

Sanierungsbergbau

Vorlesung



Sommersemester 2023

I. Einleitung

II. Grundlagen

- Bergrecht / Wasserrecht
- Bergwirtschaft
- Geologie / Lagerstätten
- Tagebauentwicklung
- Beispiel Sanierung Berzdorf

III. Braunkohlesanierung / Wiedernutzbarmachung

- Geotechnische Sicherheit
- Altlasten
- Rekultivierung / Renaturierung
- Herstellung eines ausgeglichenen Wasserhaushalts / Klimafragen
- Schlussfolgerungen

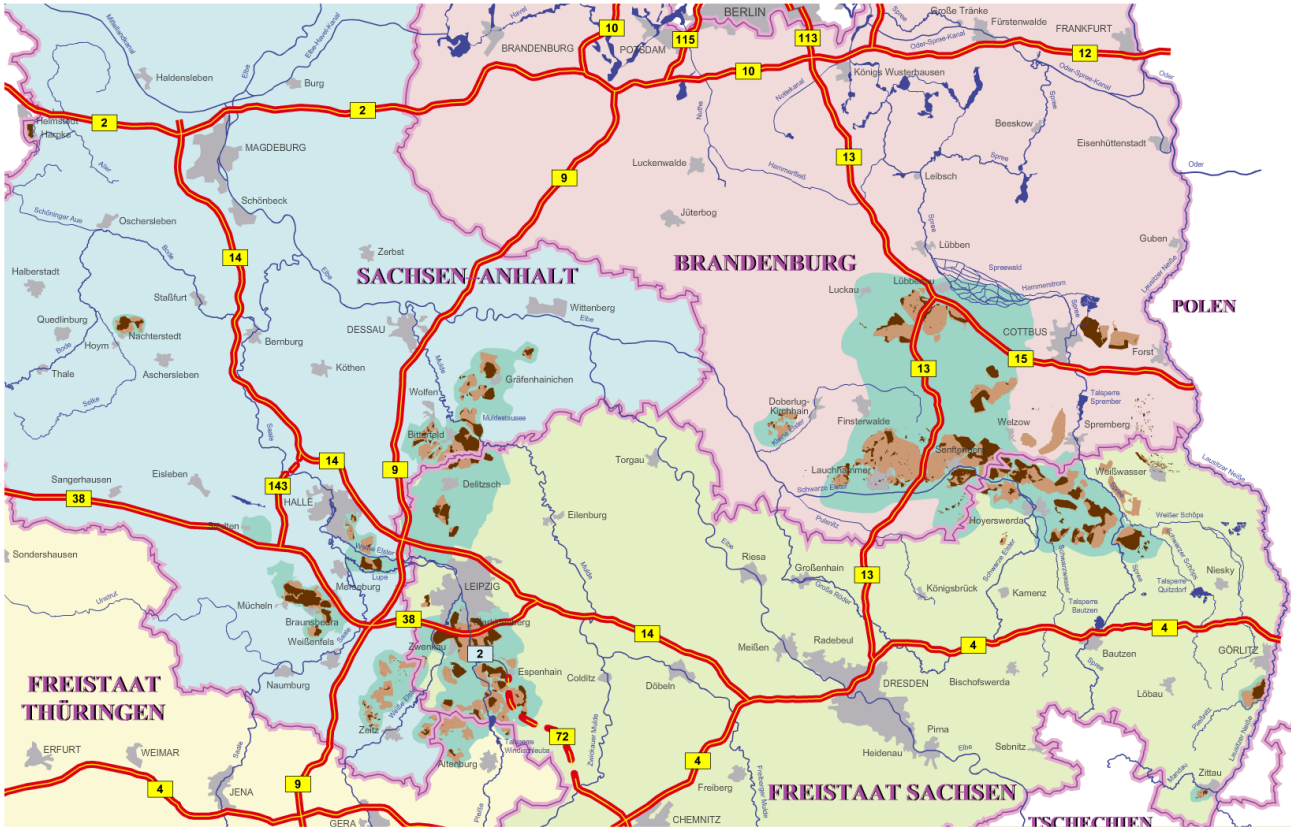
III. Nachbergbauliche Aufgaben im Untertagebergbau

- Halden / Absetzanlagen
- Salzlaststeuerung Kalirevier Südharz
- Bergschäden / öffentliche Sicherheit
- Neuauffahrung Steinbachstollen
- Tagesbruch Staßfurt

IV. Fazit

- Das Ende der Bergaufsicht?

Herstellung eines ausgeglichenen Wasserhaushalts / Klimafragen



- Europäischen Mitgliedsstaaten und Ihre Behörden sind zum Gewässerschutz verpflichtet.
- Nicht nur die chemischen Wasserqualität, sondern auch die ökologischen Komponenten (Tiere und Pflanzen im Gewässer) und die Gewässerstrukturen.

- **Ziele der Richtlinie** sind im Wasserhaushaltsgesetz/Landeswassergesetze
- Behörden haben dafür zu sorgen, dass bis 2027
 - ❖ **guten chemischen und mengenmäßigen Zustands im Grundwasser** (§47 WHG)
 - ❖ **guten ökologischen Potenzials und guten chemischen Zustands** für künstliche und **erheblich veränderte Gewässer** (§ 27 WHG).

- Behörden der Mitgliedstaaten müssen die Ziele der Richtlinie alle 6 Jahre überprüfen und in den **Bewirtschaftungspläne** und die Maßnahmenprogramme dokumentieren.

- Wo dies nicht möglich ist, sind **Ausnahmen** im WHG vorgesehen, die im Bewirtschaftungsplan begründet werden müssen:
 - § 29 Fristen(-verlängerung) zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele
 - § 30 weniger strenge Bewirtschaftungsziele
 - § 31 Ausnahmen von den Bewirtschaftungszielen für GW und OW Körper.

Rechtlicher Rahmen und Verwaltungsregeln

zum Schutz der Gewässer und zur Festlegung der Werte bei Einleitung von industriellen Abwässern

Wasserahmenrichtlinie der Europäischen Union, EU-WRRL (2000)

Regelungen u.a. mit der Zielsetzung:

„Schützen, Verbessern und Sanieren alle Oberflächenwasserkörper“, um für sie „einen guten physischen, chemischen und ökologischen Zustand zu erreichen“

**Deutschland: Wasserhaushaltsgesetz des Bundes WHG (2009) und der Bundesländer
Umsetzung der EU-WRRL in Landesrecht in EU-Ländern**

Wasserrecht-Behörden der Bundesländer

- ➔ **Bestimmung des aktuellen physikalischen, chemischen und ökologischen Status jeden Gewässers, z.B. den chemischen Status an Hand der Grenzwerte für die in den EU-WRRL ausgewiesenen chemischer Substanzen (siehe Annex X, IX der WRRL, derzeit ausgewiesen für 45 prioritäre Substanzen)**
- ➔ **Erstellung und Umsetzung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen für Flußgebiets-einheiten für 6-Jahre Zyklen mit der Zielstellung, den Status der Gewässer laufend zu verbessern, insbesondere unter Beachtung der Grundsätze zum:**
 - ➔ **Verschlechterungsverbot: Vermeide die Verschlechterung des derzeitigen physikalischen, chemischen und ökologischen Zustand**
 - ➔ **Verbesserungsgebot: Erhalte und verbessere den derzeitigen physikalischen, chemischen und ökologischen Zustand**

Rechtlicher Rahmen und Verwaltungsregeln

zum Schutz der Gewässer und zur Festlegung der Werte bei Einleitung von industriellen Abwässern

Festlegung der Orientierungswerte für die Einleitung bergbaulicher Abwässer durch die Wasserrecht-Behörde unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Bergbaubetriebs (stark vereinfacht)

Liegen die mit Bezug auf die Schadstoffe der bergbaulichen Abwässer relevanten Flusswasser-Parameter unter den derzeitigen bzw. künftigen Zielwerten der Bewirtschaftungspläne und entspricht die Wasserbehandlungsanlage des Bergbaubetriebs dem aktuellen Stand der Technik?

- ✓ Falls ja: Derzeit kein Handlungsbedarf für eine Neufestsetzung der Orientierungswerte, Überprüfung der Verhältnisse im nächsten 6-Jahreszyklus
- ✗ Wenn nein: Ist es nach dem Stand der Technik möglich und wirtschaftlich vertretbar bzw. Zumutbar, durch Modernisierung der Wasserbehandlungsanlage die Orientierungswerte für die Einleitung der Abwässer zu verbessern?
- ✓ Wenn ja: Lege, nach fachlichen Erörterungen mit dem Betrieb, die neuen Grenzwerte, zumindest zunächst als sogenannte "Orientierungszielwerte" fest, die ab einen noch festzulegenden Zeitpunkt verbindlich sein sollen.
- ✗ Wenn ja: Überprüfe die Verhältnisse im nächsten 6-Jahreszyklus

Herstellung eines ausgeglichenen Wasserhaushalts

Grundwasser

- Beseitigung Grundwasserdefizit (12.7 Mrd. m³)
- Flutung Bergbaufolgeseen mit gutem chemischen Zustand und gutem ökologischen Potential

Oberflächengewässer

- Mengen- und Qualitätssicherung bergbaulich beeinflusster Oberflächengewässer
- Renaturierung von Gewässerabschnitten

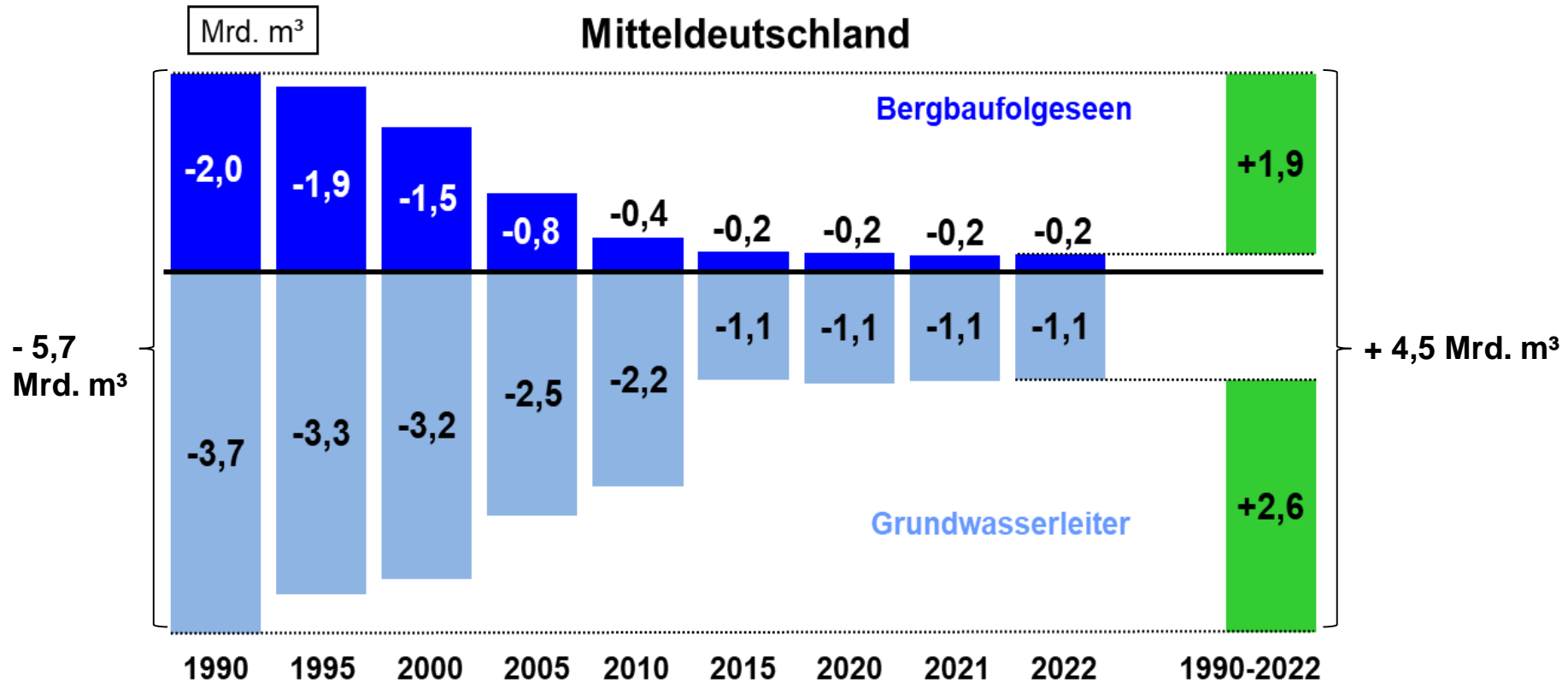
Wasserwirtschaftliche Ausgleichmassnahmen

- Bergbaufolgeseen mit Hochwasserschutzfunktion

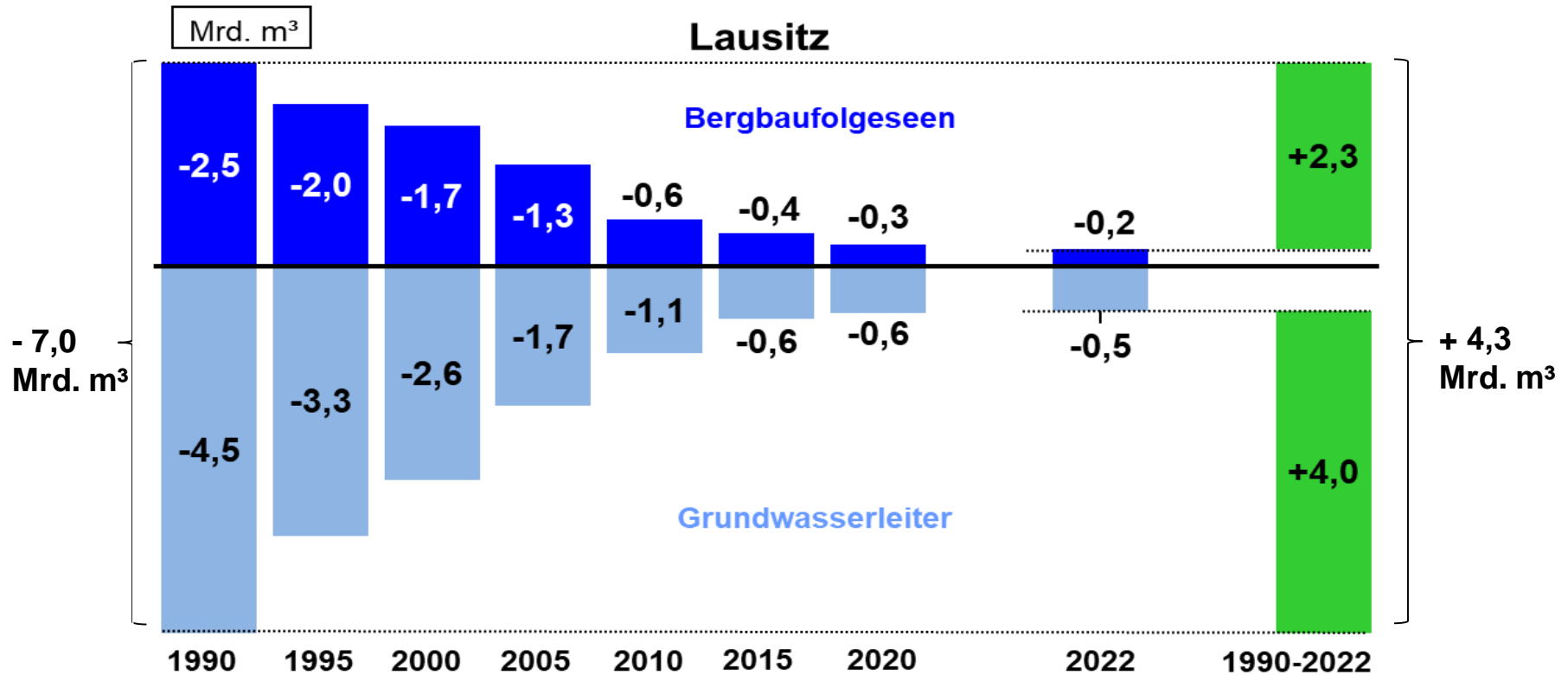
Gefahrenabwehr im Zusammenhang mit Grundwasserwiederanstieg

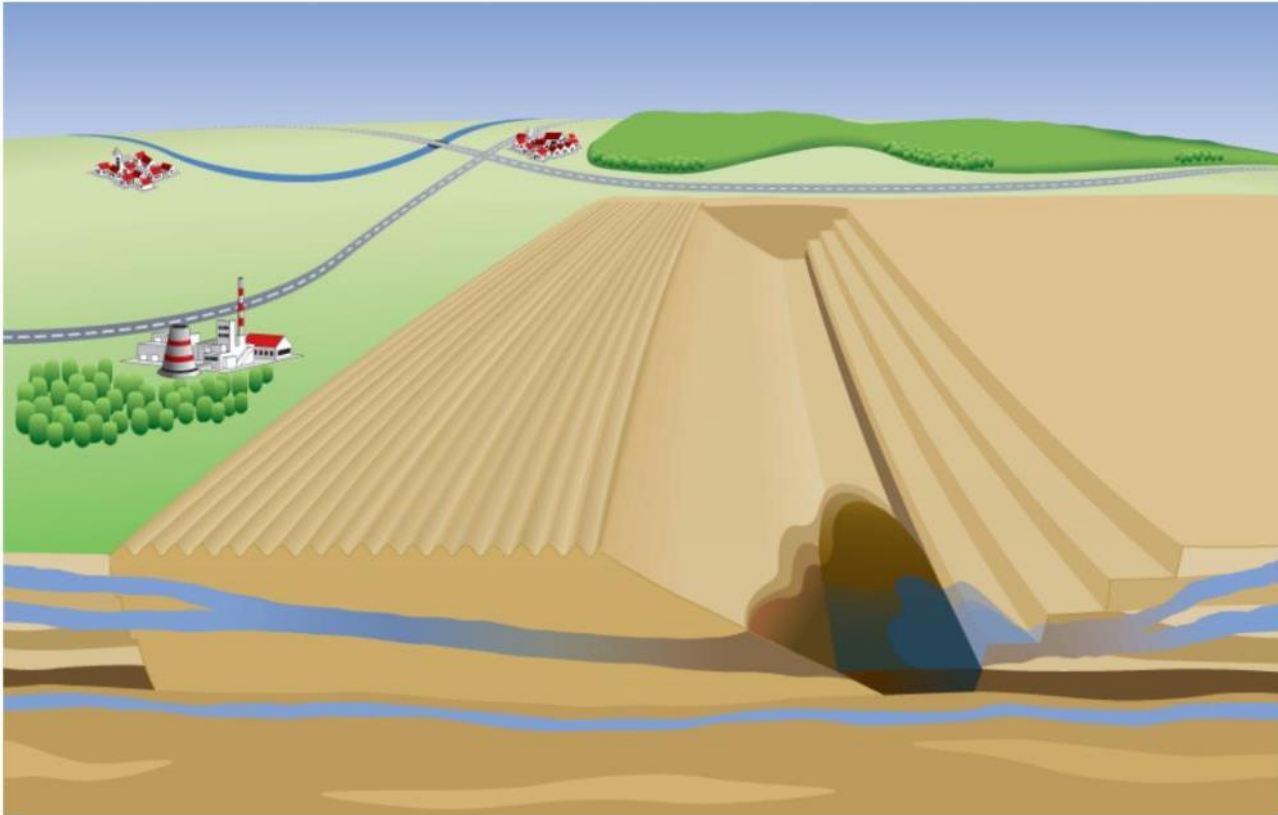
- Schutz baulicher Anlagen gegen Vernässung
- Geotechnische Sicherung von Altkippen (mit/ohne Bebauung)
- Schutz Fließgewässer gegen Verockerung durch Zutritt von saurem Grundwasser

Entwicklung Wasserdefizit Mitteldeutschland



Entwicklung Wasserdefizit Lausitz







12''

Chemische Beeinflussung der Wassergüte

Eisendisulfid FeS_2 (Pyrit/Markasit)



anoxische Verhältnisse (unverritztes Gebirge)

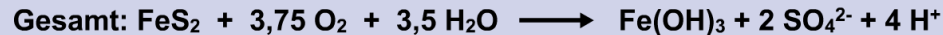


Abfluss in Grundwasser

- reich an gelöstem Eisen (Fe^{2+})
- sulfatreich
- geringe Acidität (pH: 4 - 6)



Übertritt des Grundwassers in oxische Verhältnisse



sulfatreich

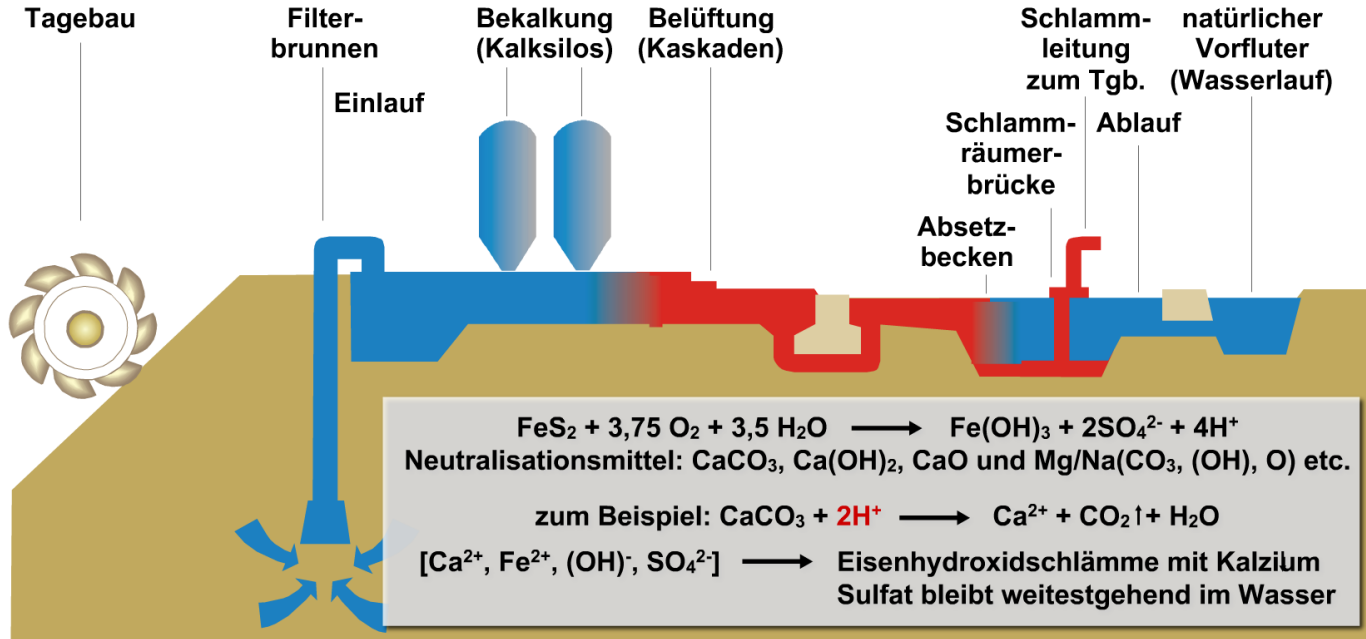
hohe Acidität

Eisenfällung als $\text{Fe}(\text{OH})_3$ Ferrihydrit (pH: > 4,5)

$\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_{8-2x}(\text{SO}_4)_{4n} \text{H}_2\text{O}$ Schwertmannit (pH: 2,5 - 4,5)

$\text{HFe}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_{6n} \text{H}_2\text{O}$ Jarosit (pH: < 2,5)

Schema Grubenwasserreinigungsanlage



Kalkhydrat/Kalkmilch ($\text{Ca}(\text{OH})_2$): Breiter Anwendungseinsatz mit relativ niedrigen Anschaffungskosten. Kalkhydrat wird durch Kalklöschung hergestellt und in Pulverform in trockenen Tanks gegen Feuchtigkeit und Zementation geschützt gelagert. In der Regel wird es als "Kalkmilch", eine "Wasser-Kalkhydrat Suspension mit 5-10% Feststoffgehalt" geliefert und eingesetzt.

Branntkalk (CaO): Branntkalk wird ebenso in Pulverform hergestellt, muss aber aufgrund seiner heftigen exothermen Reaktion mit Wasser bis vor dem unmittelbaren Einsatz in trockenen geschlossenen Silos gelagert werden. Er wird erst vor Ort gelöscht und in Kalkhydrat überführt, was erhöhte Investitionen zur Folge hat. Durch seine höhere Schüttdichte von ca. 1,0 t/m³ mit geringeren Transportkosten kann sein Einsatz jedoch bei Anlagen mit großem Durchsatz lohnen.

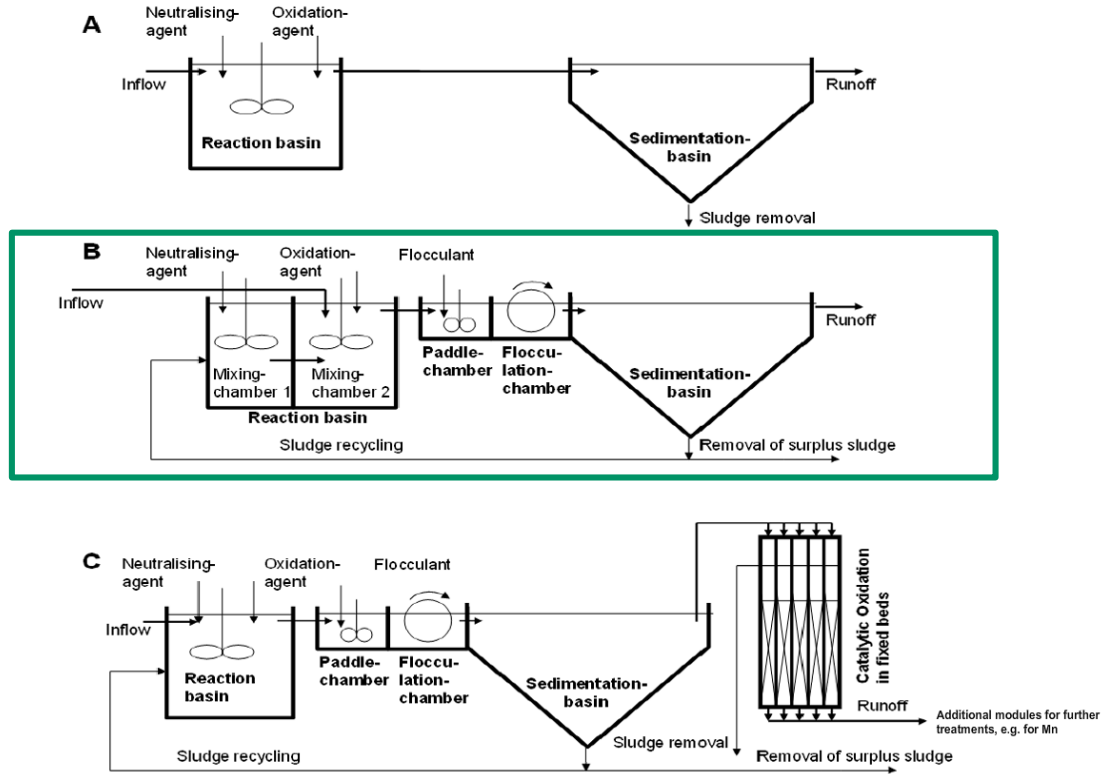
Kalkstein (CaCO_3): Kalksteinmehl ist von allen Neutralisationsmitteln das Preisgünstigste. Wegen seinem deutlich trägeren Reaktionsvermögen sowie seinem Unvermögen, pH-Wert der Wässer über 7,5 anzuheben, wird es nicht bei aktiven Reinigungsverfahren mit großen Durchsätzen eingesetzt. Breite Anwendung findet es jedoch in passiven Reinigungsverfahren mit großen Aufenthaltszeiten (mehrere Stunden bis Tage).

Magnesiumhydroxid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$): Es ist teurer als Kalkhydrat und reagiert langsamer, wodurch größere Aufenthaltszeiten in den Reaktionseinrichtungen nötig werden. Sein Einsatz kann sinnvoll sein, wenn in den zu neutralisierenden Wässern eine starke Tendenz zur Vergipsung besteht, Wässer mit relativ geringen Metallkonzentrationen zu behandeln sind. Außerdem ist es weniger gefährlich als Kalkhydrat und liefert ein dichteres Sedimentation-Slurry.

Natronlauge (NaOH): Sie ist zwar teuer, eignet sich jedoch für Einsätze zur temporären, mobilen und prozessangepassten Neutralisation spezieller Anwendungsbereiche, wo schnelle Reaktionszeit, flexible Einsatzorte erforderlich sind und niedrige Metallkonzentrationen, hohe Sulfatgehalte vorliegen.

Soda (Na_2CO_3): Es wird, da relativ teuer, vornehmlich dann eingesetzt, wenn der Eintrag von Calcium vermieden werden soll.

Grundschemata der Aktivbehandlung



Grubenwasserreinigungsanlage Rainitza



Befliegung, 2022

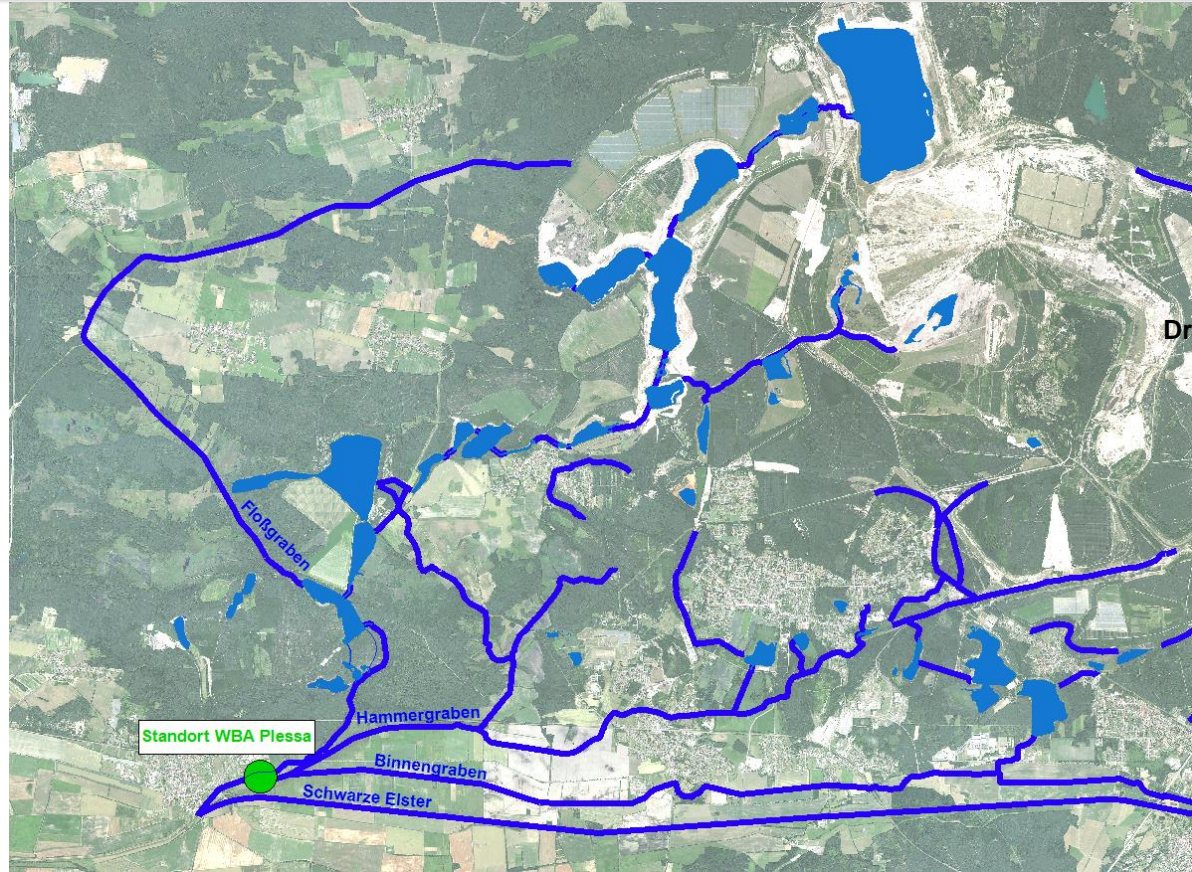
Anlagenkapazität: 120 m³/min ≈ ca. 50 Mio. m³/a

Qualitätsparameter	Ausleitbedingungen	Ist-Jahresmittelwerte	
		Zulauf	Ablauf
pH-Wert	6,0 ... 8,5	3,0 - 5,8	7,3
Fe _{gelöst}	2,0 mg/l	18 - 58 mg/l	1,5 mg/l
Fe _{gesamt}	5,0 mg/l	20 - 60 mg/l	3,0 mg/l
	30 mg/l	30 mg/l	5,0 mg/l

Allgemein werden in Abhängigkeit von den im zu behandelnden Wasser vorkommenden anderen Stoffen sowie den Verhältnissen des Vorfluters ggf. weitere Grenzwerte festgelegt, wie z.B. für das Ausleitwasser aus dem Tagebausee Sedlitz in die Rainitzta/Schwarze Elster:

Zn_{gesamt} < 1 mg/l
Cu_{gelöst} < 0,04 mg/l
Sulfat (Zielwert) ≅ 800 mg/l

Wasserbehandlungsanlage (WBA) Plessa



Dreieichen

Standort WBA Plessa

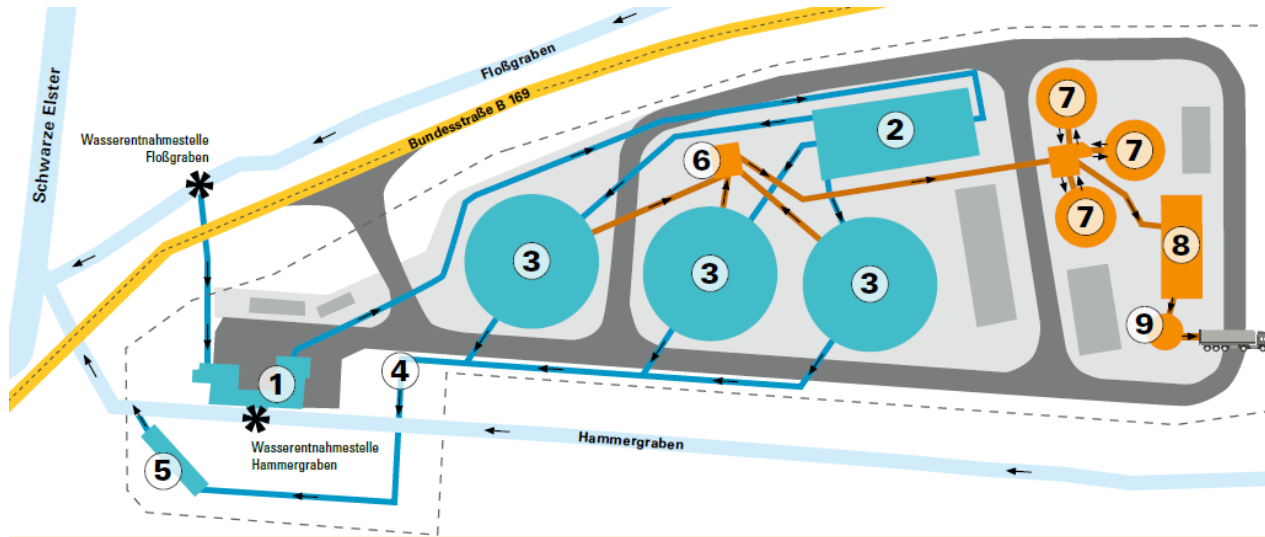
Floßgraben

Hammergraben

Binnengraben

Schwarze Elster

Wasserbehandlungsanlage (WBA) Plessa



Schema der Wasserbehandlungsanlage

Fließgewässer	Weg des Schlammes	Dichtwand
Weg des Wassers	Fließrichtung	Verkehrswege

- ① Entnahmepumpwerk
- ② Reaktionsbecken
- ③ Sedimentationsbecken
- ④ Das gereinigte Wasser wird über eine Ablaufleitung und eine Ablafturbine zur Energierückgewinnung ⑤ wieder in den Hammergraben eingeleitet.
- ⑤
- ⑥ EHS-Pumpwerk
- ⑦ Schlammeindickung
- ⑧ Schlammentwässerung
- ⑨ Konditionierung

Wasserbehandlungsanlage (WBA) Plessa

Realisierung 08/2018 – 2023 inkl.
Probetrieb:

Leistungen in 2022:

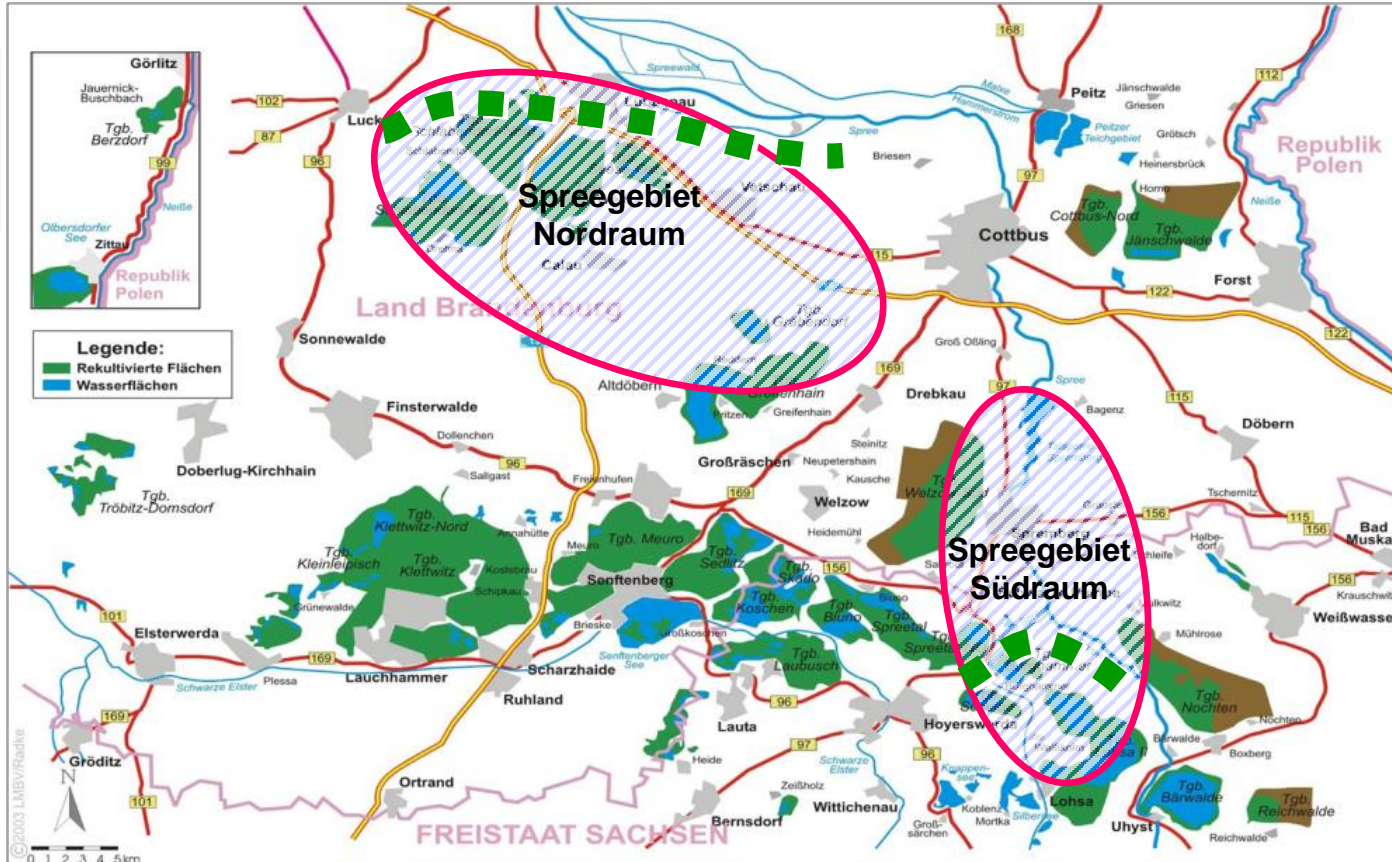
- Einbau der Ablaufschnecke
- Fertigstellung Fassadenarbeiten
- Fertigstellung Wasserbauarbeiten im Bereich der Wehranlage
- 2 von 3 Laufstegen an Sedimentationsbecken montiert
- Innenausbau EMSR-Technik und MTA-Ausrüstung
- Einbau 3 Transformatoren
- Gestaltung Außenanlagen und Straßenbau zu 50 % realisiert
- Errichtung Schlammehdicker zu 95 % abgeschlossen
- Außentreppenanlage in Realisierung
- EMSR- und MTA-Einbau an den Anlagen zur Schlammehinlagerung und Verladung
- Ausschreibung der EHS-Entsorgungsleistungen



Maßnahmen zum Schutz von Fließgewässern gegen Verockerung

LMBV-Barrierekonzepte im Spreengebiet Nord- und Südraum

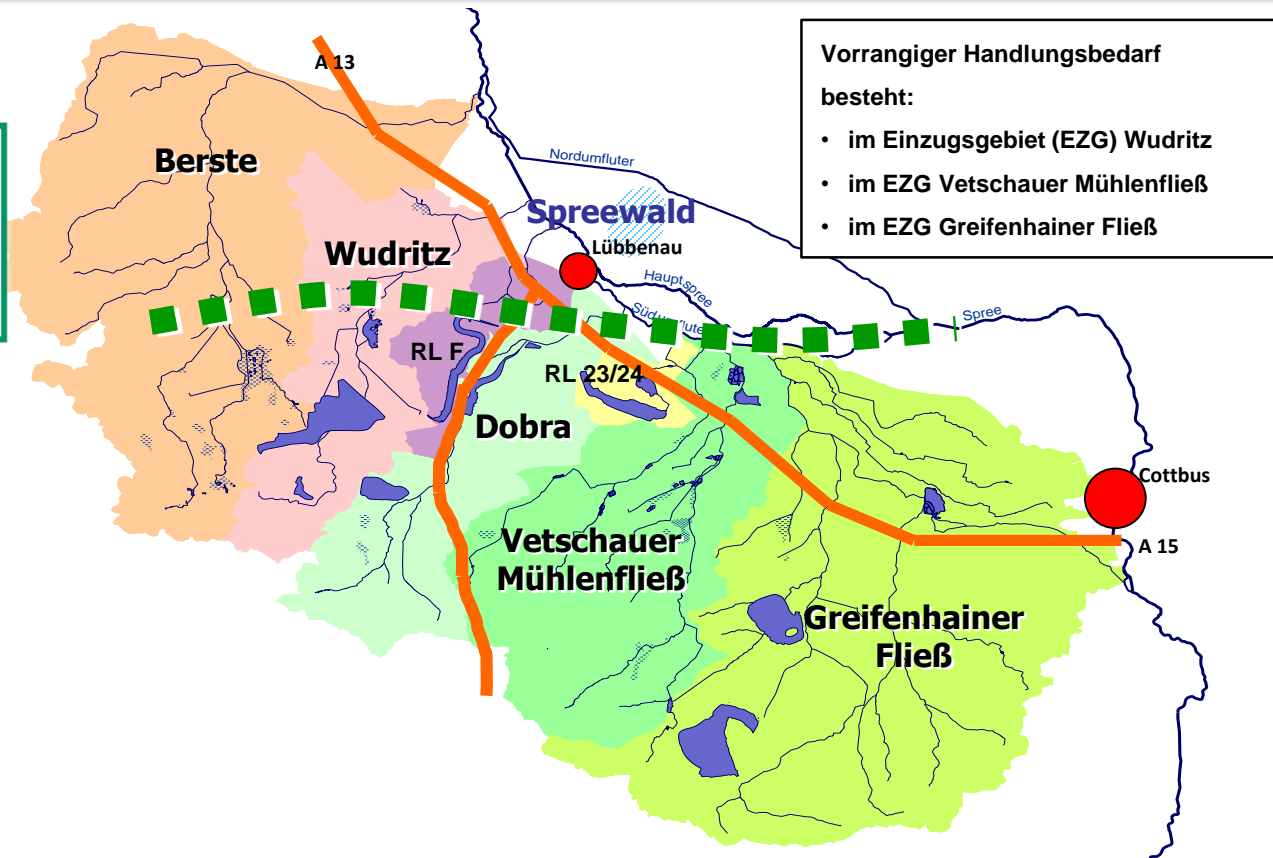
Barriere
zum
Schutzgut
Spreewald



Barriere zur
Spre und
Kleinen
Spre

Stand beim Barrierekonzept im Spreengebiet Nordraum

**Barriere zur Spree
und
UNESCO-
Biosphärenreservat
Spreewald**





- Menge der Wasserbehandlung : seit 05/2013 ca. 82 Mio. m³ (Stand: 12/2022)
 - Eisenrückhalt in der GWRA Vetschau: seit 05/2013 ca. 404.000 kg (Stand: 12/2022)
- Am Ablauf der GWRA lag die Eisenkonzentration stabil bei ca. 0,7 mg/L

Bild: GWRA Vetschau

Spreegebiet Nordraum: Greifenhainer Fließ / Eichower Fließ - WBA Eichow

- Inbetriebnahme der Wasserbehandlungsanlage (WBA) am ehemaligen Kraftwerksstandort Vetschau: 16.05.2014
- Passive Wasserbehandlung: seit 05/2014 ca. 5,9 Mio. m³ (Stand: 12/2022)
- Eisenrückhalt in der WBA: seit 05/2014 ca. 358.000 kg (Stand: 12/2022)
- Wirkungsgrad: jahresdurchschnittlich 99 % Eisenrückhalt

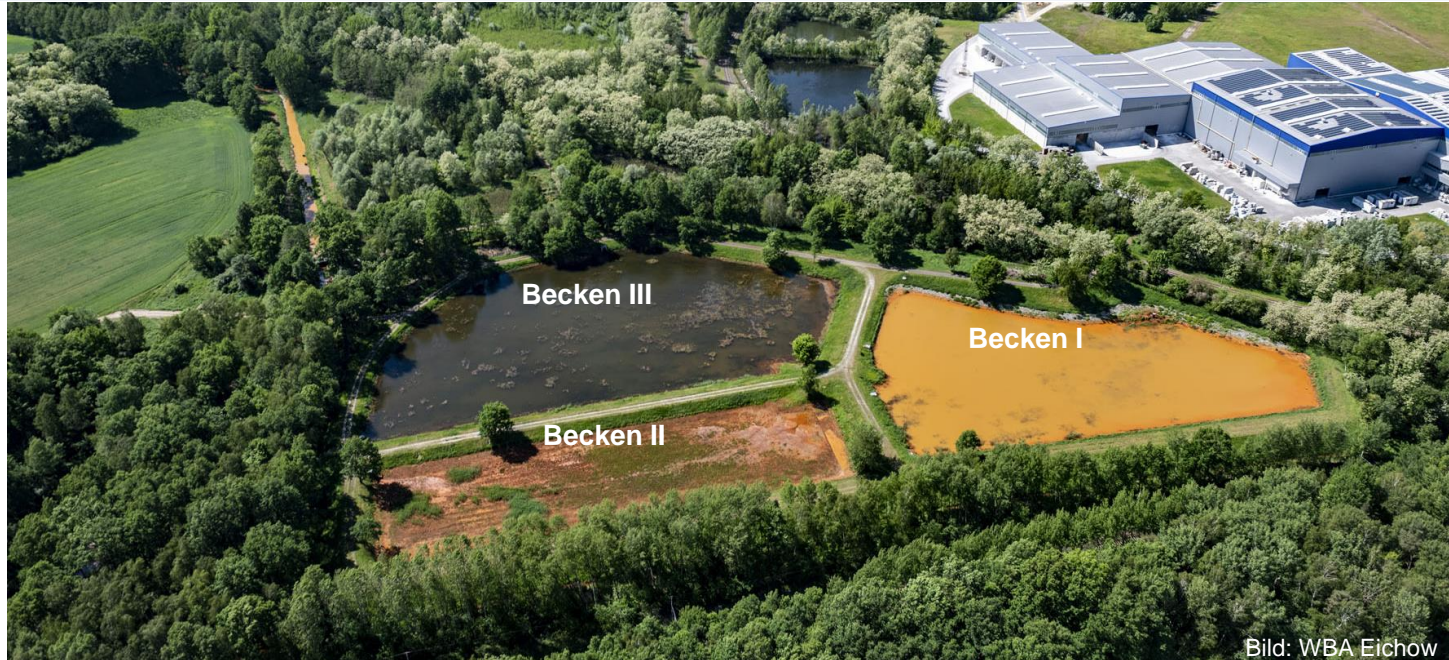
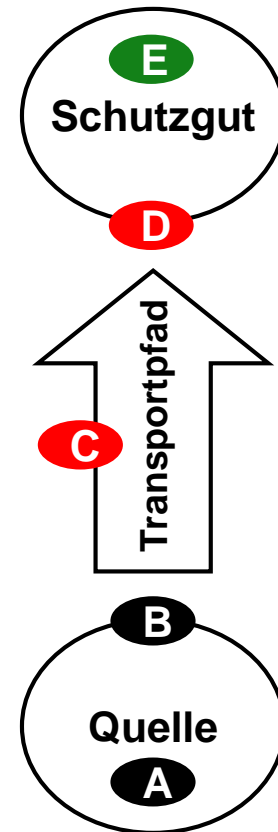
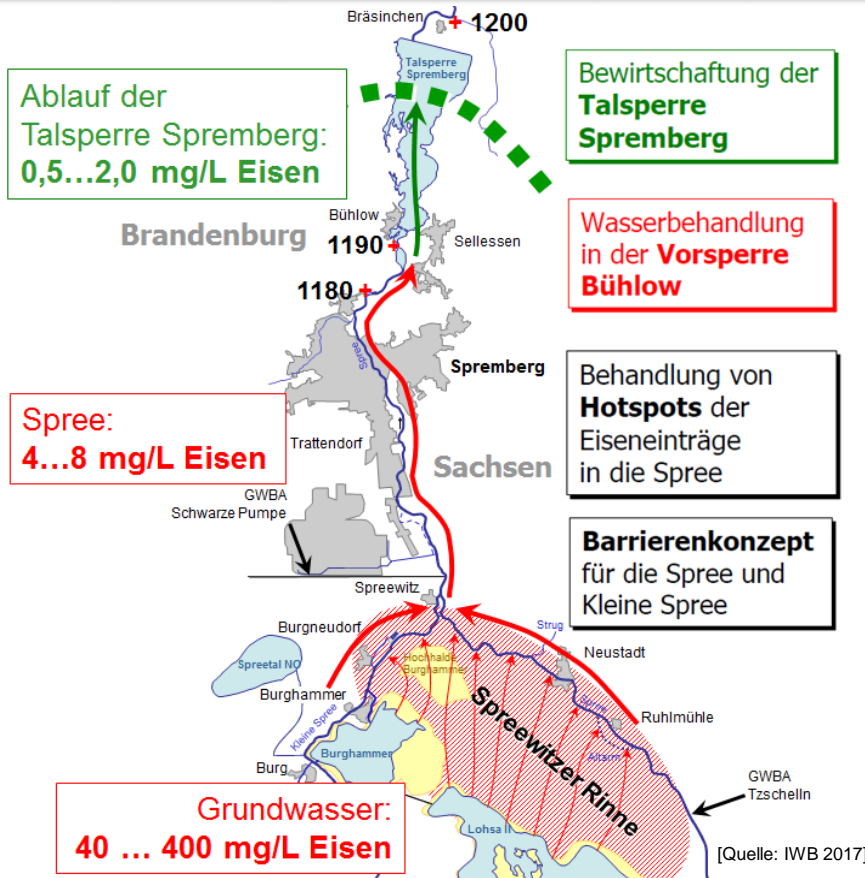
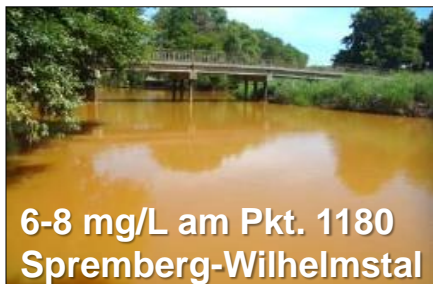
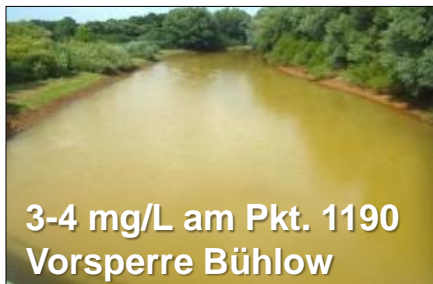
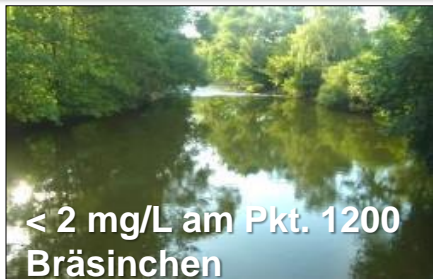


Bild: WBA Eichow

Ausgangssituation der Eisenbelastung im Spreengebiet Südraum



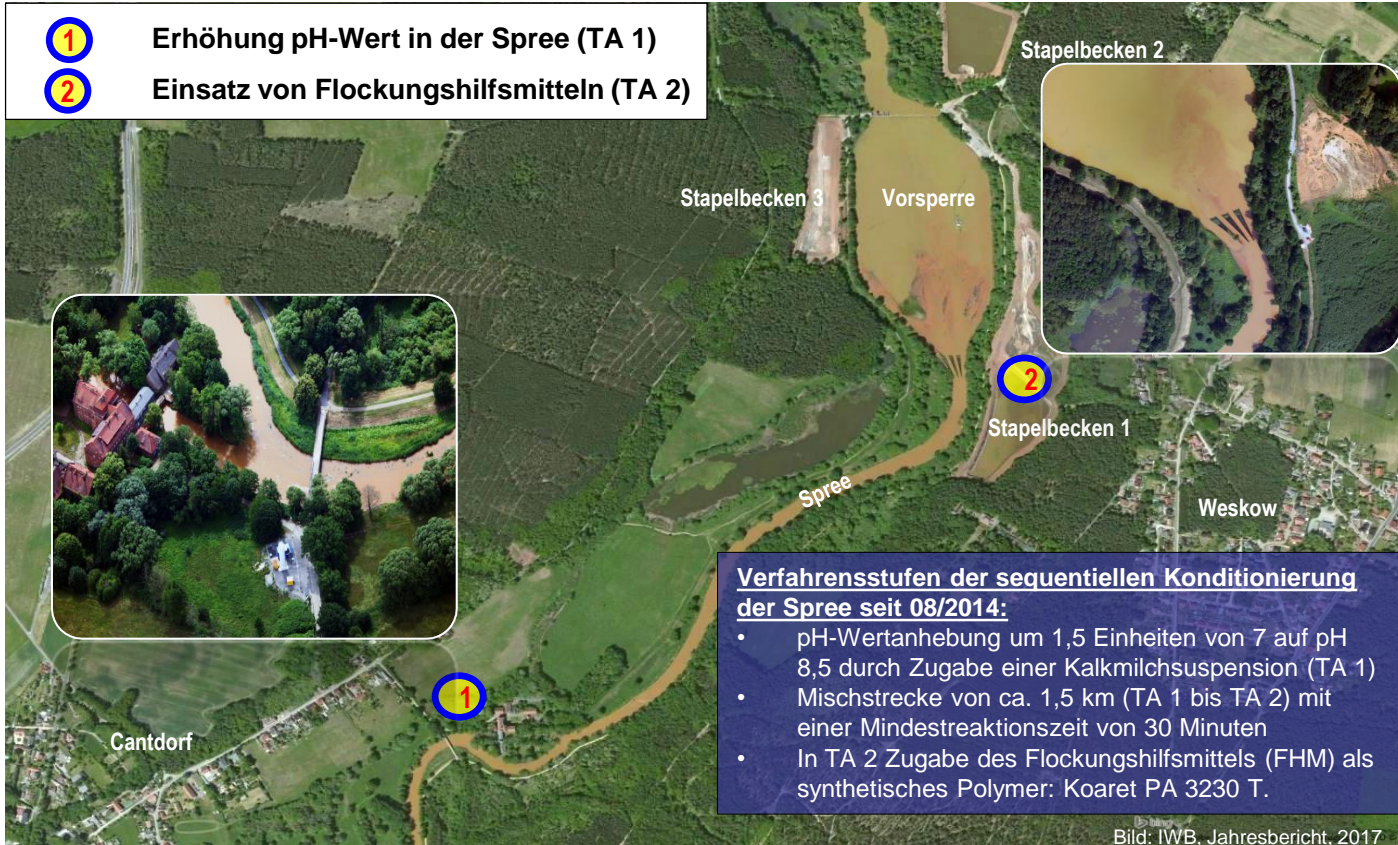
Konditionierungsanlage Spree im Zulauf zur Talsperre Spremberg

1

Erhöhung pH-Wert in der Spree (TA 1)

2

Einsatz von Flockungshilfsmitteln (TA 2)



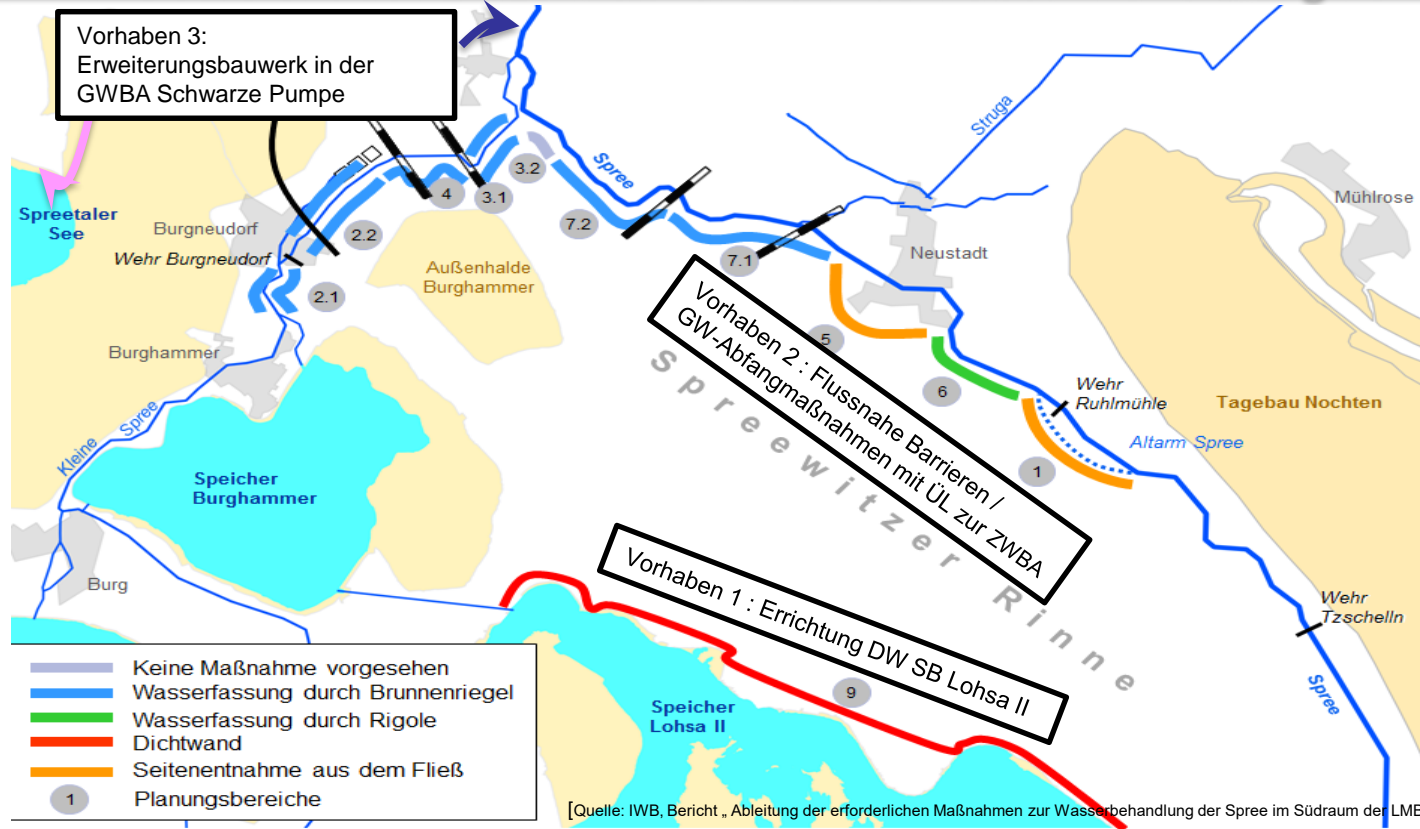
Verfahrensstufen der sequentiellen Konditionierung der Spree seit 08/2014:

- pH-Wertanhebung um 1,5 Einheiten von 7 auf pH 8,5 durch Zugabe einer Kalkmilchsuspension (TA 1)
- Mischstrecke von ca. 1,5 km (TA 1 bis TA 2) mit einer Mindestreaktionszeit von 30 Minuten
- In TA 2 Zugabe des Flockungshilfsmittels (FHM) als synthetisches Polymer: Koaret PA 3230 T.

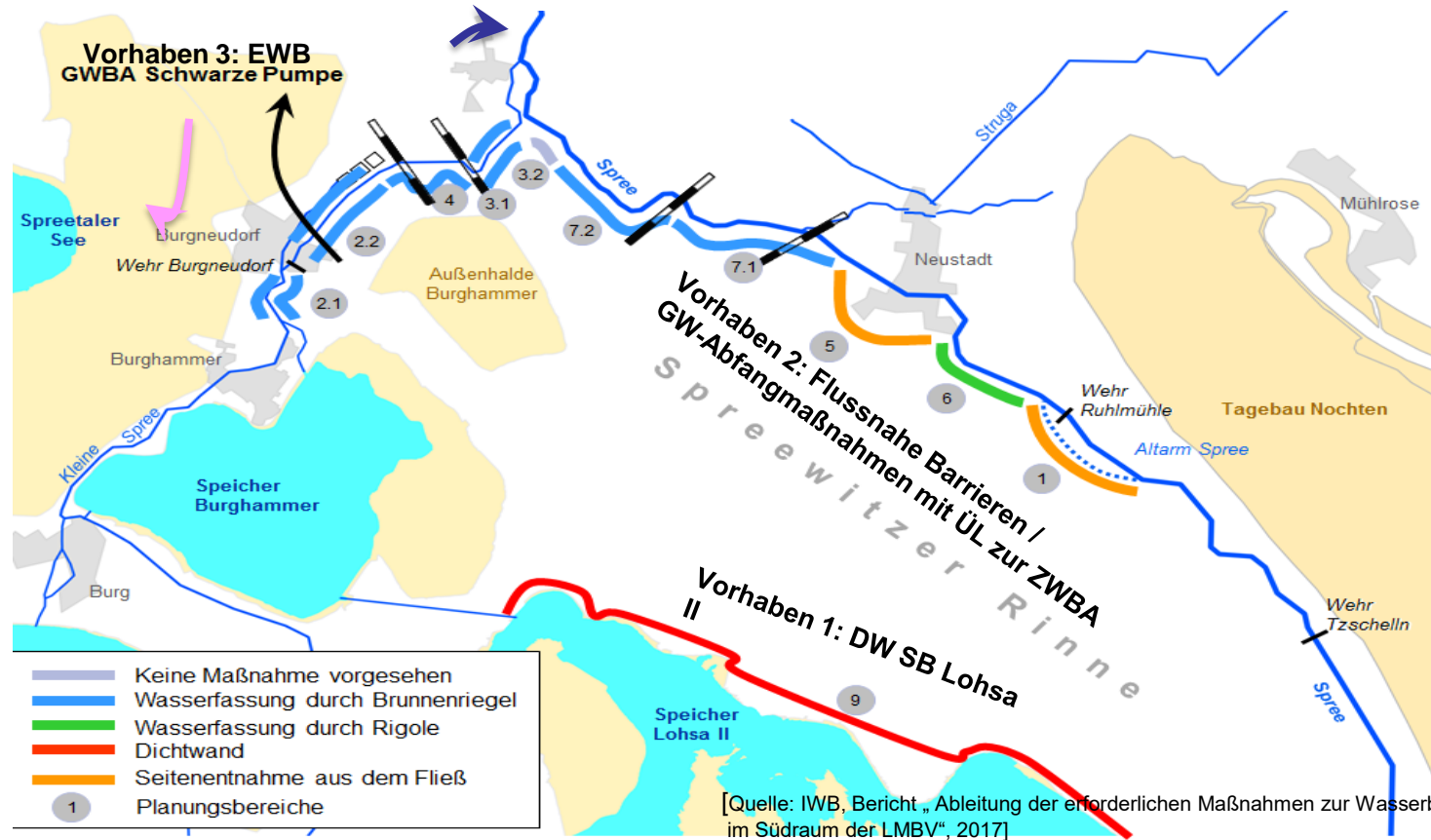
Bild: IWB, Jahresbericht, 2017

LMBV-Barrierekonzept im Spreengebiet Südraum (Ostsachsen)

→ Übersicht der Einzelmaßnahmen: Vorhaben 1 und 2 zzgl. 3



LMBV-Barrierekonzept im Spreegebiet Südraum (Ostsachsen)



Spregebiet Südraum: Errichtung mittelfristiger Abfangmaßnahmen

Horizontaldrainage mit Überleitung zur GWBA Schwarze Pumpe
Bau: 01.11.2018 bis 31.08.2019

- Abfangriegel (6 Brunnen) mit Überleitung zur GWBA Schwarze Pumpe
- Regelbetrieb: seit 12/2017
- Wasserbehandlungsmenge (Q): max. 100 L/s (inclusive H-Drainage)

MWBA Burgneudorf

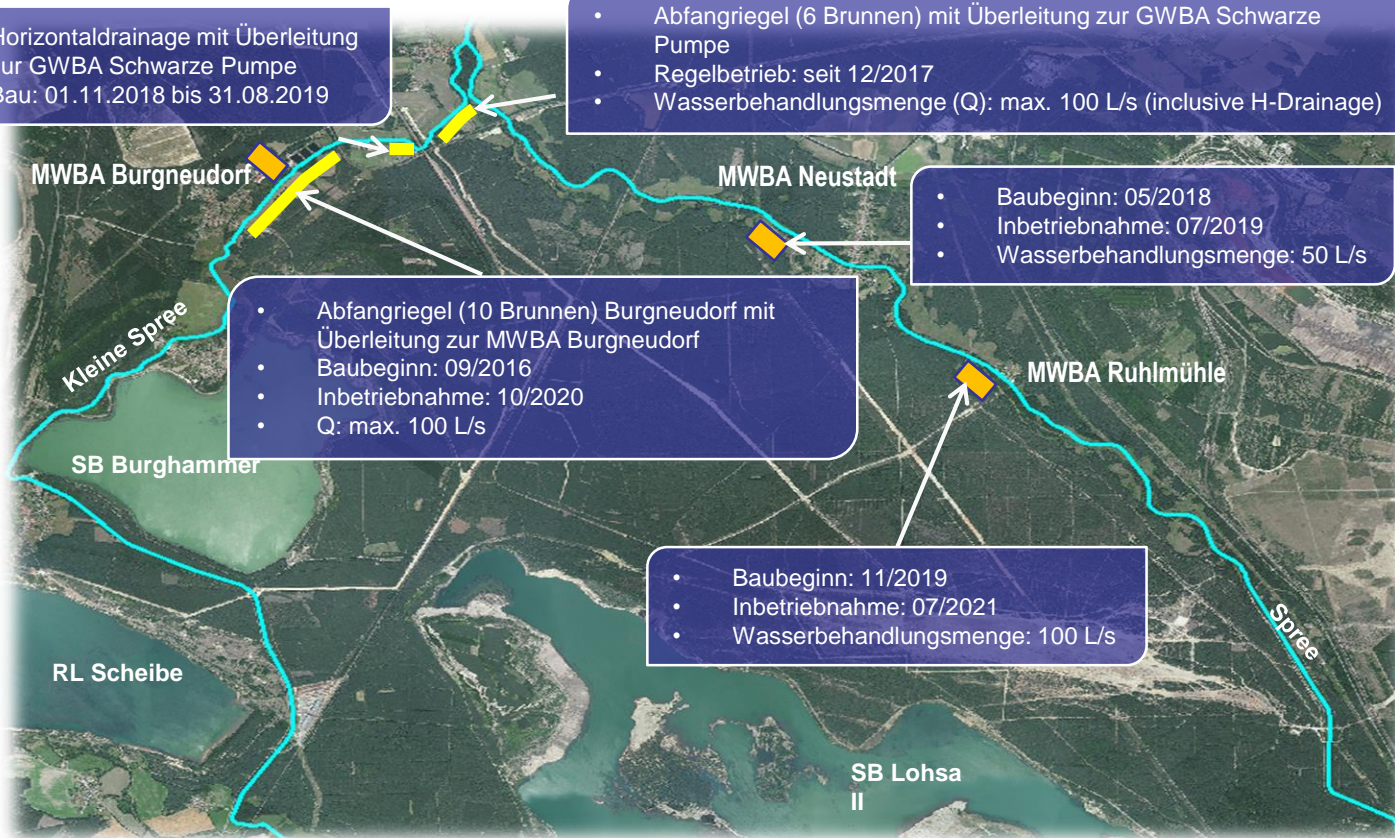
MWBA Neustadt

- Baubeginn: 05/2018
- Inbetriebnahme: 07/2019
- Wasserbehandlungsmenge: 50 L/s

- Abfangriegel (10 Brunnen) Burgneudorf mit Überleitung zur MWBA Burgneudorf
- Baubeginn: 09/2016
- Inbetriebnahme: 10/2020
- Q: max. 100 L/s

MWBA Ruhlmühle

- Baubeginn: 11/2019
- Inbetriebnahme: 07/2021
- Wasserbehandlungsmenge: 100 L/s

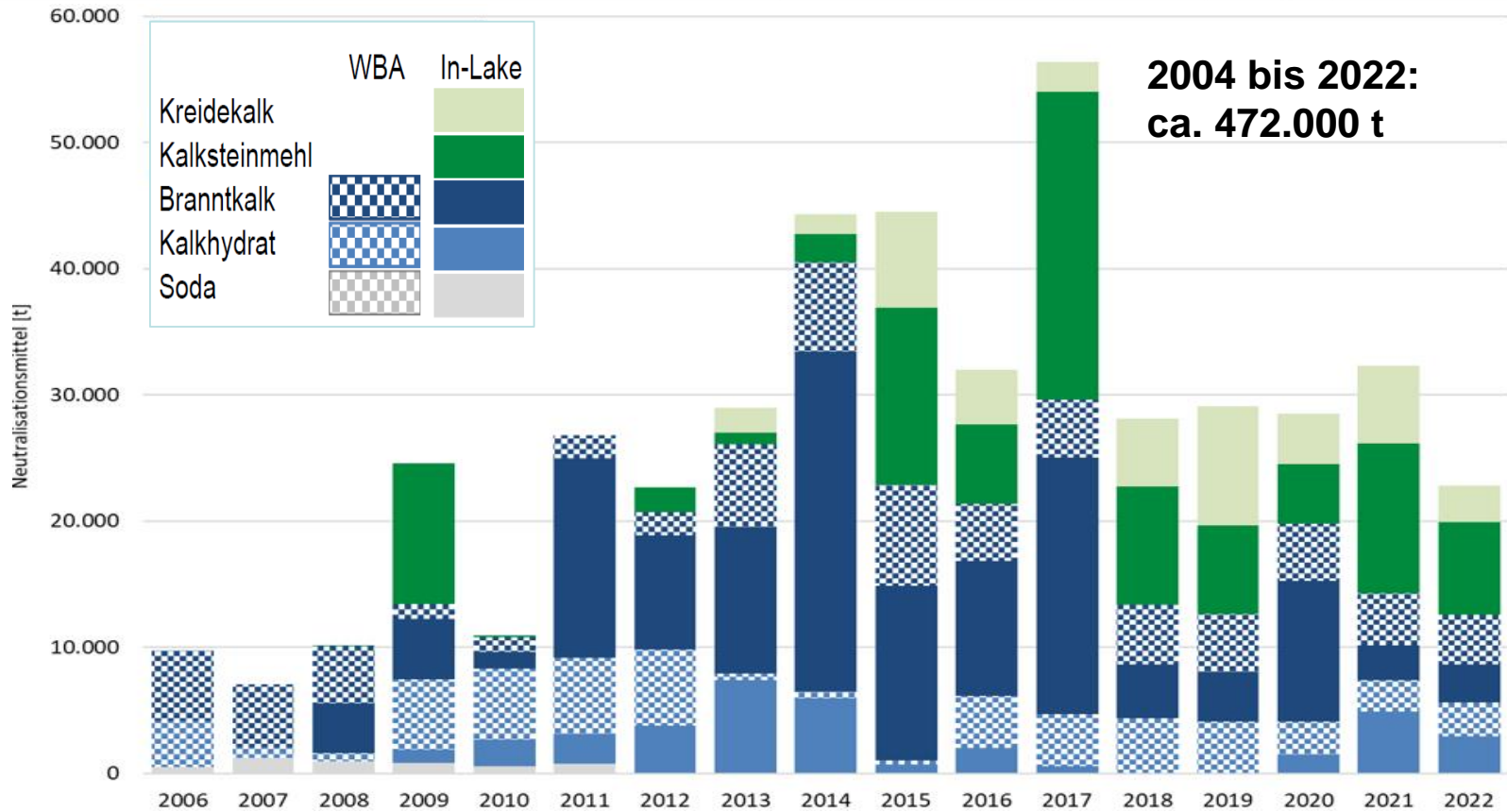


MWBA Neustadt - Spree am Standort Abfanggraben in Neustadt/Spree

- Wirkungsgrad/ halbjahresdurchschnittlicher Eisenrückhalt: ~ 99 %
- Kennwerte im Jahr **2022**:
 - Zulauf: \varnothing 160 mg/L $Fe_{ges.}$; Input: $Q_{ges.} = 1,8$ Mio. m^3
 - Ablauf: \varnothing 1,4 mg/L $Fe_{ges.}$; Output: $EHS_{ges.} = 3.040$ t



Neutralisationsmitteleinsatz Lausitz und Mitteldeutschland



Hauptdefizite bergbaulich beeinflusster Fließgewässer

Gewässer
verlegt/Profil
verändert



Einzugsgebiet
des Gewässers
abgeschnitten



Durchgängigkeit
des Gewässers
gestört

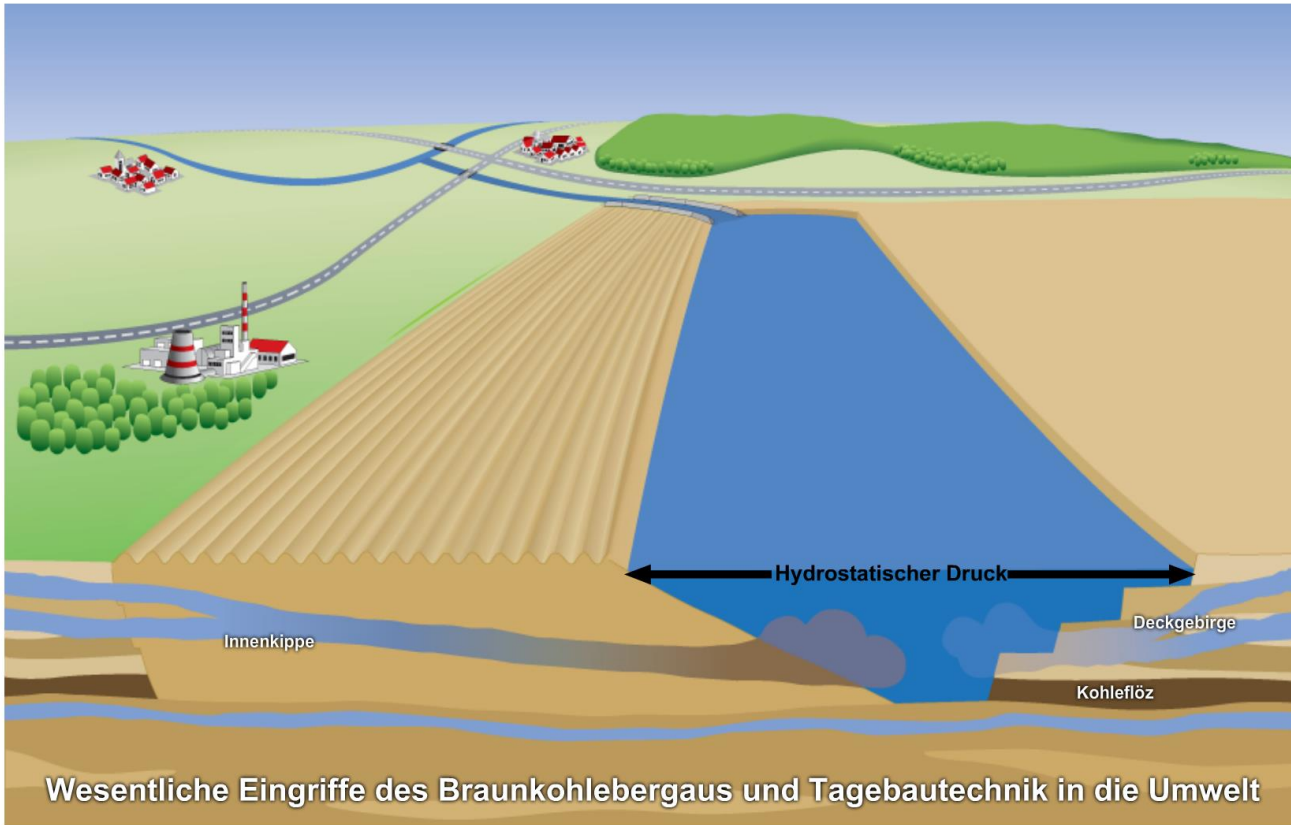


Gewässer
gedichtet



Einbindung in das
Gewässersystem
verändert

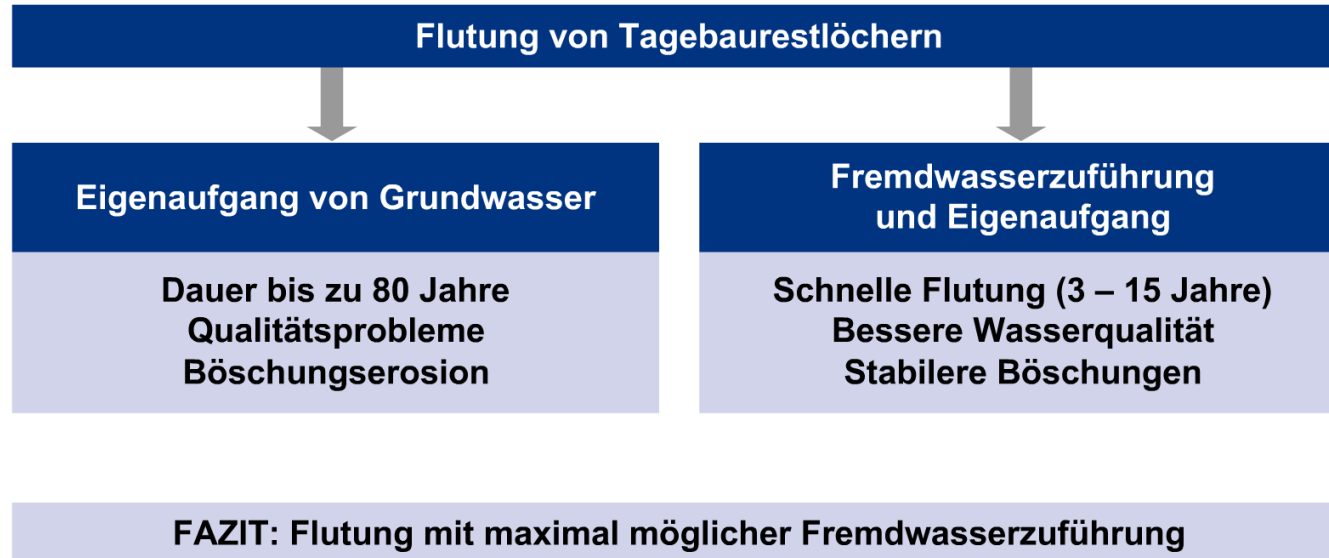




Flutungsbeginn Restloch Großkayna (Runstedter See) 2002



Wiederherstellung des Wasserhaushaltes



Flutungsbeginn Störmthaler See 2003, Zukunftsentwürfe der Zweitklässler



15"



Zukunftsentwürfe der Zweitklässler zum Tagebaurestloch Espenhain

Wenn ich 18 bin dann ist der Störmsgraber See
ganz verändert. Da ist da ein schöner
Strand und ein Spielplatz einige Böt.
Und eine Toilette muss auch da sein.



Zukunftsentwürfe der Zweitklässler zum Tagebaurestloch Espenhain

Lagovida am Störmthaler See



Störmthaler See, 2019

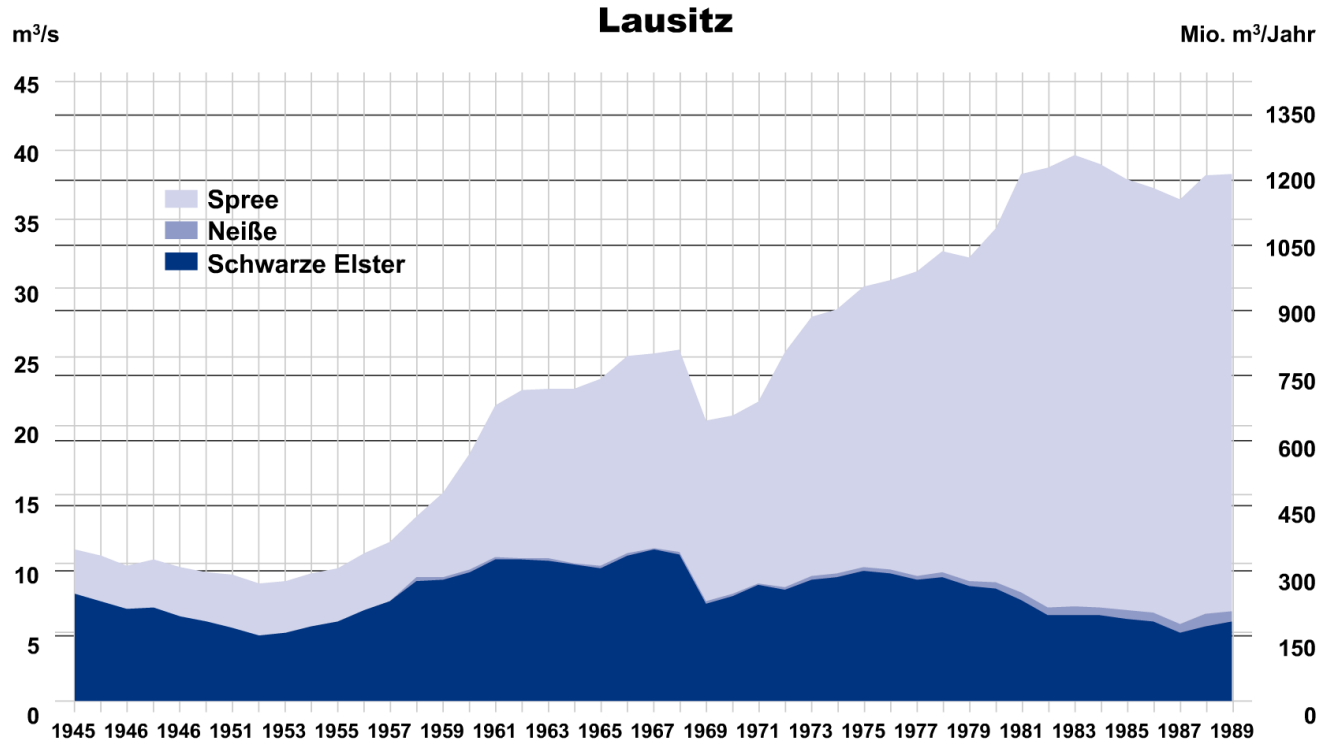
Die Lausitzer Region war über Jahrzehnte von den Wasserabgaben des Bergbaus geprägt.

An trockenen Tagen bestanden ca. 80 % des Spreewassers aus gehobenem Grubenwasser.

Rückgang der Kohleförderung und Sanierungsfortschritt bedingten eine Reduzierung der Wassereinleitungen des Bergbaues in die Vorflut

- **Rückgang Wasserdargebot Spree/Schwarze Elster**
- **Rückgang insbesondere des Niedrigwasserabflusses**
- **Auswirkungen bestehende Nutzungen/Ökologie (z. B. Spreewald)**

Einleitung von Sumpfungswasser in die Vorflut





Flutungszentrale Lausitz



- Länderübergreifende Tätigkeit der LMBV in der Lausitz seit 14. September 2000
- großräumige Orientierung an den Flussgebieten Spree, Schwarze Elster, Lausitzer Neiße
- Gleichrangige Interessenvertretung der integrierten wasserwirtschaftlichen Planer

Arbeit im Sinne der Europäischen
Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG





I. Prioritäten der Flusswasserentnahme nach Flussgebiets- Bewirtschaftungsgrundsätzen der Länder

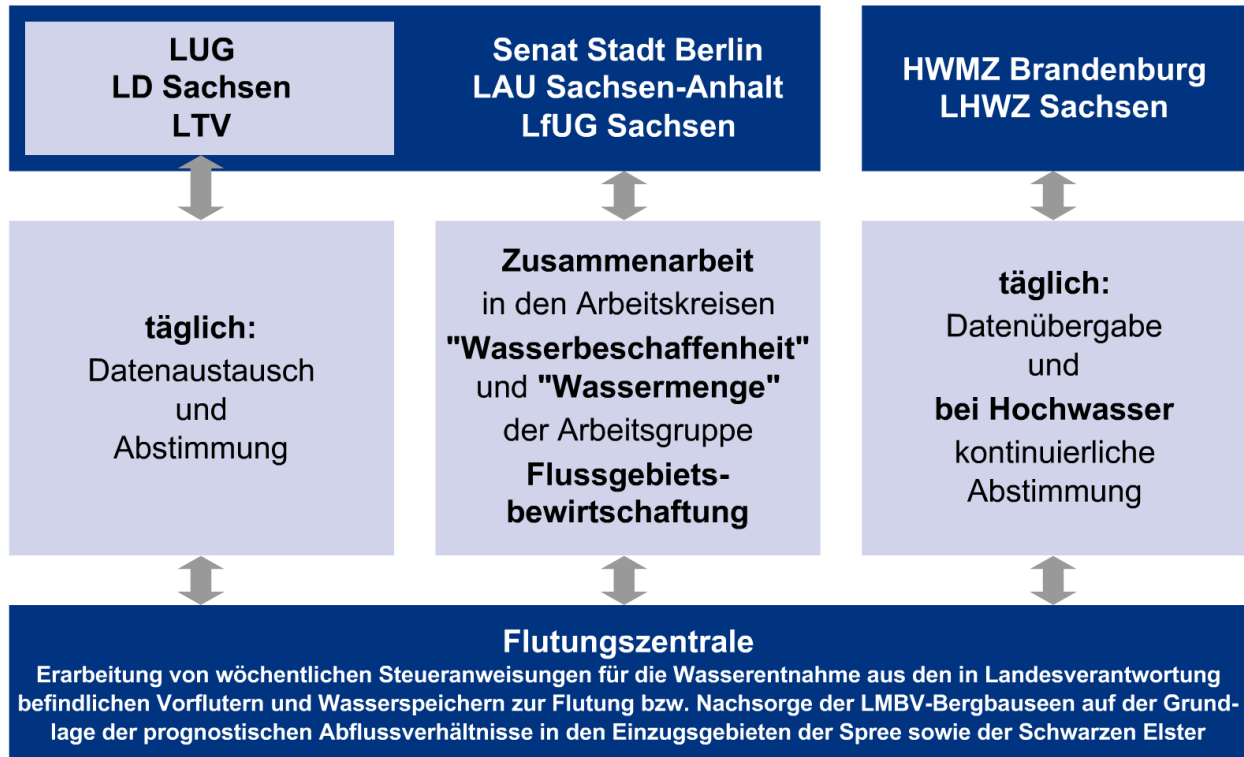
1. Sicherstellung der Mindestwasserführung (Spreewald und Pegel Große Tränke) sowie Bedarfsdeckung anderer Nutzer
2. Wiederauffüllung der Wasserspeicher der Länder
3. Sicherung der Scheitelhaltung des Oder-Spree-Kanal im Spreegebiet
4. Flutung und Nachsorge der Bergbaufolgeseen

II. Flutungszentrale Lausitz

Maximale Flusswasserausbeute und optimale Zuordnung zu den Seen, EDV-Steuerungsmodell mit Daten von:

- einer Einzugsgebietsfläche von ca. 8000 km²
 - Flusslängen von ca. 250 km Spree, ca. 75 km Schwarze Elster und ca. 60 km Lausitzer Neiße
 - 168 Meldegrößen aus Referenzstellen
- Länder übergreifend betrachtet.

Flutungszentrale Lausitz, externe Arbeitsbeziehungen



Überwachung und Optimierung der Flutungsanlagen

Gründung der FZL im Jahr 2000

Aufgabe:

wöchentliche Abstimmung mit den Landesbehörden auf Basis der länderübergreifenden Bewirtschaftungsgrundsätze für die Flussgebiete Spree, Laus. Neiße und Schwarze Elster

mit dem Ziel: einer effektiven Ausnutzung der Flussdargebote zur Flutung und Nachsorge der Tagebau-restlöcher

Volumendefizit [Mrd. m ³]	1990	2000	2022
Bergbaufolgeseen	2,5	1,7	0,2
Grundwasser	4,5	2,6	0,5



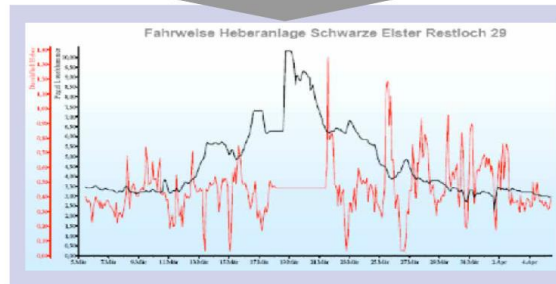
Überwachung
Steuerung

81 Anlagen
8584 Datenpunkte

Archivierung

4415 Prozessgrößen
1,15 Mio. Werte/d
3 GB/d

Analyse



Fazit

Technische
Maßnahmen
zur Erhöhung
der
Anlagenverfügbarkeit

Flutungsbauwerke und wasserwirtschaftliche Anlagen



Einlaufbauwerk Bluno



Entnahme aus der Schwarzen Elster, Einlaufbauwerk Bluno, Kapazität: 5 m³/s



Entnahme aus der Spree, Einlaufbauwerk Lohsa II, Kapazität: 15 m³/s

Wasserspeicher Lohsa II

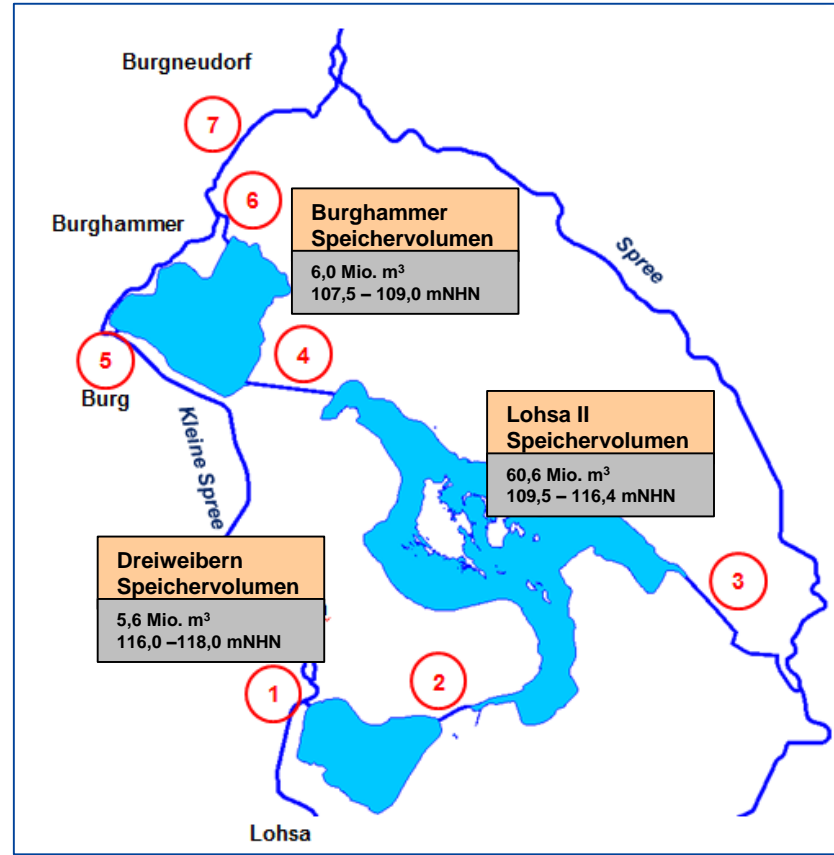


Bestandteile Wasserspeichersystem Lohsa II

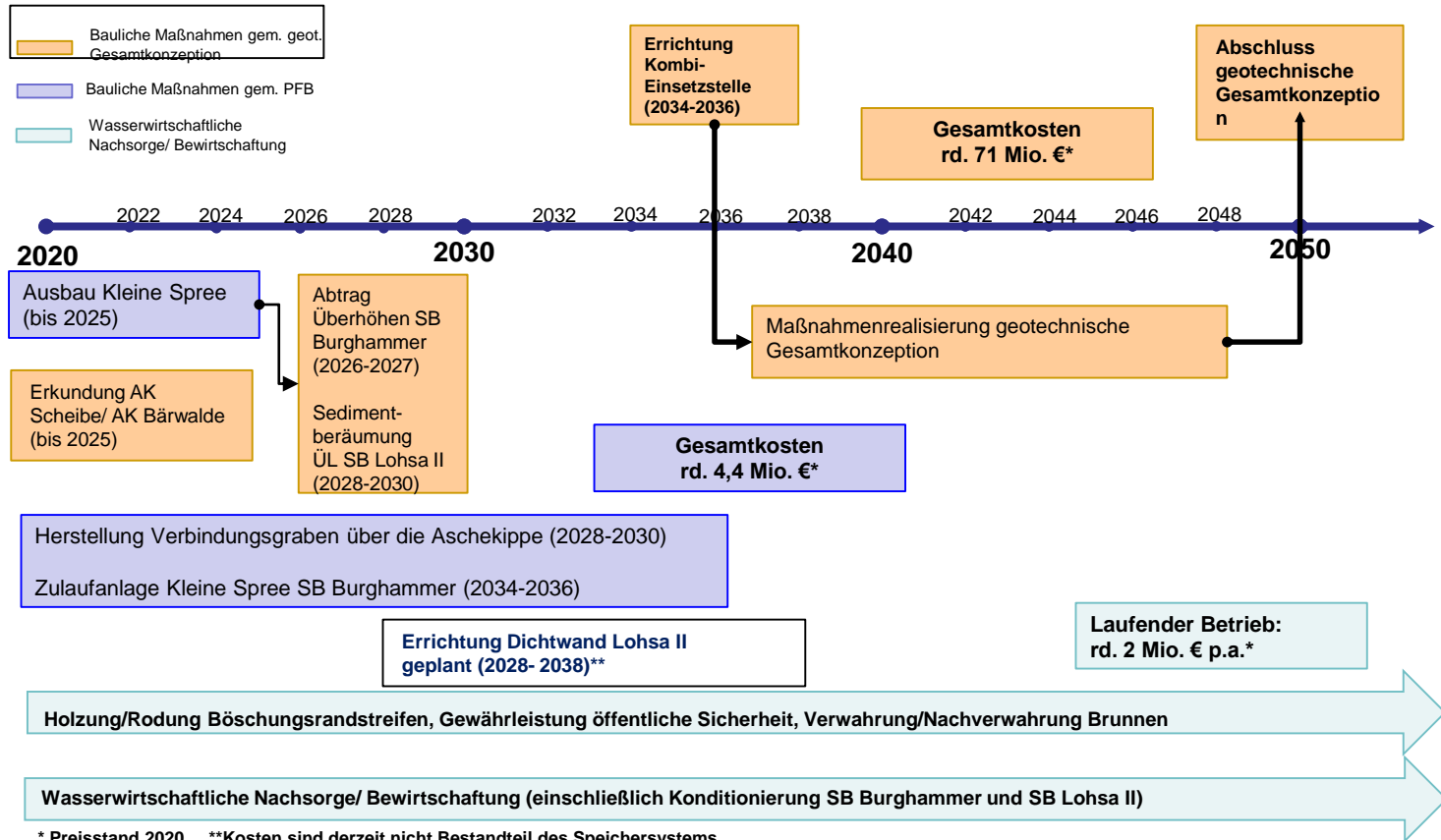
- **Speicherbecken (SB):**
SB Dreiweibern
SB Lohsa II
SB Burghammer
- **Gesamter Speicherraum: 72 Mio. m³**

Flutungsanlagen:

1. Zuleiter Kleine Spree nach Dreiweibern
2. Überleiter Speicher Dreiweibern nach Lohsa II
3. Zulaufanlage aus der Spree nach Lohsa II
4. Überleiter Lohsa II nach Burghammer
5. Zuleiter Kleine Spree nach Burghammer
6. Ableiter Burghammer zur Kleinen Spree
7. Kleine Spree von Burghammer bis Spreewitz



Lohsa II – Ausblick?



* Preisstand 2020 **Kosten sind derzeit nicht Bestandteil des Speichersystems

Wasserspeichersystem Lohsa II – wesentliche Abschnitte

- **2017 - 2019** Eingeschränkte Funktionalität WSS Lohsa II
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 113,2 – 115,5 m NHN → Aus_{max}: 4 m³/s
Betriebsraum
25 Mio. m³
- **2019 - 2025:** Ausbau Kleine Spree 2019 – 2026 / Rutschung AK Scheibe 2019
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 112,0 – 115,5 m NHN → Aus_{max}: 2 m³/s
36 Mio. m³
- **2026 - 2030:** Entfernung Rutschungsmassen ÜL Lohsa II
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 112,0 – 115,5 m NHN → Aus_{max}: 7 m³/s
36 Mio. m³
- **Ab diesem Zeitpunkt grundsätzlich verfügbar:** 60,6 Mio. m³
- **2031 - 2036:** Errichtung Einsatzstelle
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 109,5 – 116,4 m NHN → Aus_{max}: 7 m³/s
<<60,6 Mio. m³
- **2037 - 2050:** Umsetzung geotechnische Gesamtkonzeption
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 109,5 – 116,4 m NHN → Aus_{max}: 7 m³/s
<<60,6 Mio. m³
- **nach 2050:** Abschluss aller Arbeiten – Freigabe WSS Lohsa II
Zu_{max}: 15 + 2 + 3 m³/s → 109,5 – 116,4 m NHN → Aus_{max}: 7 m³/s
60,6 Mio. m³

* Wasserstände in der Zukunft sind über Probestaukommission zu bestätigen

Zielstellung: volle Funktionstüchtigkeit des WSS Lohsa II bis Ende der 2020er Jahre.

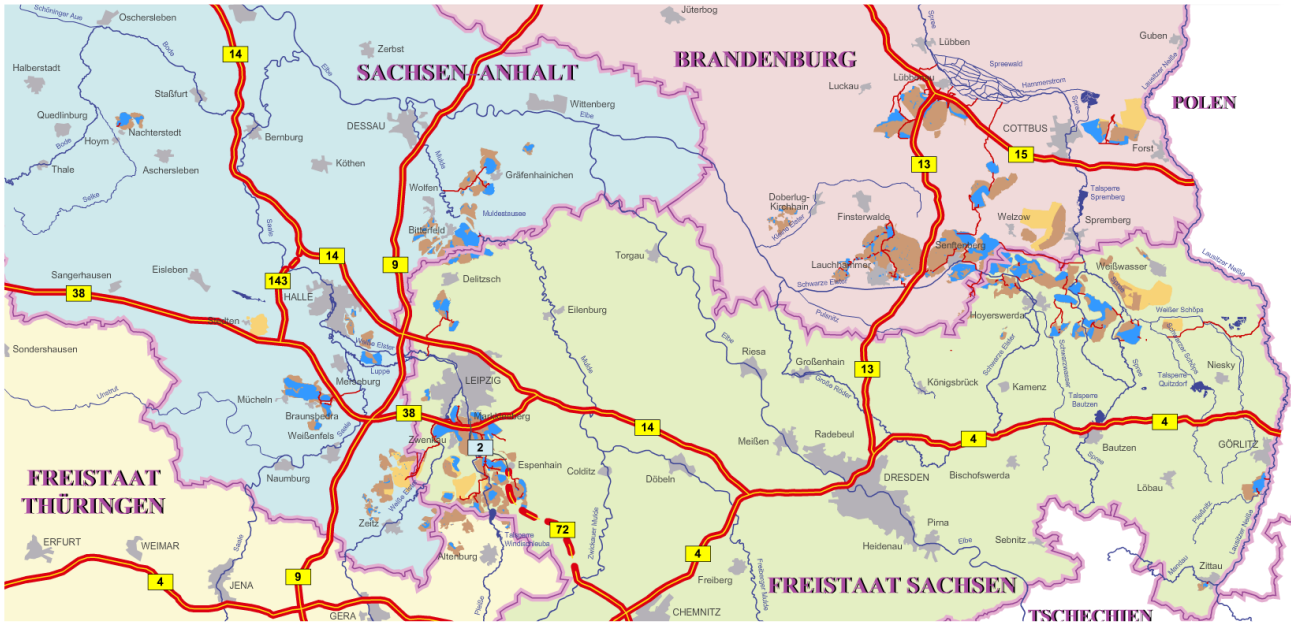
Dazu sind folgende Hauptleistungen nötig:

- ✓ Ausbau Kleine Spree mit Brückenbau bis Ende 2025
- ✓ Beseitigung der Rutschungsmassen aus dem Einlaufbereich des Tunnels Lohsa II Richtung SB Burghammer ab 2026
- ✓ Sicherung und Erweiterung der provisorischen Einsatzstellen

Danach steht technisch das volle **Bewirtschaftungsvolumen bei maximaler Ausleitfähigkeit** zur Verfügung, deren Nutzung bis zum Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses (Teil 3) über die Probestau-Kommission geregelt werden kann.

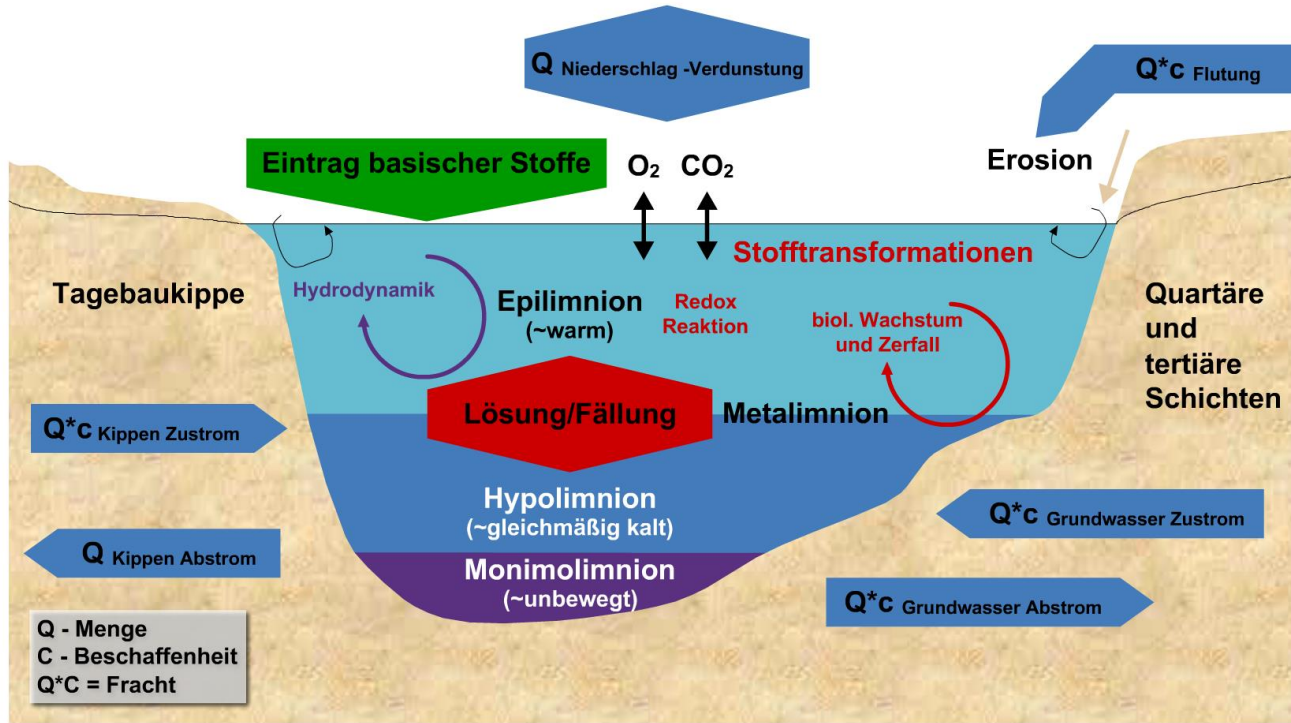


Mit den Bergbaufolgeseen entstehen ca. 28.000 ha neue Wasserflächen. Damit erhöhen sich die Seenflächen Deutschlands um fast 20% (ohne Berücksichtigung Bodensee und Seen < 100 ha).

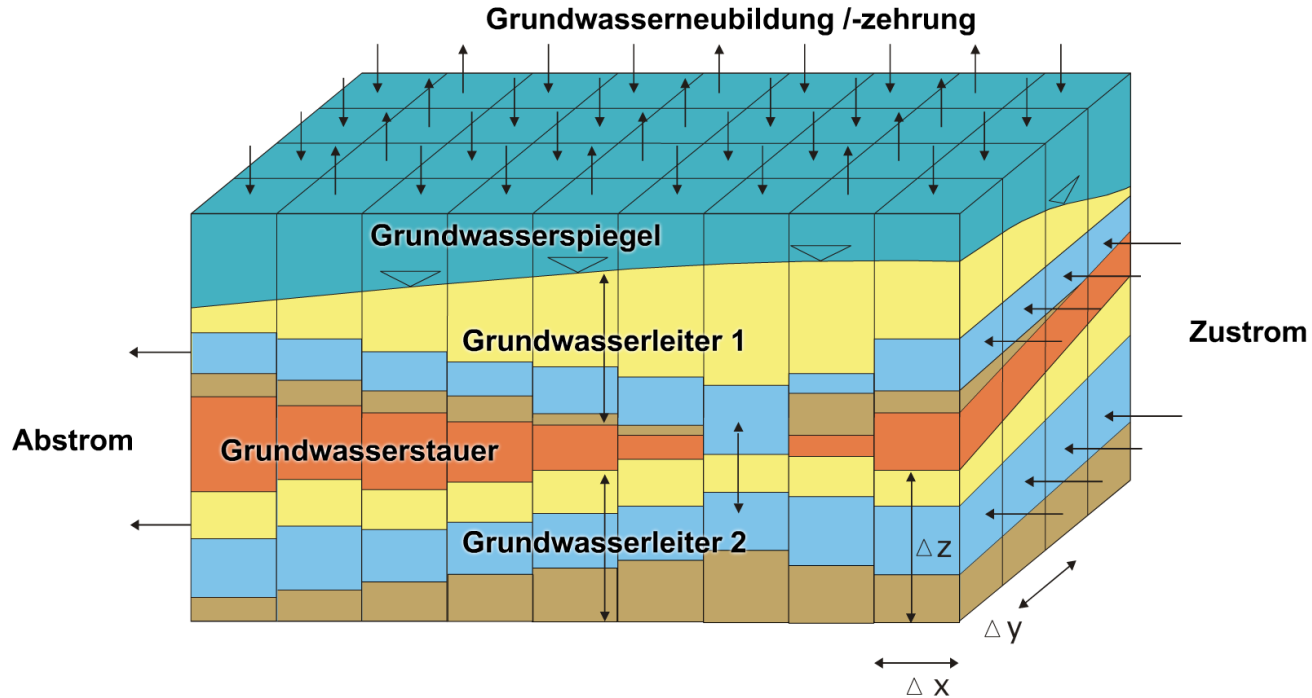




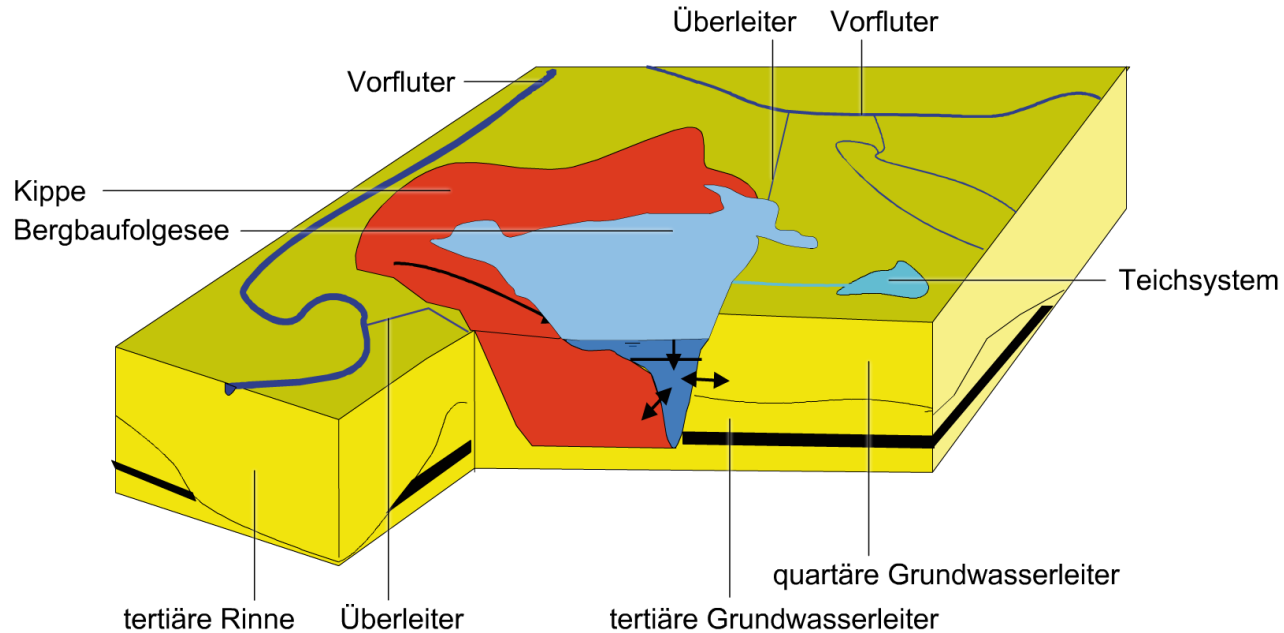
Prozesse innerhalb des Bergbaufolgesees



Finite-Volumen-Methode zur Grundwasserströmung



Gekoppeltes Grundwasser-/Seemodell



- 3D Grundwassermodell (PCGEOFIM)
- 2D Seemodell (CEQUALW2/PHREEQC2.0)

Basisprogramm:

- Grundwasserstand, Seewasserstand
- Beschaffenheit Grundwasser, Bergbaufolgeseen, Fließgewässer, Flutungswasser
 - Grundprogramm
 - Zusatzprogramm Versauerung (unterhalb pH = 5)
 - Zusätzliche Indikatoren (z.B. biologische Untersuchungen)

Anzahl Messungen im Jahr 2012	Lausitz	Mitteldeutschland
Grundwasserstandsmessungen (gerundet)	26.000	68.000
Grundwassergütemessungen	427	697
Seemessungen (Analysen)	665	1.027
Grundwassergütemessstellen	348	735

- Kooperation mit Landesbehörden zur Erfüllung EU WRRL

Zielstellung für die Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen

- Für den Seekörper: „Guter Chemischer Zustand“ und „Gutes Ökologisches Potential“ gemäß EU-WRRL sowie Erfüllung ggf. weiterer Bedingungen in Abhängigkeit der vorgesehenen Nachnutzung wie z.B. als Badesee etc.
- Für Ausleitwasser: Einhaltung behördlich festgelegter Parameter für einzelne Seen gemäß Grundsätze zur Flussgebietsbewirtschaftung, in der Regel:
pH = 6,0 – 8,5, $Fe_{gelöst} \leq 1,0 \text{ mg/l}$, $Fe_{gesamt} \leq 3,0 \text{ mg/l}$
meist auch: $Zn \leq 1,0 \text{ mg/l}$, $Cu \leq 0,04 \text{ mg/l}$ sowie
Orientierungswerte für z.B. Sulfat im Fließgewässer $\leq 450 \text{ mg/l}$ etc.

Fremdflutung ausreichend

- Goitschesee
- Geiseltalsee
- Berzdorfer See
- Gräbendorfer See
- Olbersdorfer See
- und andere

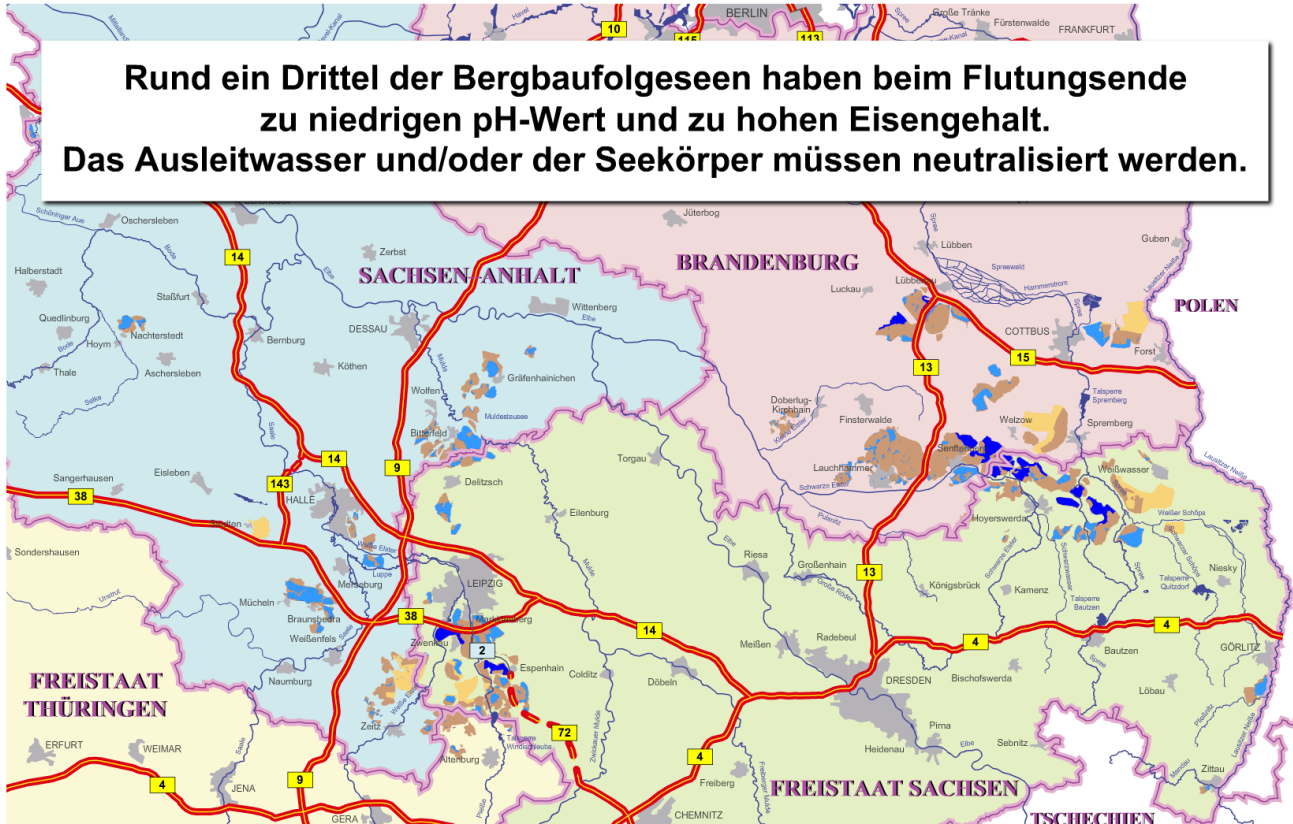
Behandlung erforderlich

- Zwenkauer See
- Hainer/Haubitzer See/
Bockwitzer See
- Haselbacher See
- Lausitzer Seenkette
- Scheibesee
- und andere

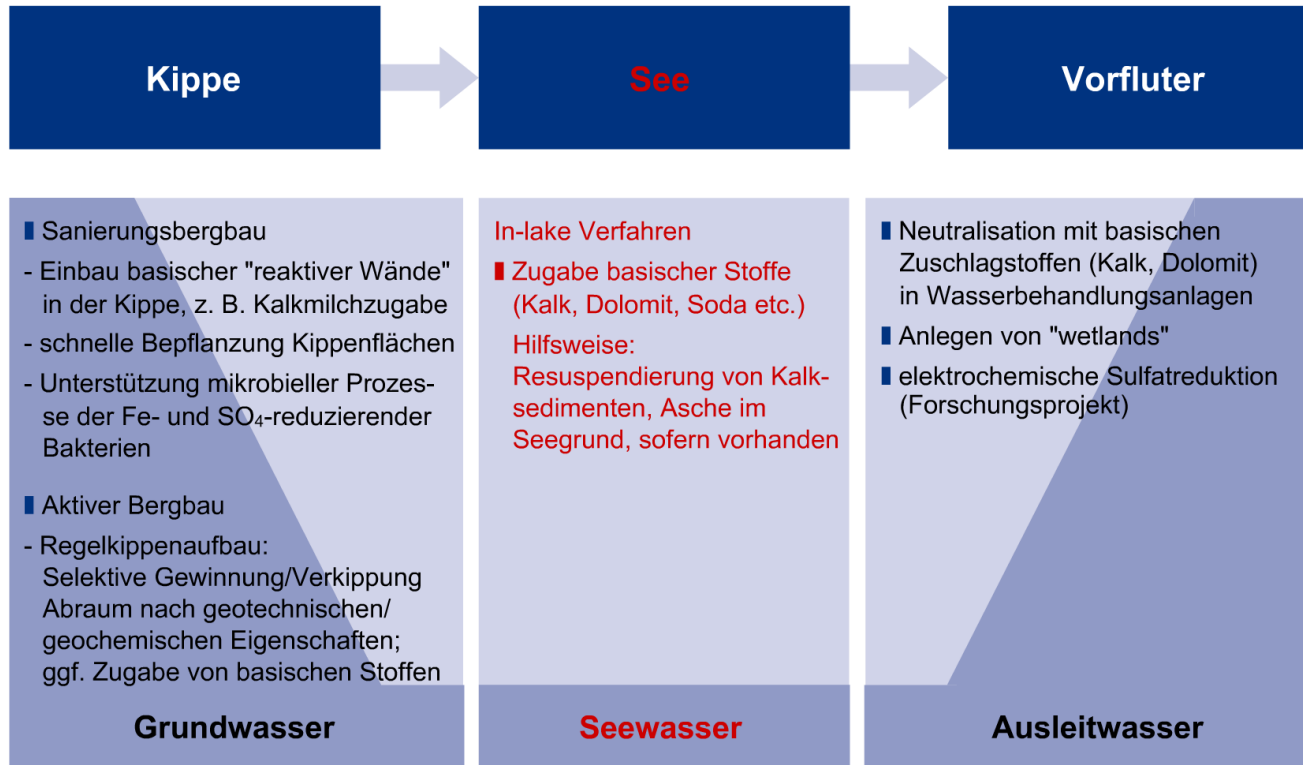
Rund zwei Drittel der Bergbaufolgeseen haben beim Flutungsende „einen guten chemischen Zustand und ein gutes ökologisches Potential“. Sie können gleich in das Oberflächengewässersystem integriert werden



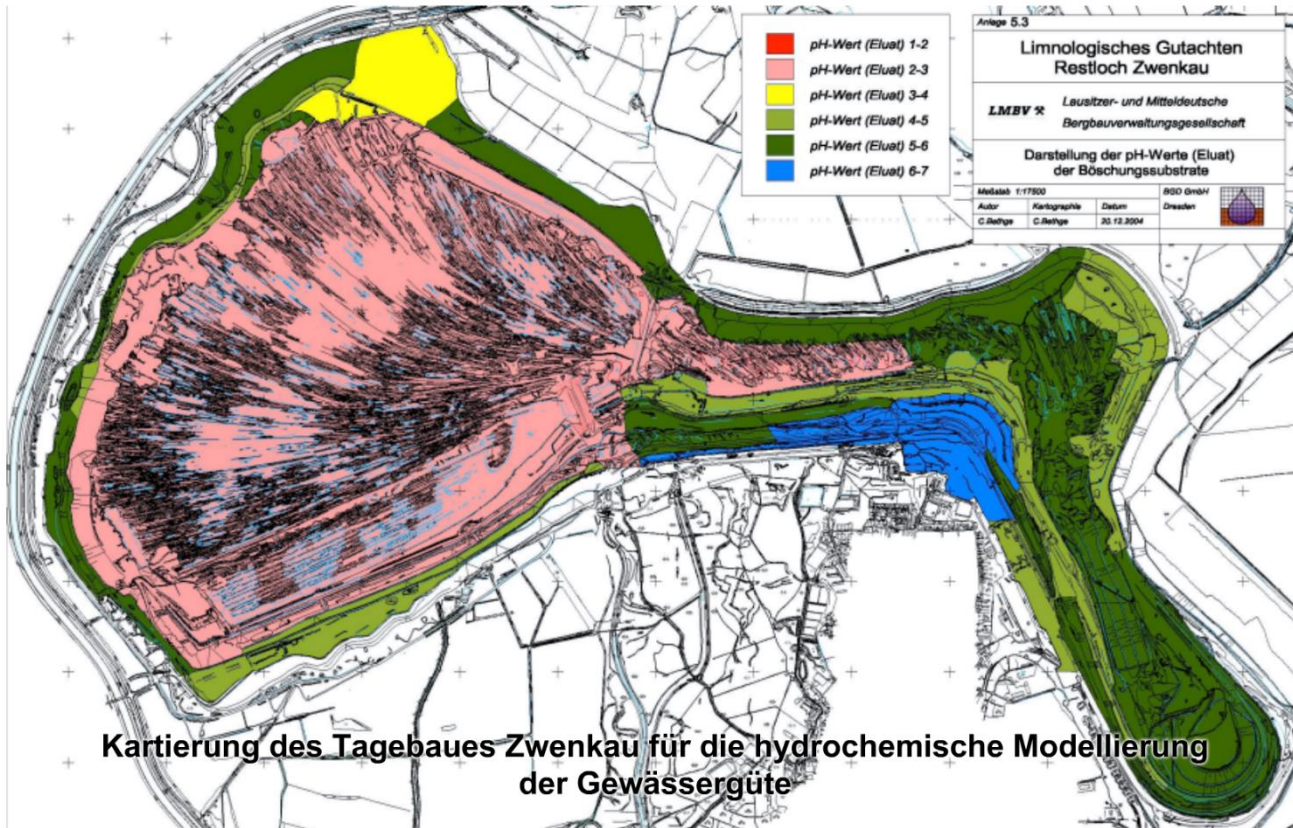
**Rund ein Drittel der Bergbaufolgeseen haben beim Flutungsende zu niedrigen pH-Wert und zu hohen Eisengehalt.
Das Ausleitwasser und/oder der Seekörper müssen neutralisiert werden.**



Maßnahmen zur Vermeidung/Behandlung saurer Wässer

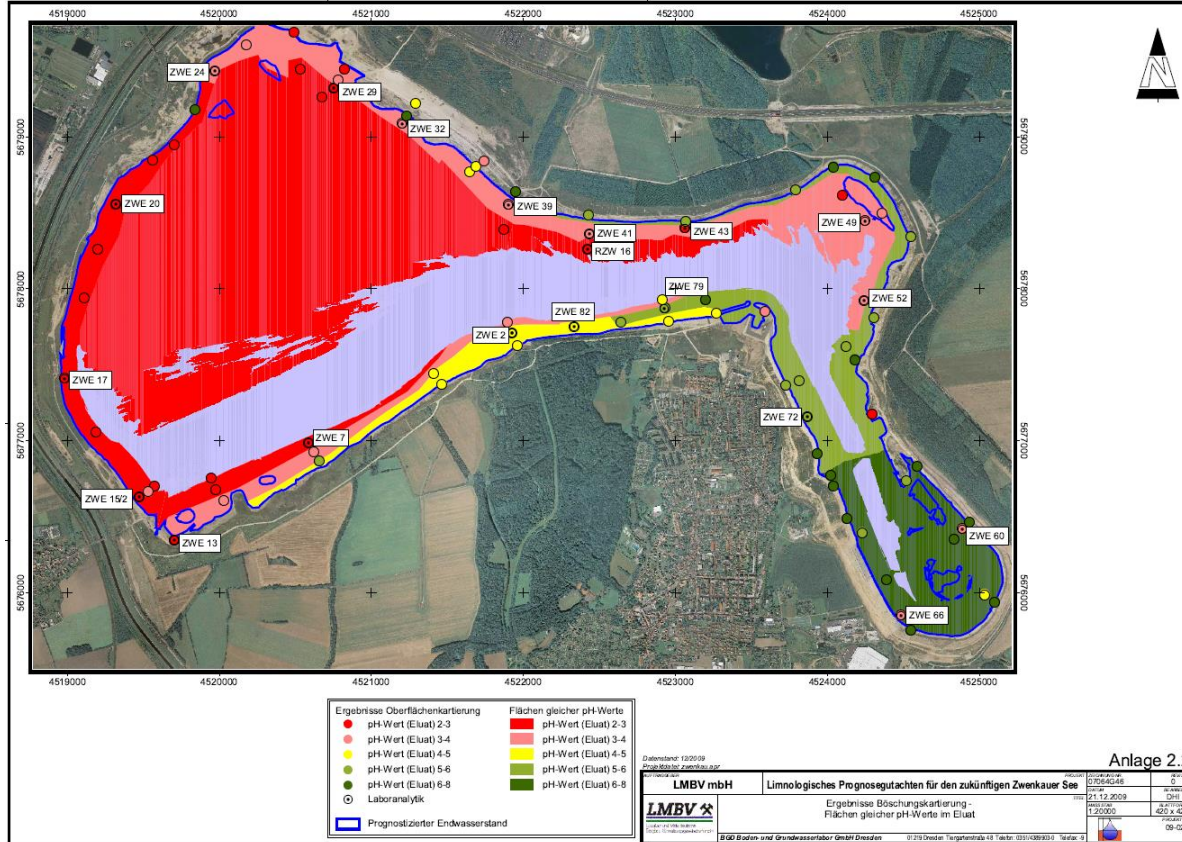


Kartierung des Tagebaues Zwenkau

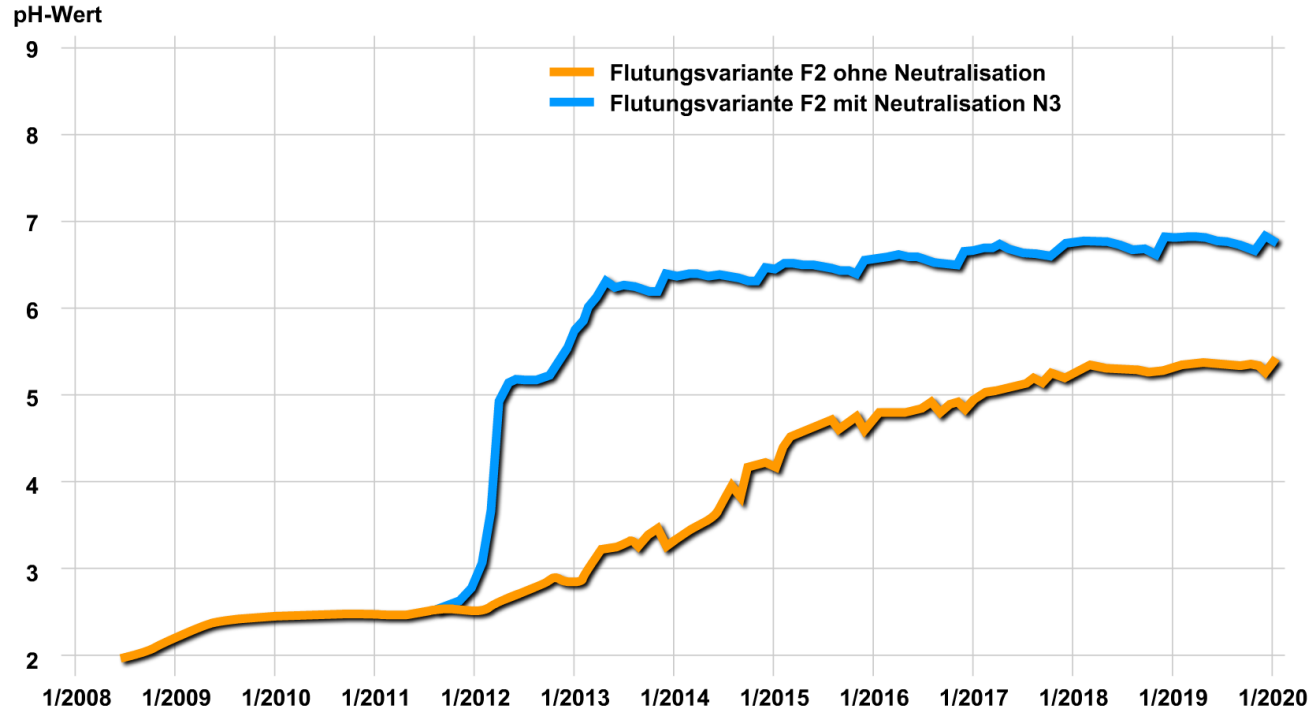


Kartierung des Tagebaues Zwenkau

aus 2009 zum
Limnologischen
Gutachten
12.08.2010



Limnologisches Prognosegutachten Zwenkauer See



Analyse der Stoffeinträge und Eintragspfade

- **Grundwasserzufluss**
(Ermittlung Lage der Versauerungsfront, modellhafte Abbildung der sekundären Pyritoxidation, Laborversuche zu Aciditätsfreisetzungspotenzial)
- **Oberirdischer Zufluss**
- **Niederschlag**
- **Flutung mit Filterbrunnenwasser**
- **Flutung mit Profener Sumpfungswasser**
- **Flutung mit Wasser aus der Weißen Elster**
- **Einfluss der Kippenseen**
- **Böschungserosion (Böschungskartierung)**
- **Aciditätsfreisetzung aus dem Sediment**
(Feldversuch an sauren Kippenseen mit intervallartigen Neutralisation)

In-Lake-Wasserbehandlung

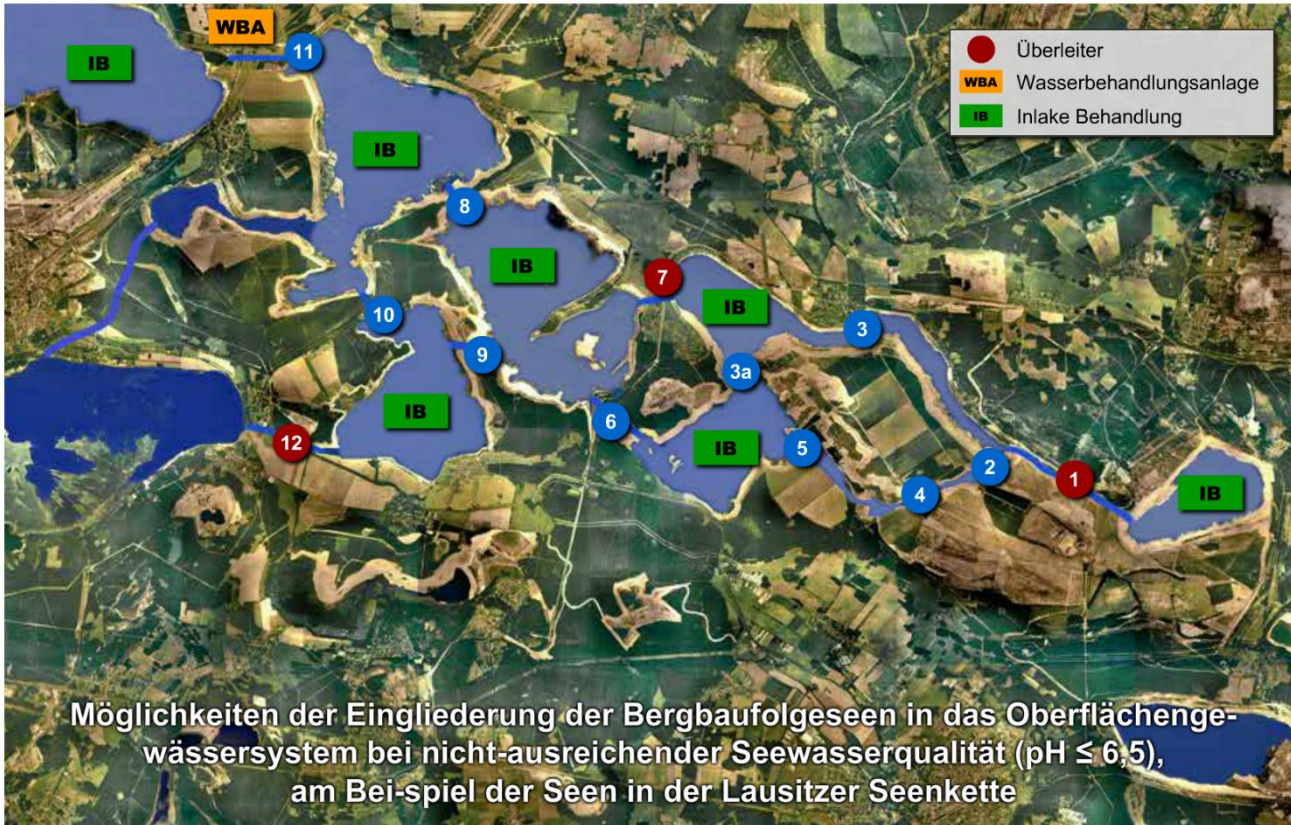


Schubboot

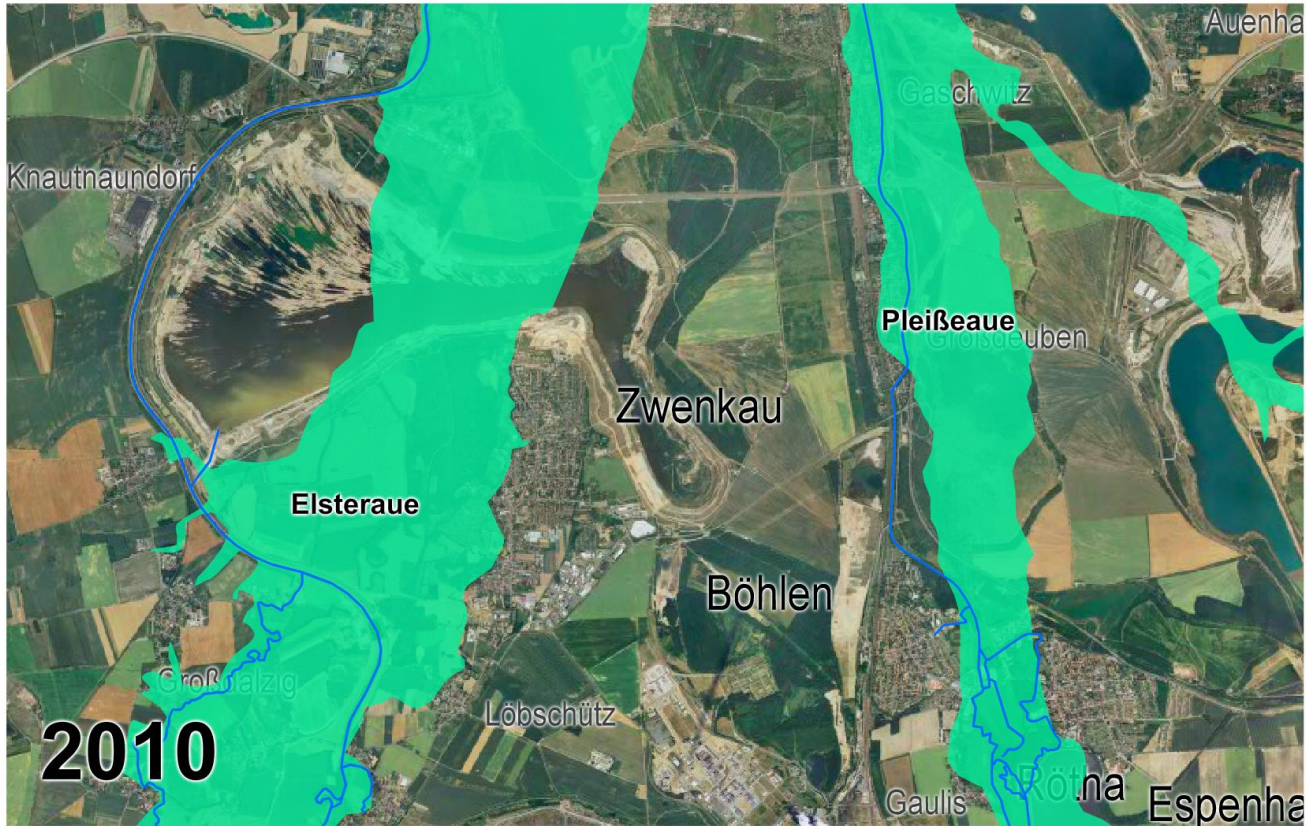
Länge über alles: **12,80 m**
Breite über alles: **5,00 m**
Tiefgang voll ausgerüstet: **max. 1,05 m**
Gewicht: **ca. 23 t**
Schiffstaufe: **02.09.2016**

Schubleichter

Länge über alles: **14,30 m**
Breite über alles: **5,02 m**
Tiefgang voll ausgerüstet: **max. 1,02 m**
Fassungsvermögen: **bis 25 t**



Ausgleich Retentionsraum Tagebaue Zwenkau und Cospuden



Herstellung eines ausgeglichenen und sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts

Grundwasser

- Beseitigung Grundwasserdefizit (12.7 Mrd. m³)
- Flutung Bergbaufolgeseen mit gutem chemischen Zustand und gutem ökologischen Potential

Oberflächengewässer

- Mengen- und Qualitätssicherung bergbaulich beeinflusster Oberflächengewässer
- Renaturierung von Gewässerabschnitten

Wasserwirtschaftliche Ausgleichmassnahmen

- Bergbaufolgeseen mit Hochwasserschutzfunktion

Gefahrenabwehr im Zusammenhang mit Grundwasserwiederanstieg

- Schutz baulicher Anlagen gegen Vernässung
- Geotechnische Sicherung von Altkippen (mit/ohne Bebauung)
- Schutz Fließgewässer gegen Verockerung durch Zutritt von saurem Grundwasser

Hochwasserentlastungsbau Zwenkau 2012



Bau Hochwasserentlastungsbauwerk Zwenkau im Mai 2012



Einweihung der Hochwasserentlastungsbauwerkes Zwenkau am 8. Mai 2013



13''

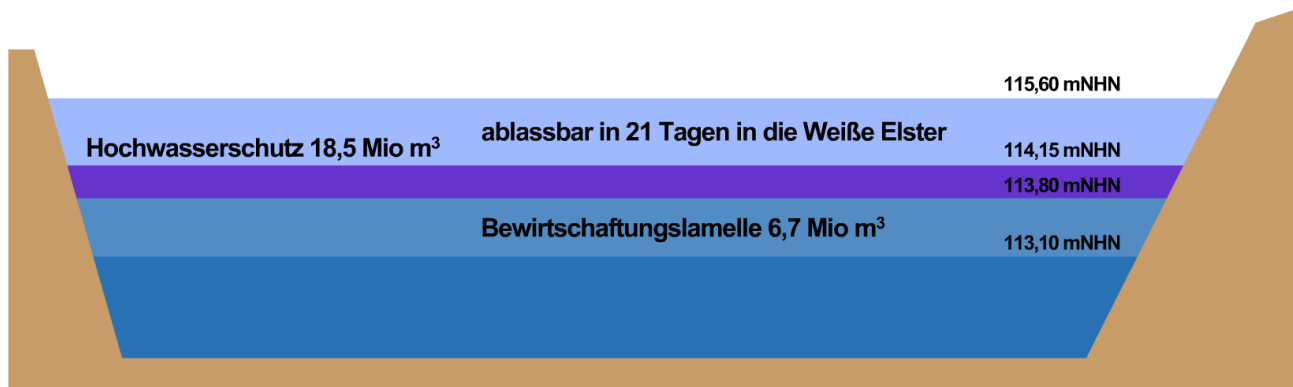
Bewirtschaftungs- und Hochwasserschutzlamellen des herzustellenden Zwenkauer Sees




Bewirtschaftungs- und Hochwasserschutzlamellen des herzustellenden Zwenkauer Sees



Bewirtschaftungs- und Hochwasserschutzlamellen des herzustellenden Zwenkauer Sees



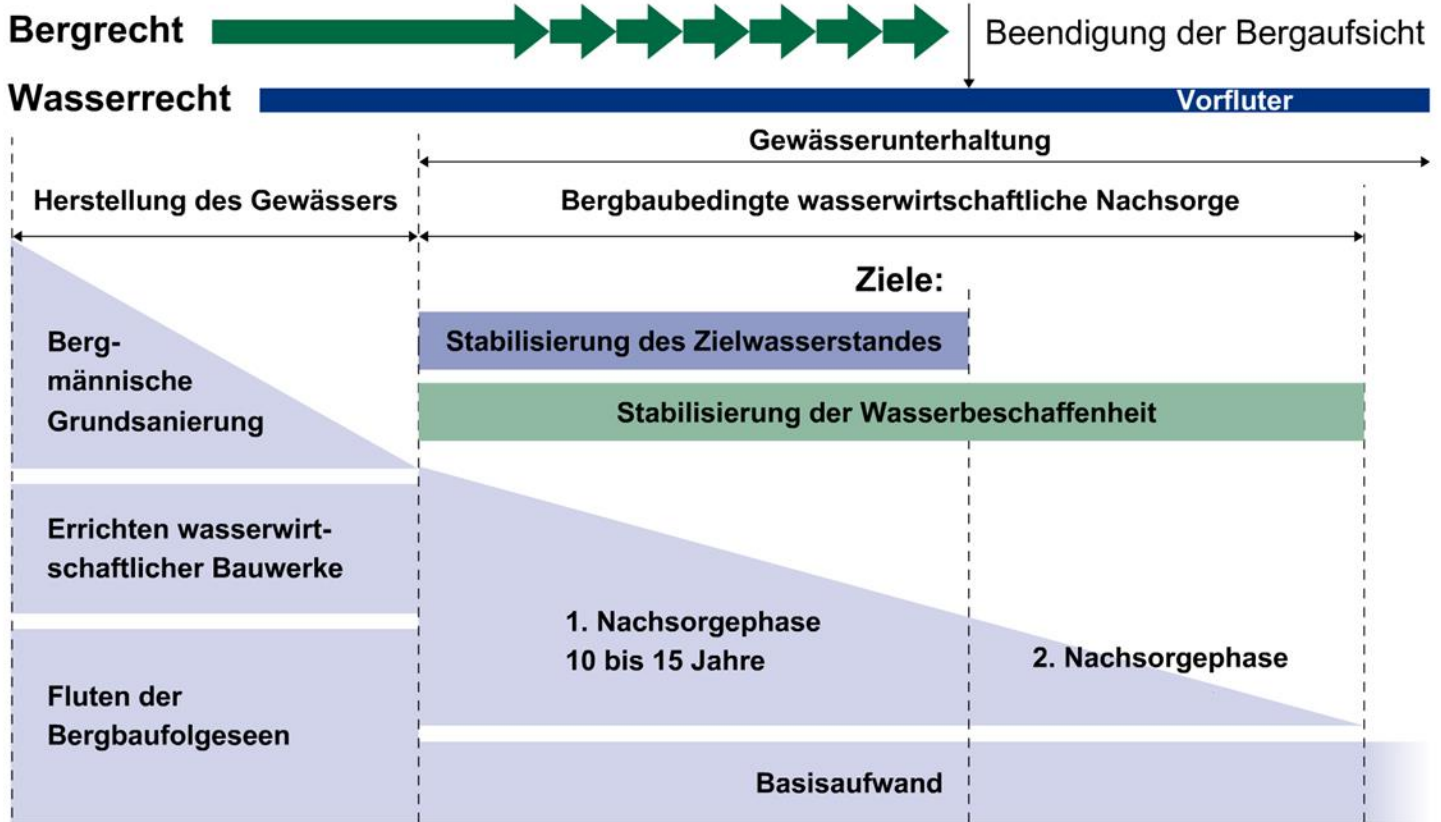
Wesentliche Inhalte der DIN 19700

- Hochwasserschutz für Unterlieger
- sicheres Ableiten der eingestauten Wassermassen in einer definierten Zeit
- Anlagensicherheit für Extremsituationen mit Überflutung
 Funktion muss zeitnah wieder gegeben sein.

Hochwasserschutzpotential Lausitzer Seen
Lausitzer Seenkette: ca. 12 Mio. m³
Lohsa II, Bärwalde, Dreiweibern: ca. 30 Mio. m³



Phasen der Entstehung von Bergbaufolgeseen



Herstellung eines ausgeglichenen und sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushalts

Grundwasser

- Beseitigung Grundwasserdefizit (12.7 Mrd. m³)
- Flutung Bergbaufolgeseen mit gutem chemischen Zustand und gutem ökologischen Potential

Oberflächengewässer

- Mengen- und Qualitätssicherung bergbaulich beeinflusster Oberflächengewässer
- Renaturierung von Gewässerabschnitten

Wasserwirtschaftliche Ausgleichmassnahmen

- Bergbaufolgeseen mit Hochwasserschutzfunktion

Gefahrenabwehr im Zusammenhang mit Grundwasserwiederanstieg

- Schutz baulicher Anlagen gegen Vernässung
- Geotechnische Sicherung von Altkippen (mit/ohne Bebauung)
- Schutz Fließgewässer gegen Verockerung durch Zutritt von saurem Grundwasser

Weitere Umweltherausforderungen Grundwasserwiederanstieg auf das vorbergbauliche Niveau



2. Tagebautechnik - Grundwasserabsenkung - Trockenlegung Flachland



Untersuchung von Einzelgebäuden

Sachverständigenbüro Dipl.-Ing. (FH) Stefan Bunzel VDI
 005BS2006
 02920 Markersdorf OT Jauernick-Buschbach Dorfstraße 33
 Telefon: 035429/60178, Telefax: 035429/60177, e-Mail: info@bunzel-iv.de
 Anlage 1
 Seite 2 von 38

Projekt: Bestandserfassung Gefahrenabwehr für Gebäude in der Ortslage Burghammer

Bezeichnung: EFH Bernsteinstraße 38 **Objektnummer (lt. U 1):** 211

amtliche Lagebezeichnung: Foto:

Bundesland: Sachsen
 Kreis: Kamenz
 Gemeinde: Spreetal
 Samtgemeinde: Burghammer
 Flur: 5
 Flurstück(e): 63/10
 Rechtswert: 54/56/167
 Hochwert: 3104928

Grundbuch- / Eigentümerangaben:
 GB-Art: Hoheisenstraße
 GB-Bezirk: Burghammer
 GB-Blatt: 546
 BV-Nr.:
 Eigentümer:
 Objektadresse:

Höhenangaben:

DFG (Tab. 3):	+109,6 m NN
DFG (Feldris):	+110,14 m NN
OFF KG:	+108,81 m NN
FuSt (Schalung):	0,40 m
UKFu:	+108,41 m NN
GW Vorb.:	+109,5 m NN
GW End. (Prognose):	+109,0 m NN
BWSt:	+109,50 m NN
GWFL Vorb.:	0,60 m
GWFL End. (Prognose):	1,60 m
UKFu - BWSt:	- 1,10 m
WSP Bernsteinstee:	+109,00 m NN
WSP Kleine Spree:	+109,80 m NN


Objektbeschreibung:
 unbebaut bebaut Baugenehmigung | 1094, Az.: HY-54/98-539

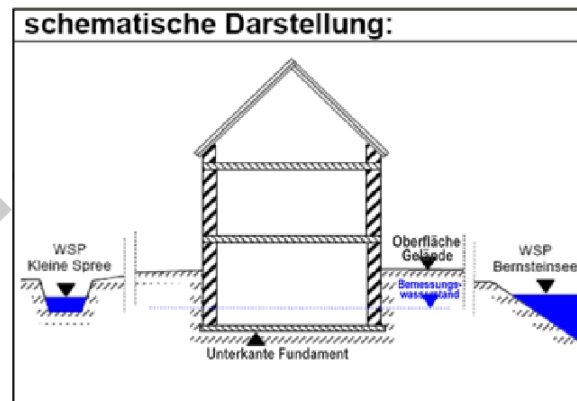
kurze Beschreibung der baulichen Anlagen:
 Objektart: EFH mit Einliegerwohn. Baujahr: 1995 Umbau: -
 Unterkellerung: ja, zzgl. Teilgarage Gründung: Streifenfundamente (B15) + Bock
 Bauweise: K+S; Betonmehrfachstern (beton) Gelände: eben
 vorh. Abdichtungen: entgegen Planung nur Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser
 Zuzugung / Zugänge: 2 Garagenfahre Baugrund: Sand (Gutachten)
 Meldeverfahren: unbekannt Drainage: unbekannt
 Regenwasserabfuhr: Trennschichtung
 sonstiges: ca. 156 m² WF, rd. 1.000 l/bm uRf, ca. 178 m² Gebäudegrundfläche
 allg. Bauzustand: guter hoch- bzw. neuwertiger Bauzustand

Werte: Verkehrswert: | Verkehrswert: | Herstellungswert: | Sanierungskosten:
 l. A. | r. A. | ca. 210.000,- € | ca. 150.000,- €

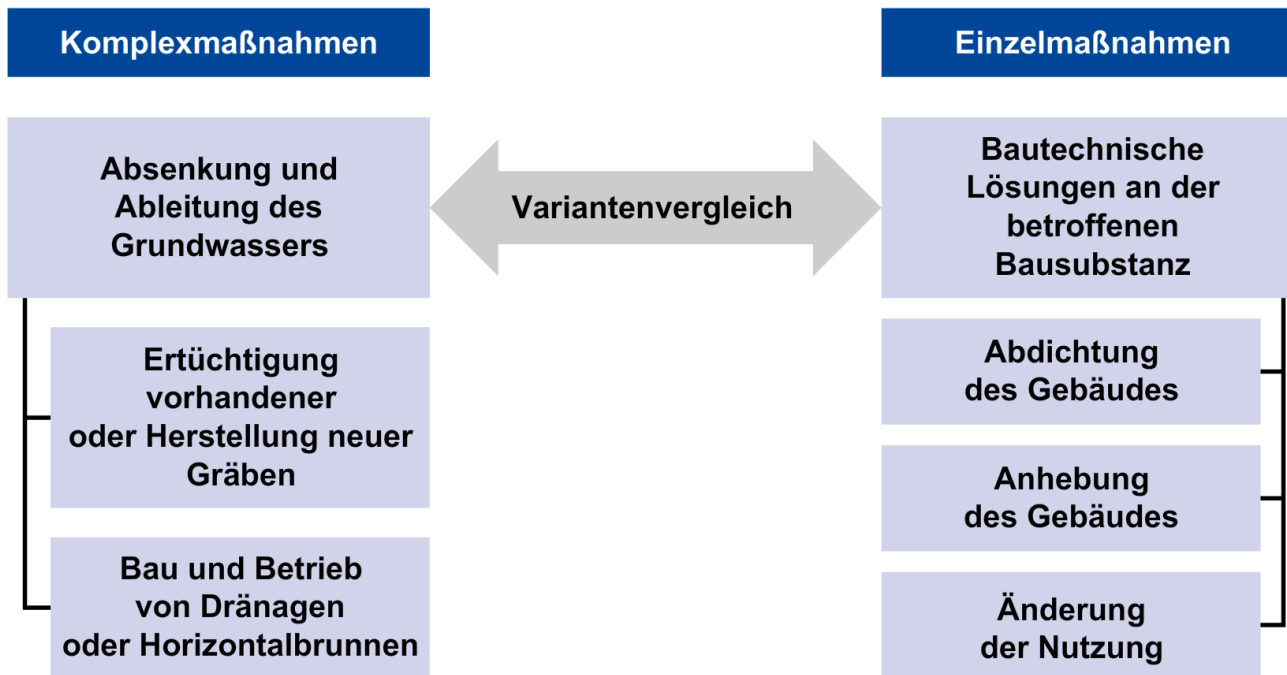
zukünftige Wasserbeanspruchung (gemäß Tabelle 1, DIN 18195-1 : 2000-08):
 druckloses Wasser von Außen

empfohlene bzw. erforderliche Maßnahmen / Zusammenfassung:
 empfohlene Sanierungsvariante: Gebäudeanhebung oder Rückbau mit Ersatzneubau

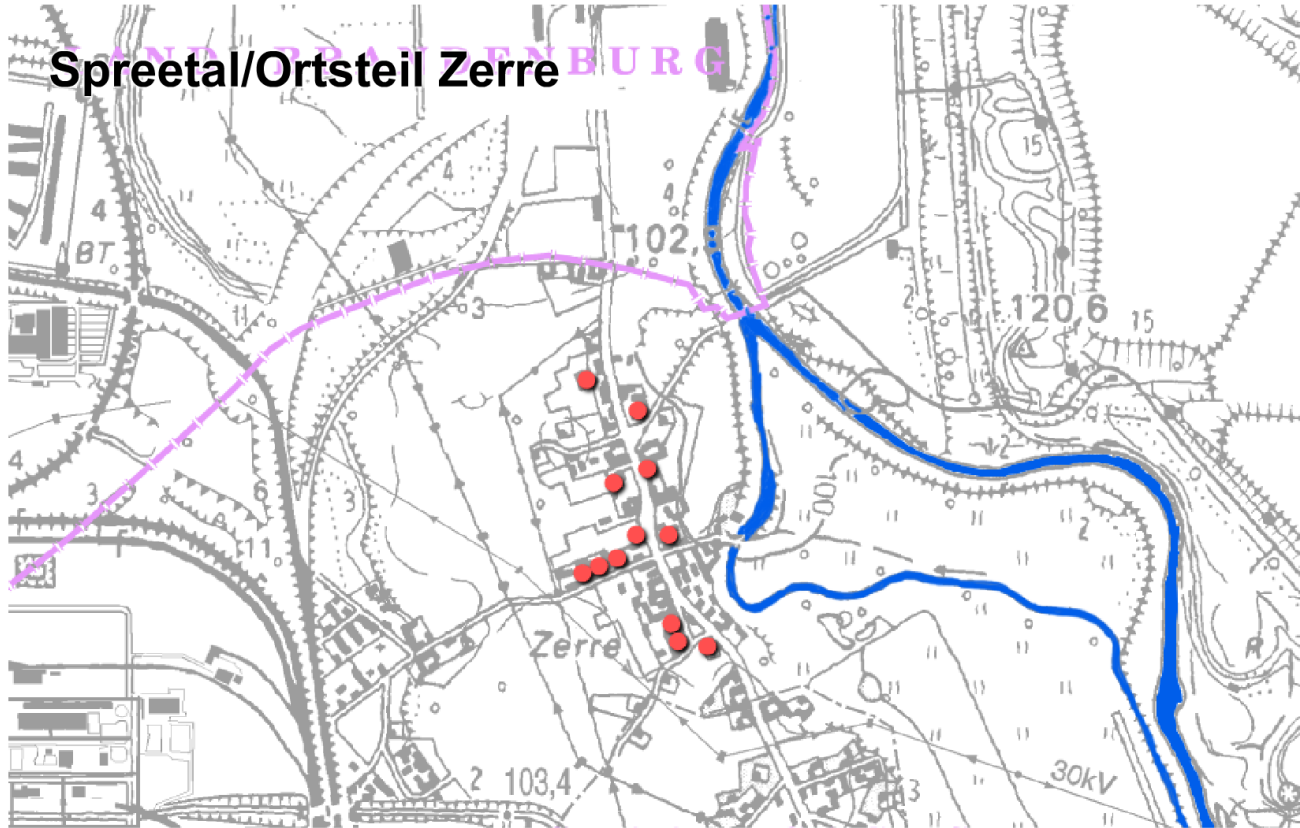
Ort, Datum: Jauernick-Buschbach, 08.12.2008 Stempel / Unterschrift: 



Höhenangaben:	
Oberfläche Gelände (OFG) (Tab.3):	+ 109,60 m NN
Oberfläche Gelände (OFG) (Feldriss):	+ 110,14 m NN
Oberkante fertiger Fußboden Kellergeschoss (OFF KG)	+ 108,81 m NN
Fundamentstärke (FuSt)	0,40 m
Unterkante Fundament (UKFu)	+ 108,41 m NN
vorbergbaulicher Grundwasserspiegel (GW Vorb.)	+ 109,50 m NN
prognostizierte endgültige Grundwasserhöhe (GW End.)	+ 109,00 m NN
Bemessungswasserstand (BWSt)	+ 109,50 m NN
vorbergbaulicher Grundwasserflurabstand (GWFL Vorb.)	0,60 m
prognostizierte endgültige Grundwasserflurabstand (GWFL End.)	1,60 m
Differenz aus Höhe Unterkante Fundament und dem Bemessungswasserstand (UKFu - BWSt)	- 1,10 m
prognostizierte endgültige Wasserspiegel (WSP) Bernsteinstee	+ 109,00 m NN
prognostizierte endgültige Wasserspiegel (WSP) Kleine Spree	+ 109,80 m NN



Spreetal/Ortsteil Zerrebau









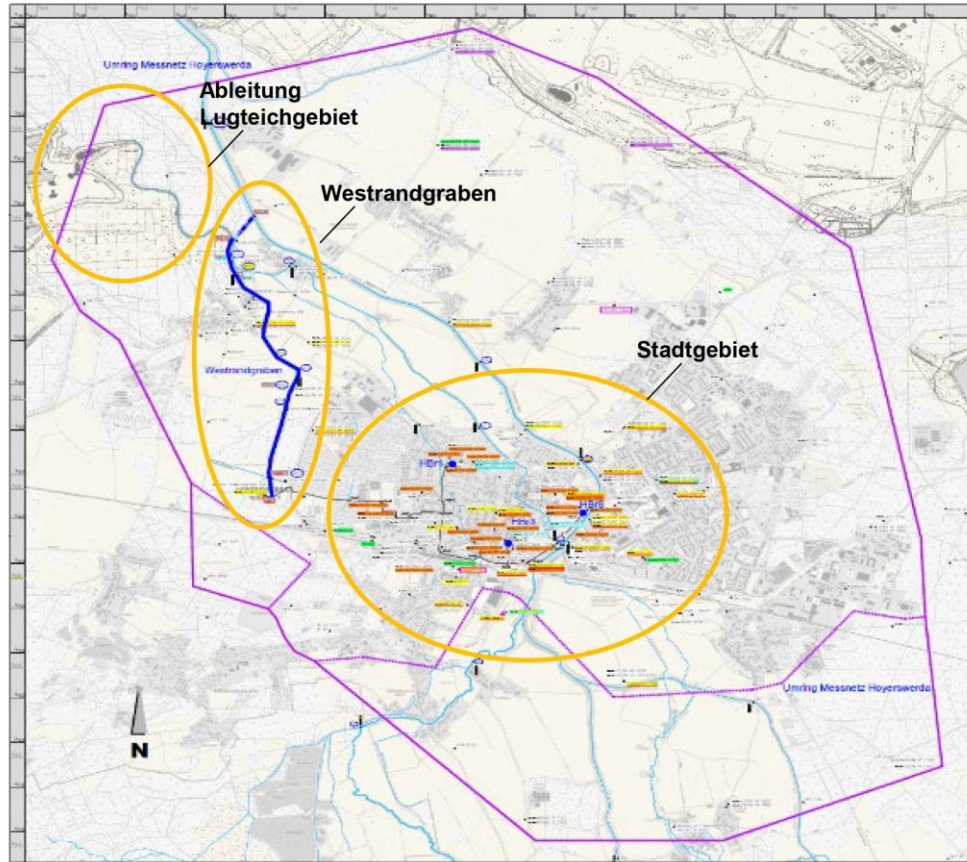
§3 Hausanhebung Delitzsch

























§3 Hausanhebung Delitzsch

Grundwasserniederhaltung in Hoyerswerda mit Horizontalfilterbrunnen seit 2001/2002

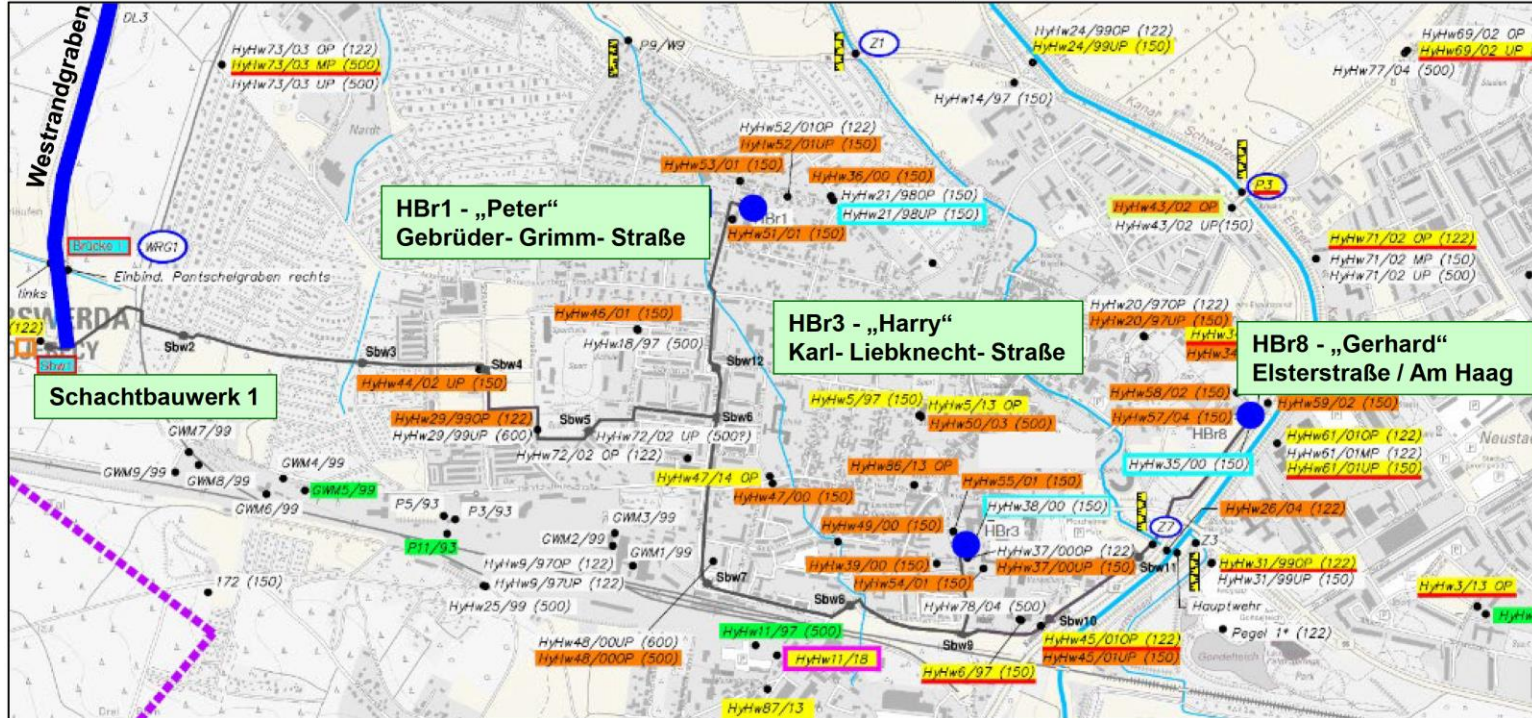


Legende

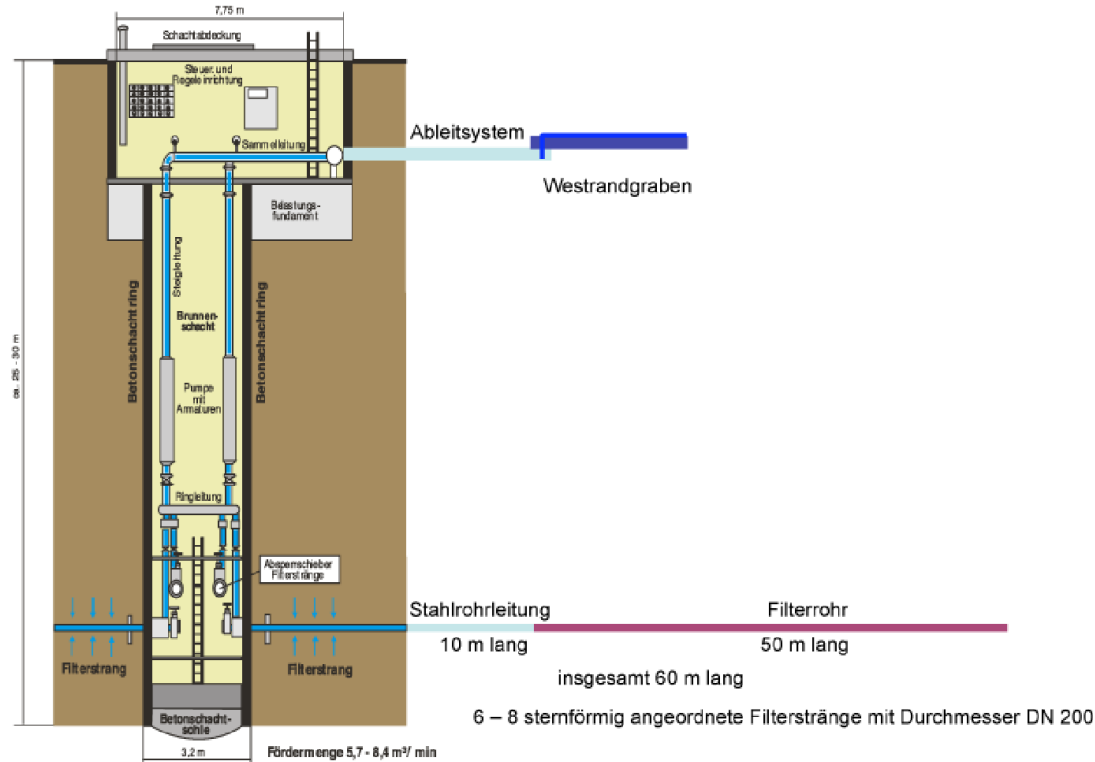
-  Horizontalfilterbrunnen mit Ableitungssystem
 -  verrohrter Teil des Kossackgrabens
 -  Grundwassermessstellen mit Angabe GWL
 -  Oberflächenwassermessstelle
 -  Endwasserhaltung WRG
 -  Konditionierungsanlage WRG am bisherigen Standort
 -  Konditionierungsanlage WRG am neuen Standort
 -  Beobachtungsraum
 -  Beobachtungsraum 2008 bis 2010
- Mengenüberwachung
-  SEBA-Technik (DS) temporär zur HW-Beobachtung
 -  SEBA-Technik (DS)
 -  SEBA-Technik (DS) mit DFÜ
 -  E+H-Technik = Anschluss an Leittechnik
- Überwachung Beschaffenheit
-  GW-Probenahme (1x jährlich)
 -  GW-Probenahme Sbw1 am WRG (14-tägig)
 -  OFW-Probenahme am WRG (wöchentlich) so lange Kondi am bisherigen Standort
 -  OFW-Probenahme am WRG (wöchentlich) ab Kondi am neuen Standort
- Auswahl von Messstellen
-  GWM nicht mehr nutzbar
 -  GWM neu einbeziehen
 -  Oberflächenwassermessstelle zur Einbeziehung in die STM

Grundwasserniederhaltung in Hoyerswerda mit Horizontalfilterbrunnen

1. Horizontalfilterbrunnen 1, 3 und 8
2. Ableitersystem mit 12 Schachtbauwerken (SBW)
3. Grundwassermessstellen (orange)



Hoyerswerda - Horizontalbrunnen Funktion



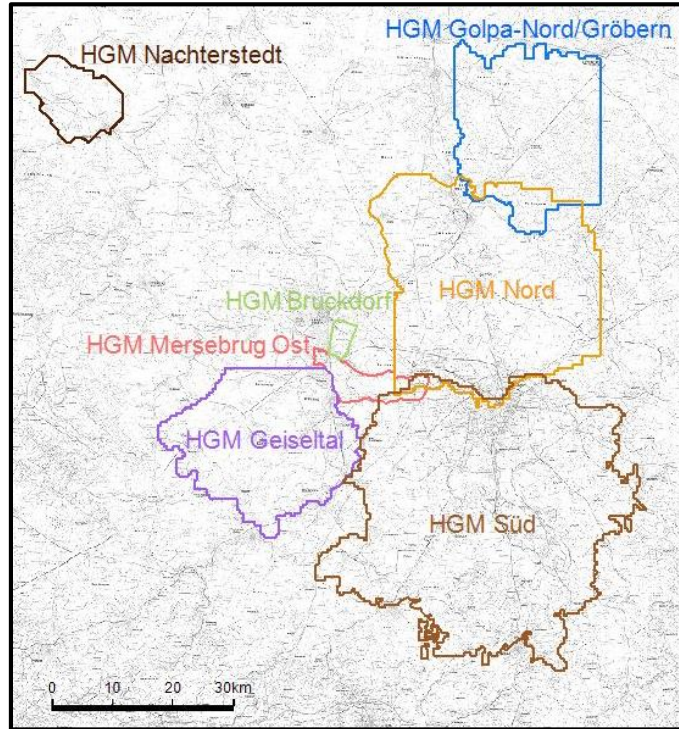
Horizontalfilterbrunnen in Hoyerswerda



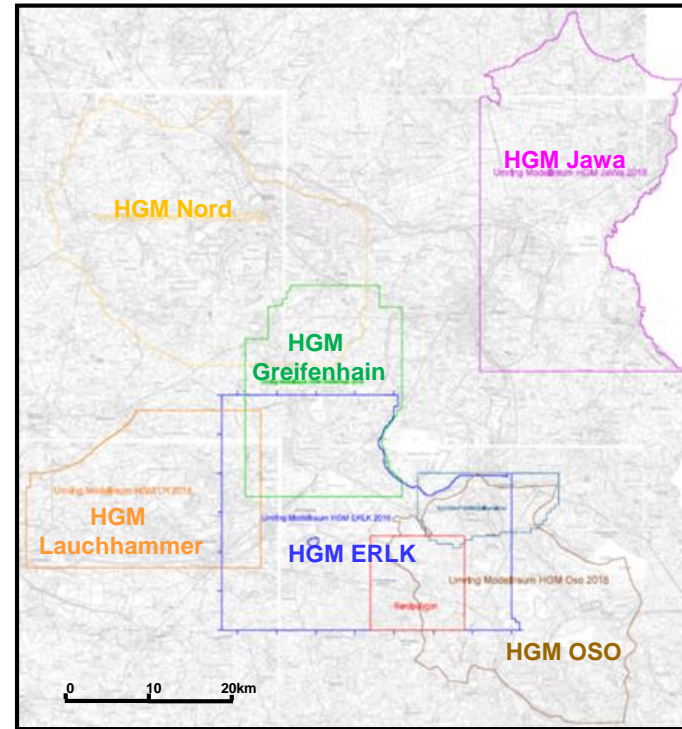


Wasserstandsprognosen und deren Auswirkungen auf die Bergbausanierung

Übersicht Hydrogeologische Großraummodelle (HGM) in der LMBV



Modelle im Mitteldeutschen Revier (ohne HGM Wulfersdorf)

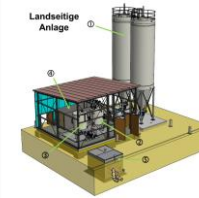


Modelle im Lausitzer Revier (ohne HGM Berzdorf)

15 Hydrogeologische Großraummodelle

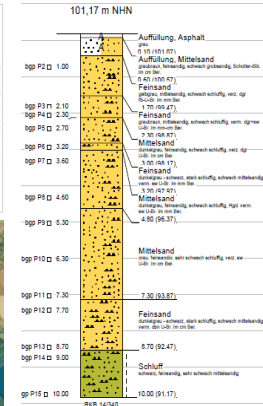
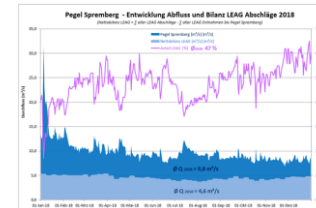
Die prognostizierten Wasserstände dienen als Grundlage für:

- Wasserwirtschaftliche Konzeptionen
- Planungen
- Genehmigungen (z. B. PFV)
- Bewirtschaftung



HGM sind ständig arbeitende Modelle deren Eingangsdaten regelmäßig aktualisiert werden:

- Planungsstände
- Vermessungen
- Wasserstände
- geologische Informationen aus Bohrungen
- meteorologische Entwicklung



Technische Anpassung der HGMs

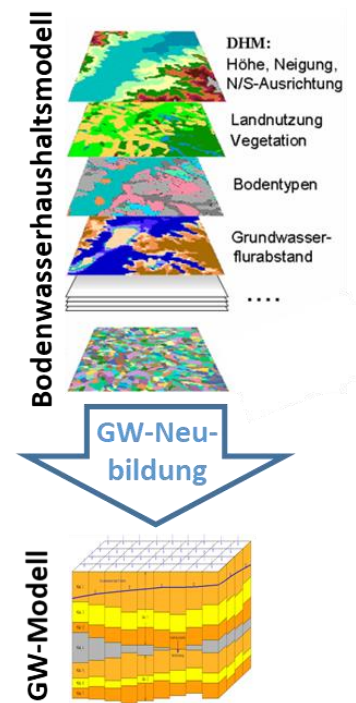
Modellstrukturen werden an den technischen Fortschritt angepasst um deren **Prognosegenauigkeit** zu erhöhen:

- **Höhere Auflösung** durch höhere Rechenleistungen
Grundraster von 1000 x 1000 m auf 125 x 125 m in Detailbetrachtungen (Lupen) bis auf 16 x 16 m
- Kopplung mit Bodenwasserhaushaltsmodellen zur **zeitlich** und **räumlich differenzierten** Ermittlung der **Grundwasserneubildung**
- **Umstellung von Ein- und Mehrschichtmodellen auf echte 3D-Modelle**, die mit 20-30 Modellschichten eine genauere Abbildung der GW-Leiter möglich machen

System	MGWL	Schichtenfolge	MGWL	Schichtenfolge
QUARTÄR	MGWL 1	GWL 100 – 410 Inkl. Kippe und Stauer	MGWL 1	Holozän
			MGWL 2	gW
			MGWL 3	GWL130
			MGWL 4	gS1
			MGWL 5	gS2
			MGWL 6	gS2
			MGWL 7	gS1
			MGWL 8	gS1
			MGWL 9	gS1
			MGWL 10	gS2
TERTIÄR	MGWL 2	GWL 500	MGWL 11	GWL170-180
			MGWL 12	GWL300
			MGWL 13	OBGL_MF2
			MGWL 14	GWL400
			MGWL 15	MF2
			MGWL 16	GWL500
			MGWL 17	UBGL_MF2
			MGWL 18	GWL600
			MGWL 19	MF3+MF4
			MGWL 20	GWL700-800

3D-Modell mit 20 Schichten

3-Schicht Modell



Modellaufbau

- Entscheidend sind Umfang und Güte der verfügbaren Daten
- Übertragung von Punktinformationen (z. B. Bohrungen) auf die Fläche (Modellraster)

Modellkalibrierung

Modellergebnisse (z. B. für Grundwasserstände) werden durch plausible Änderungen in verschiedenen Modellparametern so weit wie möglich an Messwerte angepasst.

- Kalibriergüte hängt maßgeblich von Umfang und Qualität der verfügbaren Messwerte sowie von der Erfahrung des Modellierers ab

Vorgaben für die Prognose

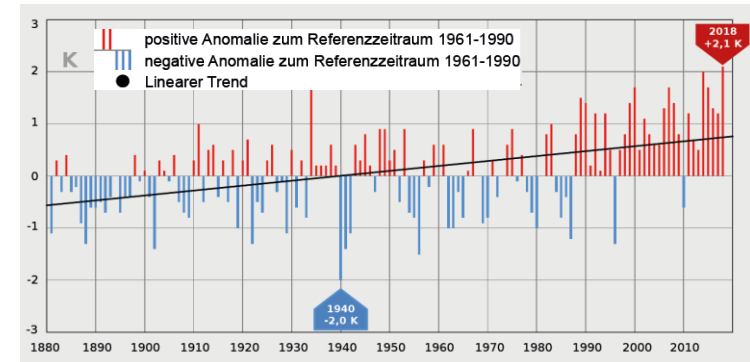
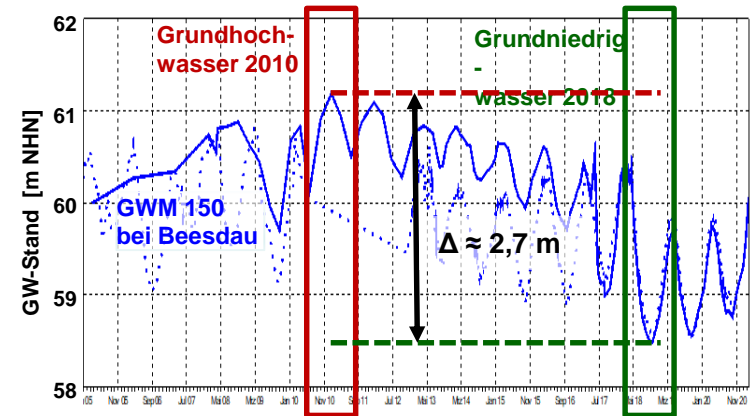
Grundlage einer Wasserstandsprognose ist die Festlegung von zeitlich veränderlichen Randbedingungen wie:

- Oberflächenwasserzu- und abflüsse (dargebotsabhängig)
- Klimaentwicklung (relevant für Grundwasserneubildung, Seeverdunstung)
- Entwicklung der Landnutzung (Wald, Acker, ...)

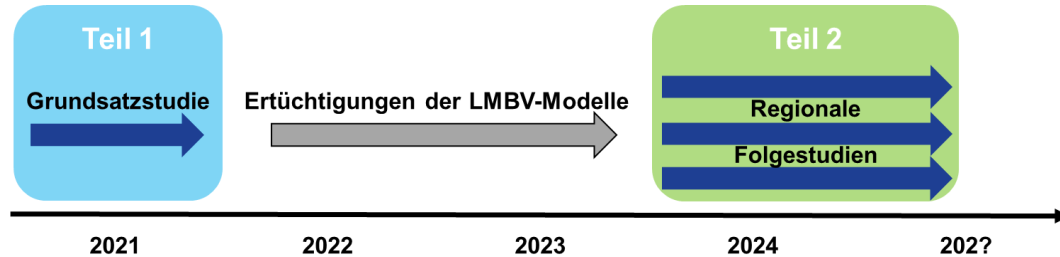
Für die Modellierung sind Vereinfachungen, Abstraktionen und Annahmen erforderlich

 LMBV-Grundwassermodelle haben i. d. R. **Modellunsicherheiten von ± 50 cm bis ± 100 cm**

- LMBV-Prognosen beziehen sich auf **mittlere meteorologische Verhältnisse**
 - ➔ Die zeitliche Variabilität von Witterungen führt zu Grundwasserstandsschwankungen meist im Bereich 1 bis 2 m, zum Teil auch mehr
- Ermittlung der Schwankungsbreiten mittels Bodenwasserhaushaltsmodellen
- Mittlere Verhältnisse beziehen sich i.d.R. auf die **Normalperiode** 1961 - 1990
- Seit Jahresanfang gilt die Normalperiode 1991 - 2020
 - ➔ Umstellung führt zu einer weiteren Veränderung der Prognoseergebnisse
- **Klimawandel** wird die hydrometeorologischen Verhältnisse weiter verändern (Bezug auf Normalperioden sind langfristig nicht mehr haltbar)
 - ➔ weitere Untersuchungen notwendig



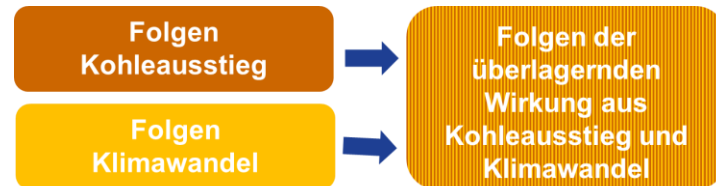
„Evaluation der Bergbausanierung unter Berücksichtigung von Kohleausstieg und Klimawandel in Sachsen und Brandenburg“



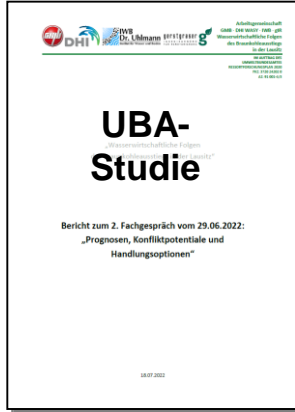
1. Zustandsbeschreibung und Defizitanalyse
2. Kausalitätsanalyse der Auswirkungen
3. Werkzeuge für die Prognose der Gewässerzustandsentwicklung

- Wie sind die Modelle zu ertüchtigen, um Kohleausstieg und Klimawandel abbilden zu können?
- Abstimmung mit den Fachbehörden der Länder

4. Ergebnisdarstellung der Risiko- und Defizitanalyse



ggf. Folgestudie für Sachsen-Anhalt



- Helikopterperspektive
- großräumiger Wasserhaushalt
- v. a. Fließgewässer 1. Ordnung



Vergleichbarkeit:

- Nutzung der selben Kohleausstiegsszenarien
- Nutzung des selben Klimaensembles
- Nutzung der selben Betrachtungszeiträume

- zweistufig
- objektkonkreter Handlungsbedarf
- Bergbaufolgeseeen, Fließgewässer 2. Ordnung und Grundwasser



Kohleausstieg

- bei Planungen der LMBV grundsätzlich berücksichtigt, aber nicht in dieser Zeitschiene
➔ vorübergehende Probleme aufgrund reduzierter Wasserverfügbarkeit und erhöhter -bedarfe

Klimawandel

- bei Planungen der LMBV bisher nicht berücksichtigt
➔ langfristige Probleme aufgrund veränderter Wassermengen, -stände und -beschaffenheiten

technische Funktionalität

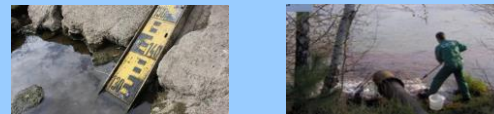
genehmigungsrechtliche Vorgaben

Vergangenheit

vorhandene Infrastruktur



Einhaltung genehmigter Wasserstände, -mengen und -beschaffenheiten



Zukunft

Planungsgrundlage für neue Infrastruktur



Berücksichtigung bei neuen Anträgen



Aufgabe der Grundsatzstudie:
Klärung der Herangehensweisen und zu verwendenden Daten

(1) Zustandsbeschreibung und Defizitanalyse

- Gute Datengrundlage für regionale Folgestudien vorhanden
- Es müssen zusätzliche Bodenwasserhaushaltsmodelle (BWHM) aufgebaut werden

(2) Kausalitätsanalyse der Auswirkungen

- Mögliche Probleme wurden zusammengetragen
→ Untersuchungsumfang für regionale Folgestudien

(3) Klimaszenarien

- 2 Klimaszenarien (feucht und trocken) als Planungsgrundlage und 2 Szenarien für Extrembetrachtungen wurden mit Behörden abgestimmt.

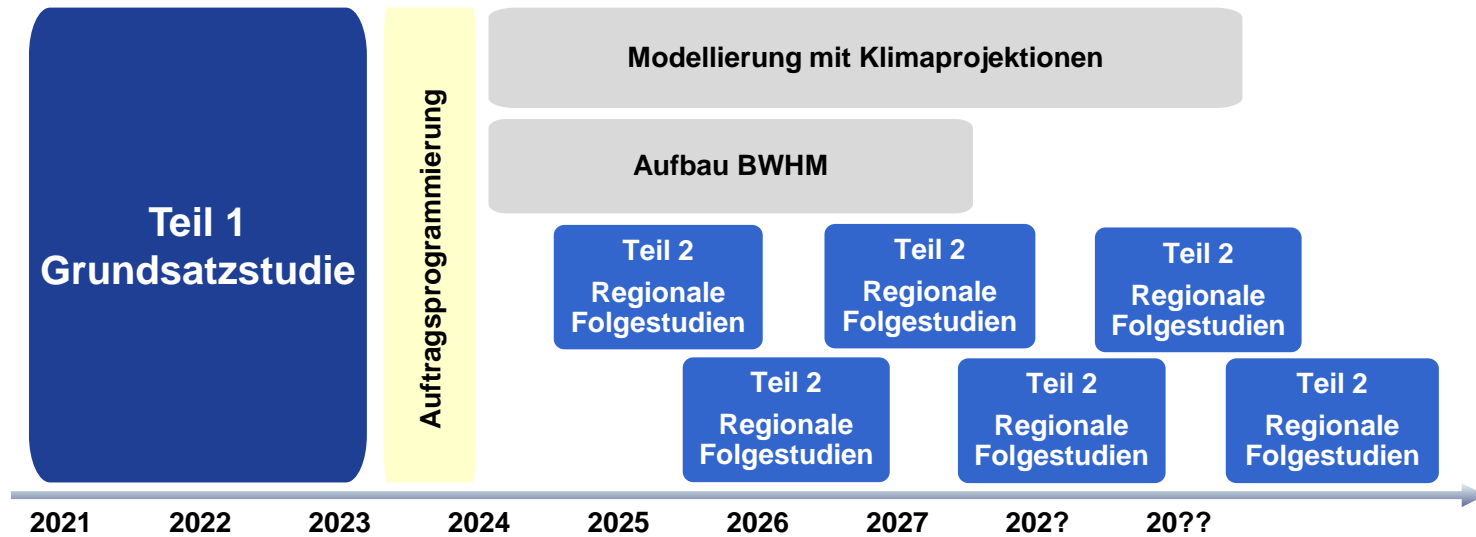
(4) Prognosewerkzeuge

- Aufbau einer komplexen Modellkaskade (Klimamodelle → BWHM → GW-Modelle)
- Weiterentwicklung der vorhandenen Programmcodes (BWHM + GW-Modell)
→ Auftragsprogrammierung durch LMBV erforderlich



Einheitliche Grundlagen für alle **regionalen Folgestudien**

Arbeitsplan



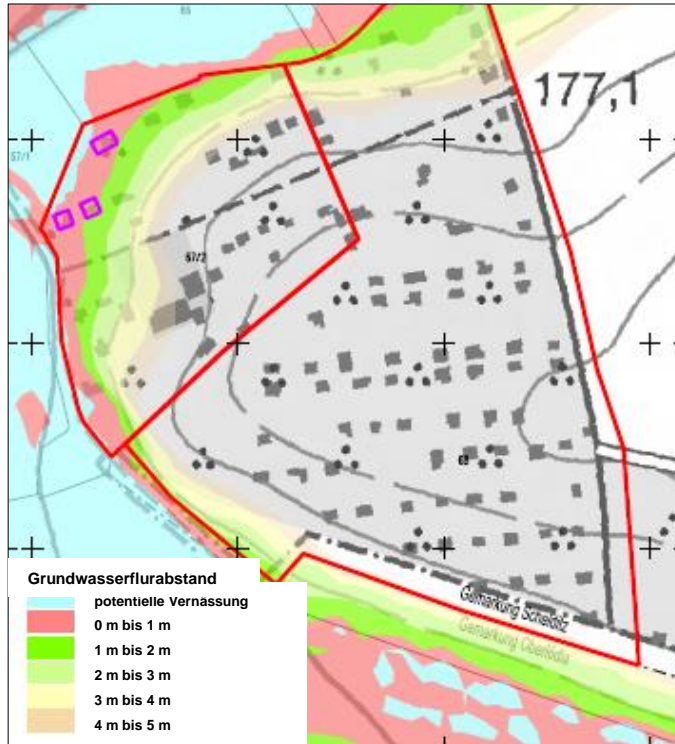
Ergebnisse der regionalen Folgestudien:

- Vorliegen ortskonkreter **Prognosen**
- Ausweisung **Handlungsbedarf**
- erste **Maßnahmenvorschläge**

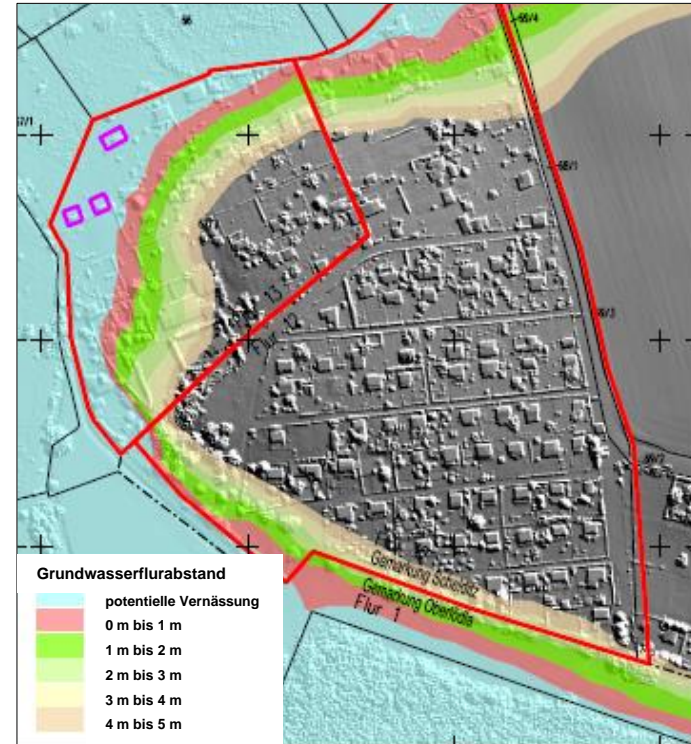


Endversion der Grundsatzstudie soll im 2. Quartal 2023 vorliegen

Beispiel: Schelditz- Kleingartenanlage „Am Pflaumenberg“

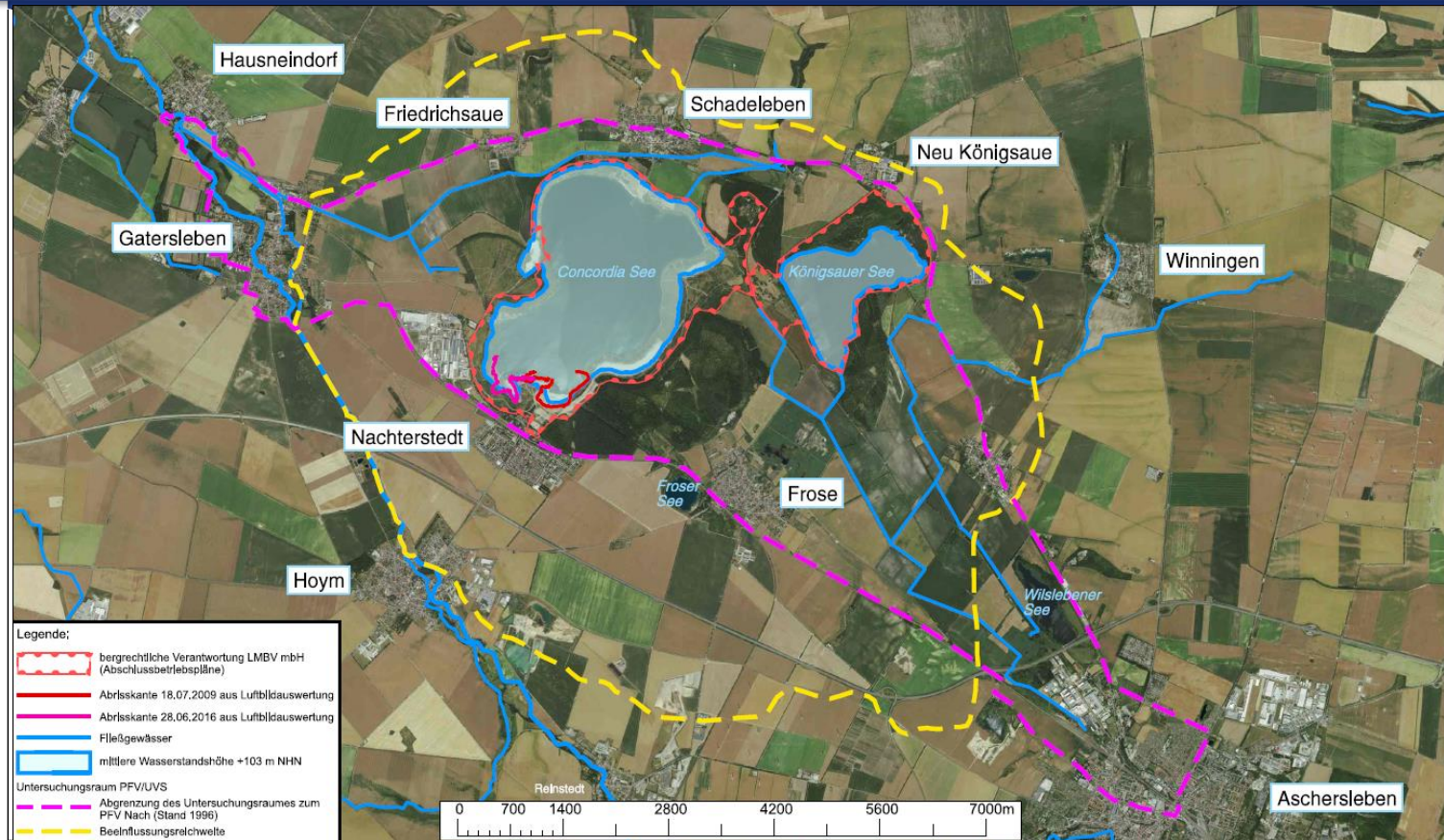


Nach HGMS2006 Flurabstand 0 bis 1 m
im Bereich der 3 Parzellen



Nach HGMS2017 liegen diese 3 Parzellen
in einer Vernässungsfläche

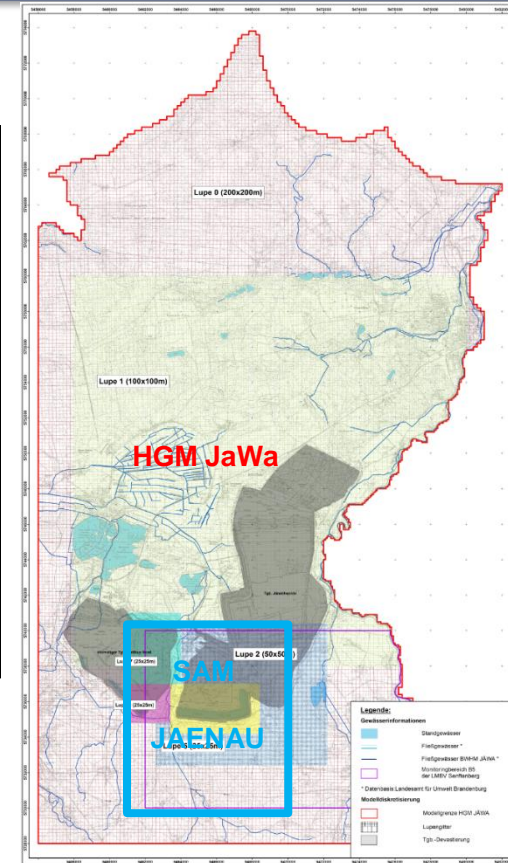
Bereich Grundwasserwiederanstieg Nachterstedt - Modellfortschreibung Nach20



Beispiel Klinger See

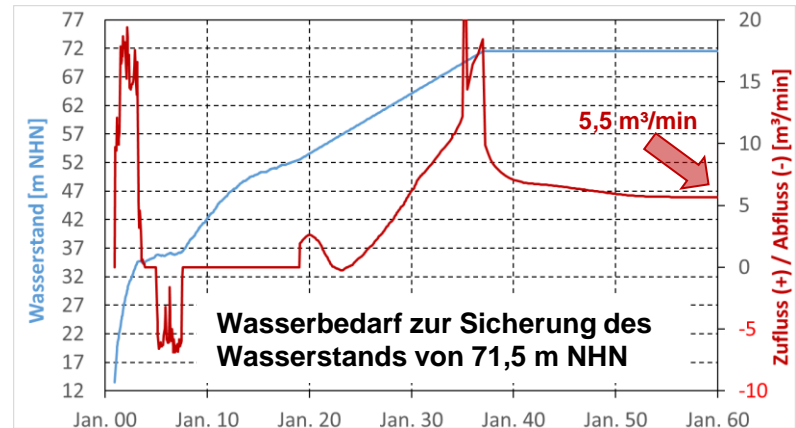
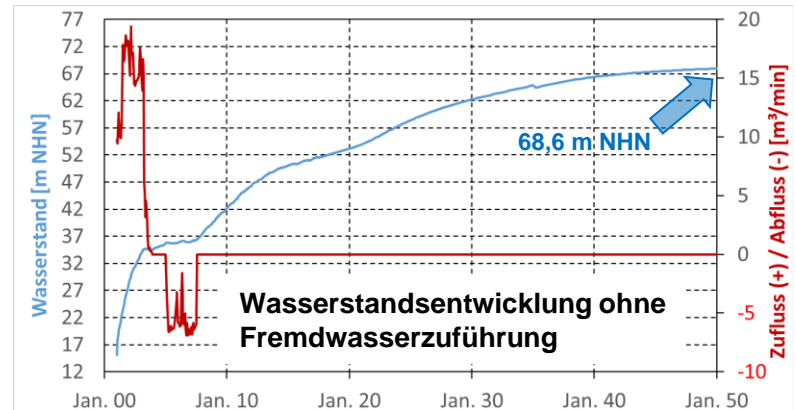
- Zusammenführung des kleinräumigen LMBV-Modells mit dem großräumigen LEAG-Modell zum HGM JaWa

Änderungen	SAM JAENAU	HGM JaWa	Bedeutung für das Modellergebnis
Vertikale Unterteilung des Strömungsraumes	3 Modellschichten	20 Modellschichten	Detailliertere Abbildung der geologischen Verhältnisse einschließlich Zu-/Abstrom zum See
Datengrundlage für Grundwasserneubildung und Seeverdunstung	Klimareihe 1961-1990	Klimareihe 1981-2010	Berücksichtigung aktueller Klimaentwicklungen
Modellgröße	120 km ²	790 km ²	Berücksichtigung von hydraulisch relevanten Randbedingungen im weiteren Umfeld



Prognoseergebnisse Klinger See

- Planfestgestellter Wasserstand von 71,0 - 71,5 m NHN
- Früherer Gleichgewichtswasser-stand von > 71,5 m NHN plus Einleitungen aus der Tranitz und ggf. aus der Talsperre Spremberg
- **Änderung** des Gleichgewichts-wasserstandes **von > 71,5 auf 68,6 m NHN**
- Zur Gewährleistung des Wasser-standes von 71,5 m NHN sind langfristige **Stützungswasser-mengen von 5,5 m³/min** notwendig.
- Eine Prüfung mit weiteren Modellen zeigte, dass diese Stützungswasser-mengen weder aus der Tranitz (NA-Modell), noch aus der Talsperre Spremberg (WBalMo) dauerhaft garantiert werden können.



Grundwasser

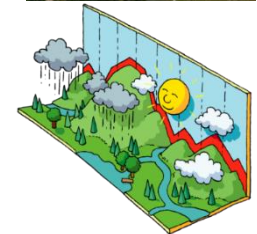
- Die große Mehrheit der prognostizierten Grundwasserstände verändern sich durch die regelmäßigen Modellanpassungen nur in einem geringen Ausmaß
 - *keine Probleme bei der Sanierung*
- In Einzelfällen kann es zu relevanten Änderungen kommen
 - *geplante Maßnahmen entfallen*
 - *zusätzliche Maßnahmen werden notwendig*

Oberflächenwasser

- Die große Mehrheit der Seen besitzt einen Wasserbilanzüberschuss und einen Ableiter
 - *kein Anpassungsbedarf*
- Seen ohne Bilanzüberschuss und ohne ausreichendem Zuleiter erreichen die planfestgestellten Endwasserstände z. T. nicht
 - *Genehmigungsrechtliche Anpassung ggf. verbunden mit Nachsanierung*

Klima

- Die Auswirkungen des Klimawandels können bisher nur grob abgeschätzt werden. Die LMBV arbeitet an einem Gutachten um die Auswirkungen des Kohleausstiegs und des Klimawandels auf die Sanierung zu untersuchen
 - *ggf. weitere Anpassungen notwendig*



... ist der Versuch die Realität abzubilden.

- Die letzten Dezimeter des Grundwasserwiederanstiegs können für die Sanierung entscheidend sein.
- Die Prognoseunsicherheit ist von vielen Faktoren abhängig und liegt für die HGMs der LMBV bei mittleren meteorologischen Verhältnissen im Bereich 0,5 bis 1,0 m.
- Die angenommenen zukünftigen meteorologischen Verhältnisse spielen eine entscheidende Rolle für die Höhe der prognostizierten Endwasserstände

In schwierigen Einzelfällen zeigt, trotz aller Bemühungen, erst die Realität den sich einstellenden Endwasserstand und seine Schwankungsbreite.

Schlussfolgerungen

■ Tagesoberfläche, Boden, Kippengestaltung

- selektive Gewinnung und Verkipfung
 - des Kulturbodens zur Minimierung der Rekultivierungsaufwendungen
 - der überlagernden Abraumschichten nach deren geotechnisch-geochemischen Eigenschaften zur Minimierung der Sauerwasserbildung in den Kippen
- Einbringen von Neutralisationsmitteln in saure Kippenböden
- Kippenoberflächengestaltung unter Beachtung landschaftsarchitektonischer Grundsätze sowie der modernen Anforderungen der Nachnutzungsarten, wie Morphologievielfalt etc.
- zeitnahe Wiedernutzbarmachung bergbaulich beanspruchter Flächen und Mitwirkung an der Entstehung neuer attraktiver Nachnutzungen

■ Wasser/Gewässer

- Begrenzung der Grundwasserabsenkung auf das unbedingt erforderliche Maß, z.B. durch Dichtwände
- aktive Kommunikation prognostizierter nachbergbaulicher Grundwasserstände
- naturnahe, vielfältige Gestaltung bergbaulich hergestellter und beeinflusster Gewässer

■ Kohleausstieg

- ausreichender Vorlauf für die Stilllegungsphase, um im Auslaufbergbau die geotechnische Sicherheit herstellen und die Bergbaufolgelandschaft gestalten zu können
- frühzeitige Planungssicherheit für einen geordneten Strukturwandel