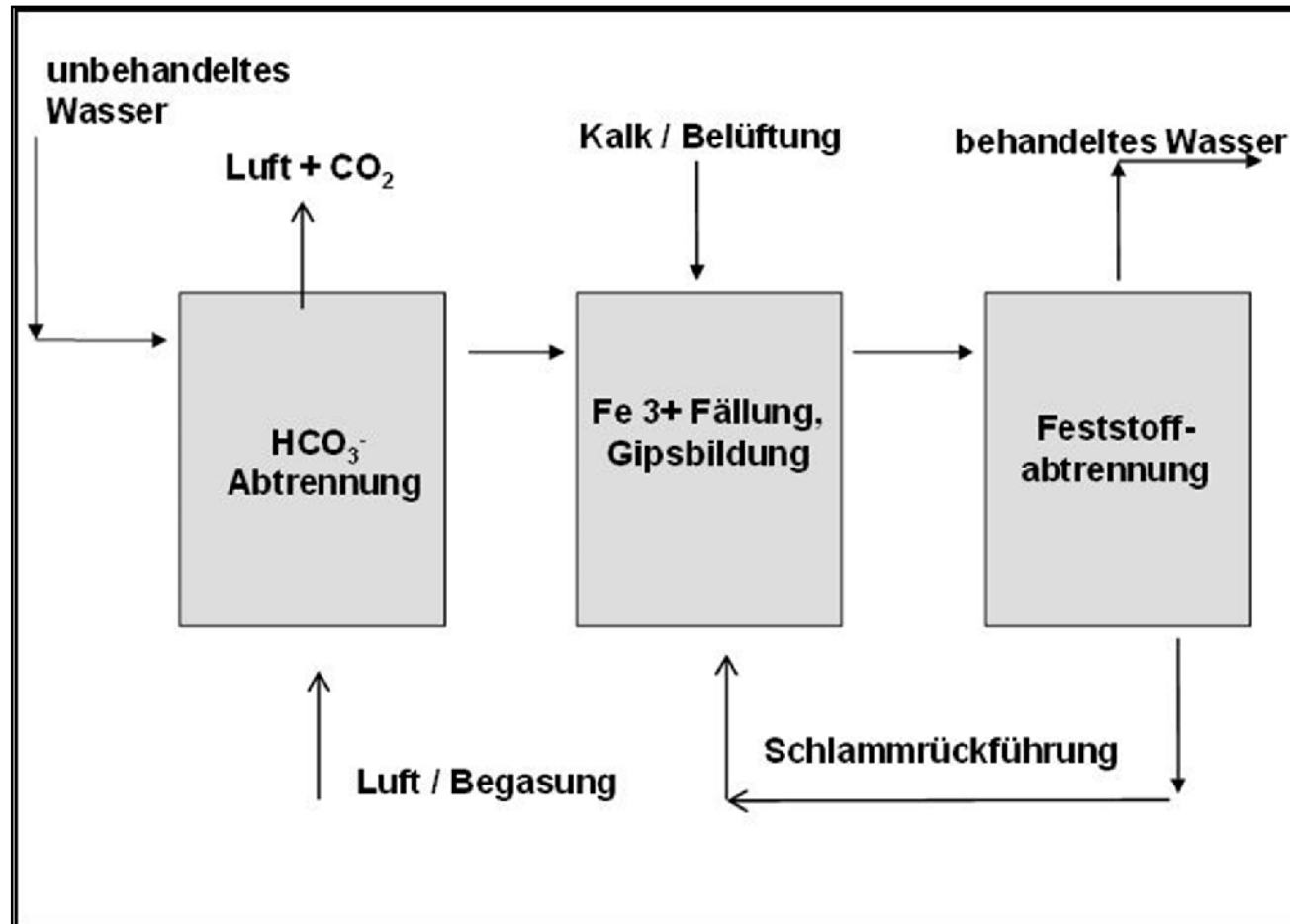
1. Passive Verfahren

- **Aerobe Wetlands**
- **Anaerobe Wetlands**
- **Mechanische Verfahren**

2. Aktive Verfahren

- **Chemisch: z.B. Fällung mit Kalk**
- **Physikalisch: z.B. Ionenaustauscher**
- **Biologisch: z.B. Biooxidation**

Fällung mit Kalk nach Vorbehandlung durch Strippen (mechanische Entsäuerung)



pH 7 - 9

Fe,... CaCO₃,
CaSO₄ haltiger
Schlamm

Best-Practice-Verfahren - Beispiele

Abtrennung von	Prozess	Vorteile	Nachteile
Eisen und Sulfat	Fällung mit Kalkhydrat oder Kalkmilch (Gipsfällung)	• robustes, störungsarmes, erprobtes Verfahren • kostengünstig	• bei hohen HCO₃- Gehalten zusätzlicher Kalkverbrauch • Schlammanfall und Schlammentsorgung
Sulfat	HDS-Verfahren (high density sludge Fällungsverfahren mit Kalkhydrat)	• hohe Schlammdichte, • geringes Schlammvolumen • robustes, störungsarmes, erprobtes Verfahren	• Verfahrenstechnischer Aufwand für Schlammkreislauf • Schlammanfall und Schlammentsorgung
Eisen	Eisen(II)- und/oder Eisen(III)-Filtration	• Geringe Betriebskosten • keine chemische Regeneration nötig	• Entsäuerung notwendig



Weitere Arbeiten

- Detaillierte Analyse der Eintragspfade und Eintragsquellen
- Quantifizierung der Einträge durch Einbeziehung der Durchflussdaten zur Berechnung der Eisen-und Sulfatfrachten
- Erweiterung der Trend-Betrachtungen zur Prognose der Entwicklung der Eisen- und Sulfatkonzentrationen
- Erarbeitung eines Konzeptes für ein optimiertes Monitoring zur Erfassung der Belastungen
- Bewertung der Best-Practice Verfahren zur Sulfat- und Eisenabreicherung

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Děkuji vám za pozornost!



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Obhospodřování a výstavba
vlastní a cizí



G.E.O.S. | INGENIEUR-
GESELLSCHAFT MBH