



Das Lebensministerium



Neuhauser See, Westsachsen (Foto: Herbst)



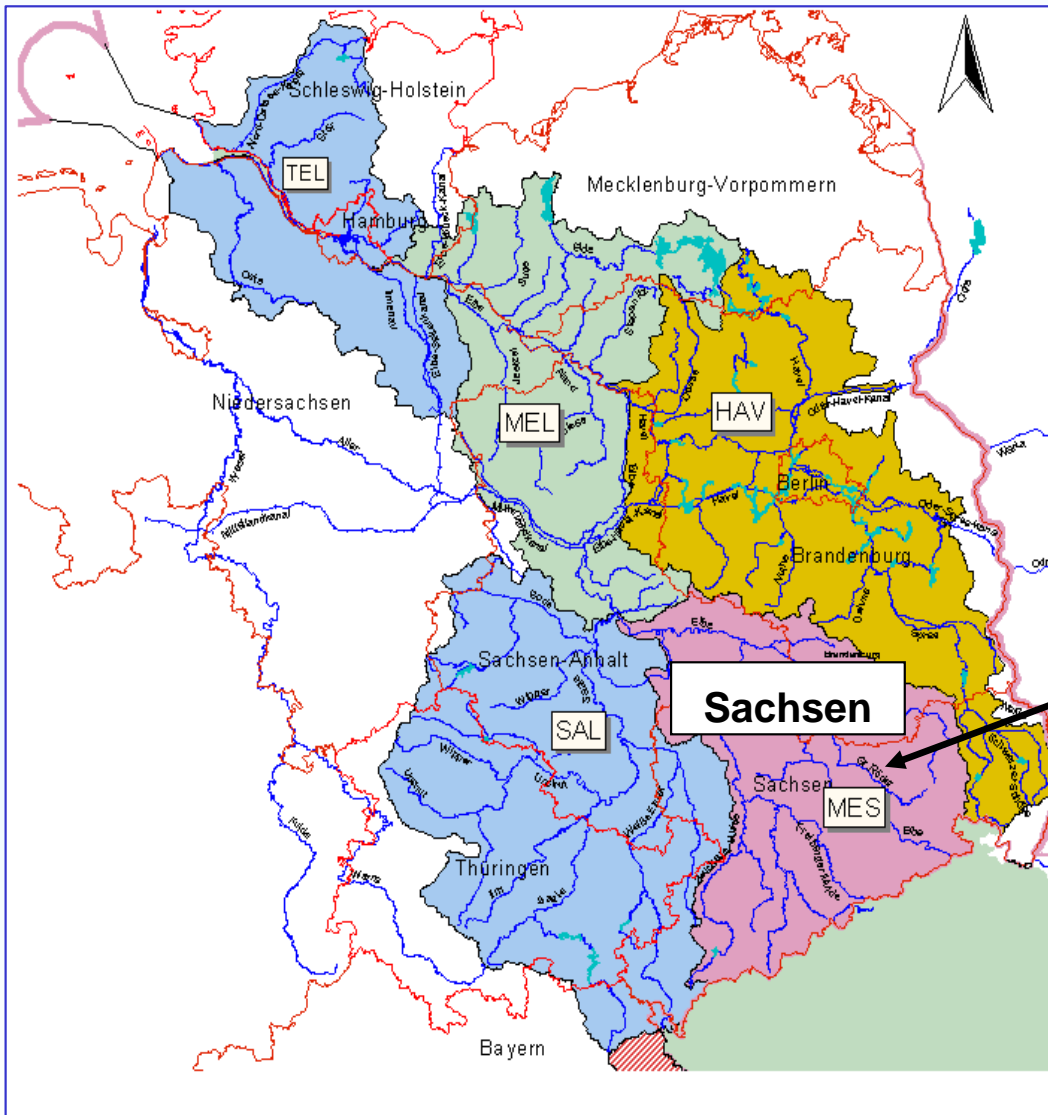
Speicher Lohsa II, Ostsachsen (Foto: Herbst)

Die Integration der Gewässer der Braunkohlefolgelandschaften in das natürliche Einzugsgebiet Aufgaben und Lösungsansätze

Freistaat  Sachsen

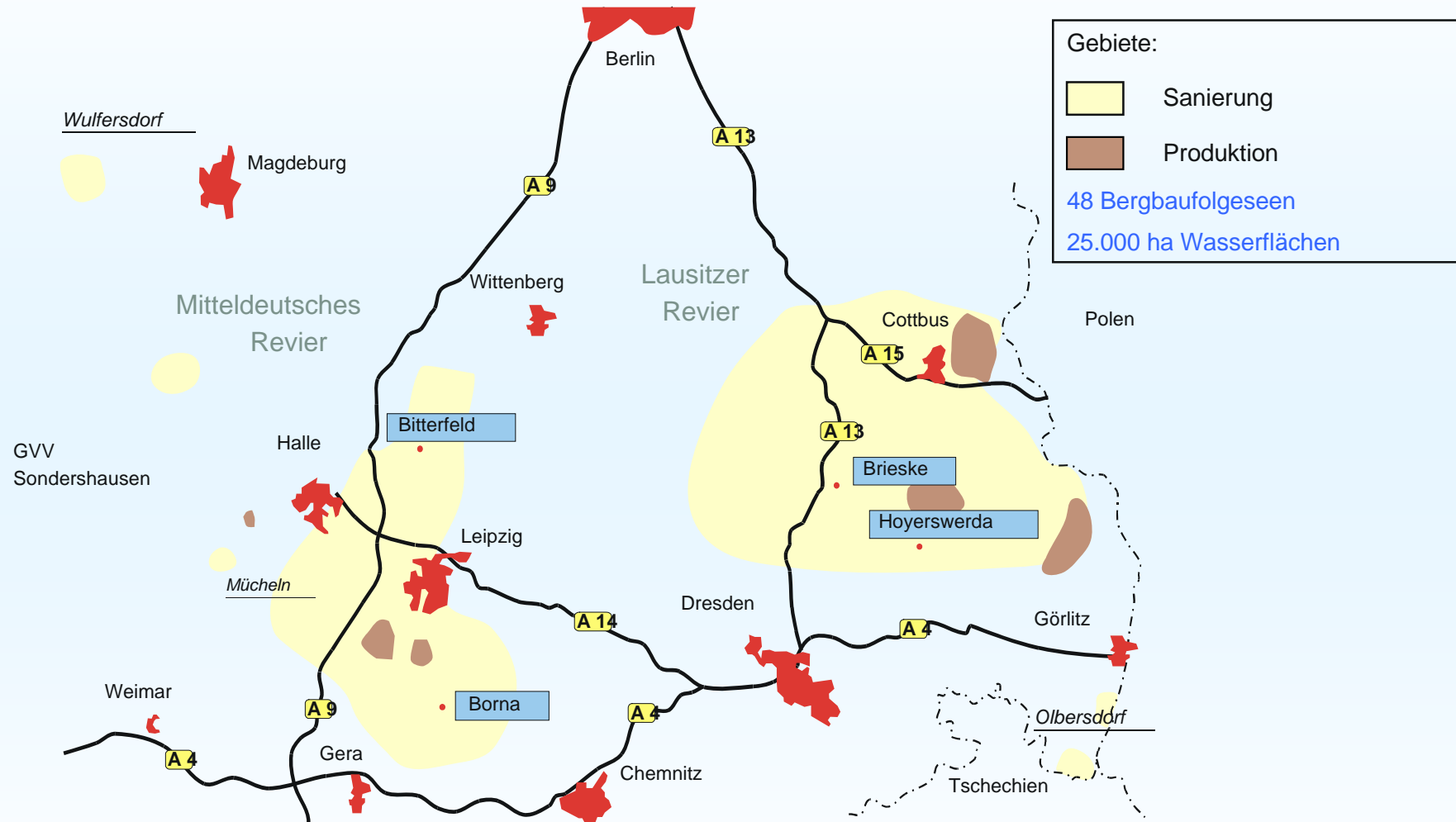
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Koordinierungsräume im deutschen Elbeinzugsgebiet



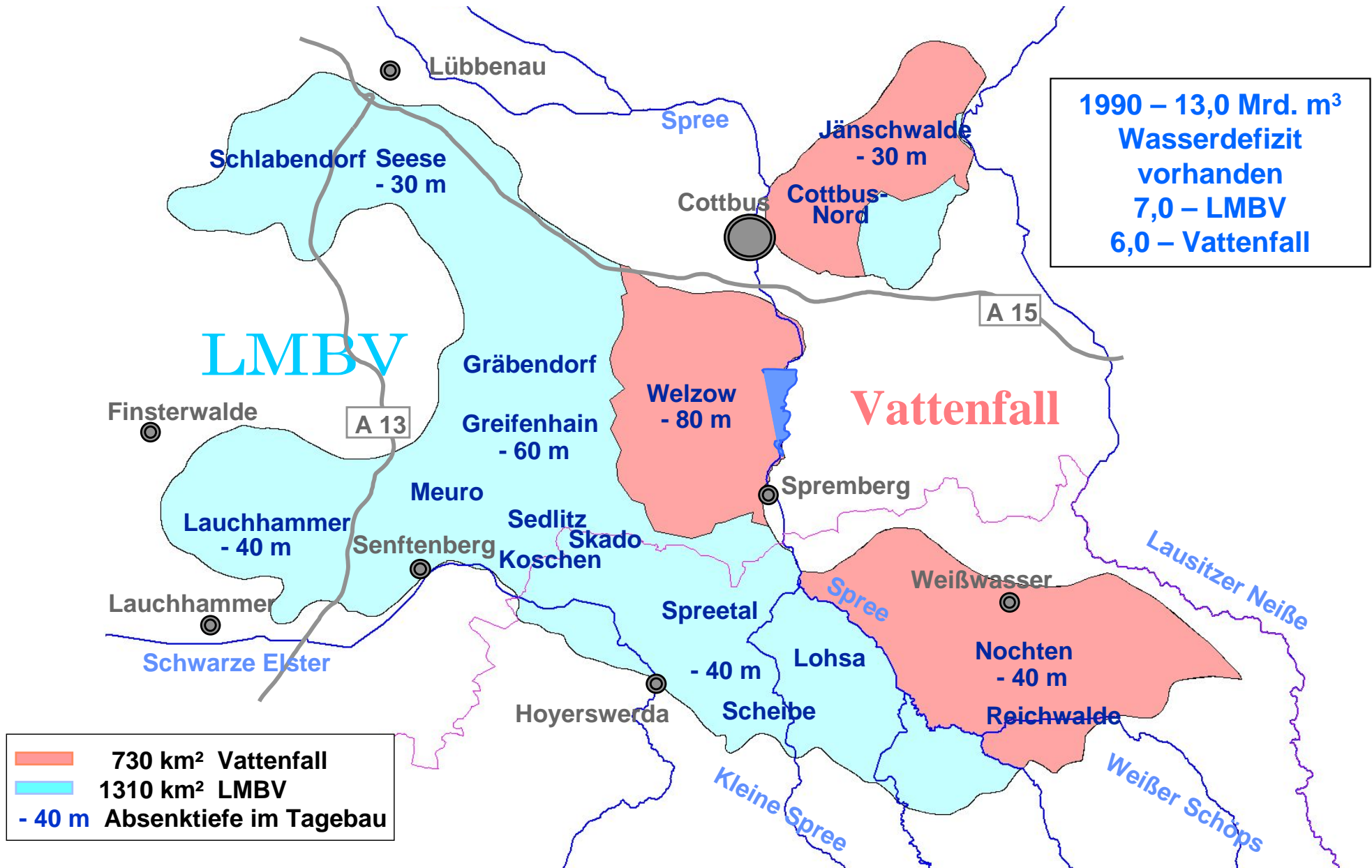
- **Tideelbe (TEL)**
(Schleswig-Holstein)
 - **Mittelelbe – Elde (MEL)**
(Mecklenburg-Vorpommern)
 - **Havel (HAV)**
(Brandenburg)
 - **Mulde-Elbe-Schwarze Elster (MES)**
(Sachsen)
 - **Saale (SAL)**
(Sachsen-Anhalt)
- (Federführung)

Sanierungsgebiete Braunkohle



Grundwasserabsenkungstrichter in der Lausitz

Stand: 1990 – ca. 2040 km²



Auswirkungen eines Braunkohlentagebaus

- **Absenkung des Grundwasserspiegels bis unter das Kohleflöz**
- **Entstehung einer Halde durch den Aufschluss des Tagebaus**
- **Entstehung einer Kippe durch Abraumaufnahme und Abraumverstürzung (zumeist inhomogen verstürzt)**
- **Entstehung einer Resthohlform durch Massenverlust, da Braunkohle entnommen wird**
- **Entstehung von Bergbaufolgeseen nach Flutung der Resthohlform und Wiederauffüllung des Grundwasserdefizits**

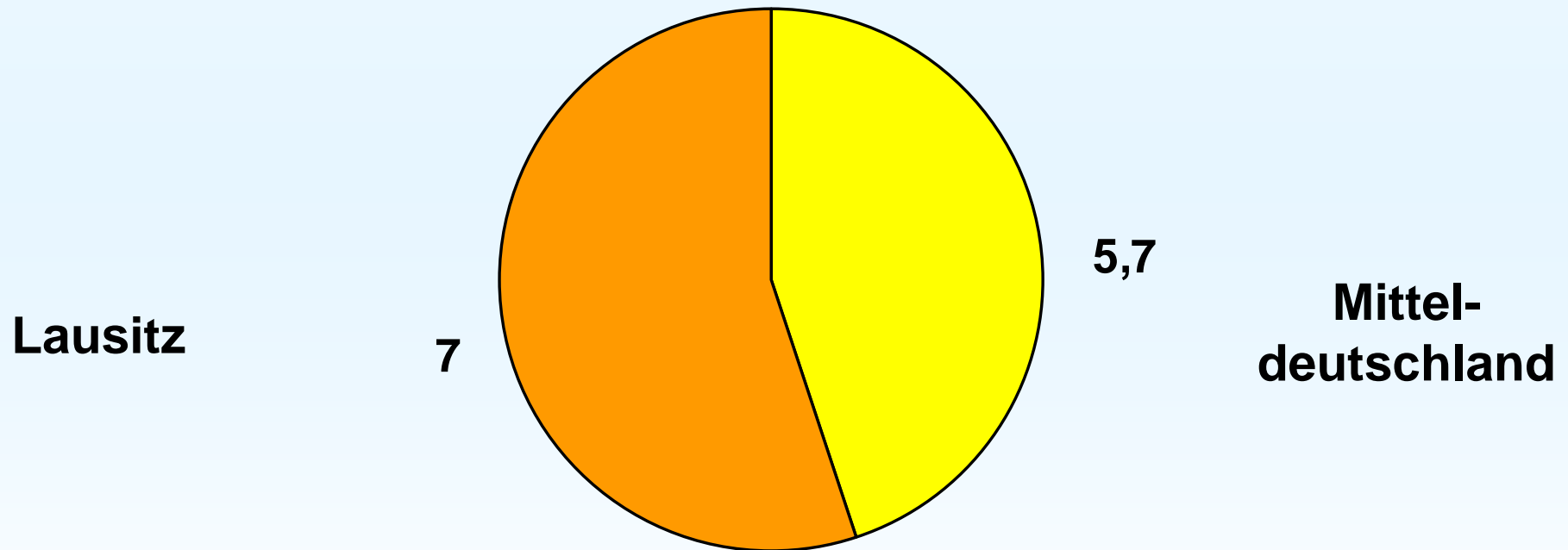


Auswirkungen eines Braunkohlentagebaus

- **Absenkung des Grundwasserspiegels bis unter das Kohleflöz**
 - Entstehung eines Grundwasserabsenkungstrichters, der je nach Ausprägung der Geologie und der Grundwasserleiter groß (Ostsachsen) oder klein (Westsachsen) sein kann
 - **Bildung eines Grundwasserdefizits:**
 - Lausitz: 1990 - 7,0 Mrd. m³
 - Mitteldeutschland: 1990 - 5,7 Mrd. m³
 - Zutritt von Luftsauerstoff in die entwässerten geologischen Schichten – Pyritverwitterung setzt ein
 - Setzungserscheinungen der Bodenoberfläche bis zu 2 Meter

Grund- und Oberflächenwasserdefizit in den Bergbaufolgeregionen Lausitz und Mitteldeutschland

Stand: 1990 – 12,7 Mrd. m³ (LMBV)



Auswirkungen eines Braunkohlentagebaus

- **Entstehung von Kippen durch Abraumaufnahme und Abraumverstürzung (zumeist inhomogen verstürzt)**
 - Zerstörung des natürlichen geologischen Schichtenaufbaus
 - Entstehung von vertikalen Verbindungen zwischen verschiedenen Grundwasserleitern
 - Intensiver Zutritt von Luftsauerstoff – Verwitterung von Pyrit in tertiären Kiesen und Sanden – Oxydation des Schwefels durch Bakterien zu Salzsäure und Sulfat
 - **Extreme Versauerung des gesamten Kippenkörpers der damit ein extremes Versauerungspotential für Grund- und Oberflächenwasser darstellt – pH Werte von unter 3,0 sind möglich**



Auswirkungen eines Braunkohlentagebaus

- **Entstehung von Bergbaufolgeseen nach Flutung der Resthohlform und Wiederauffüllung des Grundwasserdefizits**
 - **Versauerung des Grundwassers** durch vorhandene Säure in den Kippenkörpern
 - **Versauerung und hoher Mineralisierungsgrad des Seewassers** durch vorhandene Säure in den Kippenkörpern und deren Transport durch das Grundwasser in den Bergbaufolgensee (je nach Strömungs-richtung des Grundwassers)
 - **Hohes Potential zur Verschlechterung der Fließgewässerqualität** durch Ausleitung von Überschusswasser aus den Bergbaufolgeseen und / oder den diffusen, direkten Übertritt von belastetem Grundwasser



Ziele der Wasserrahmenrichtlinie

- **Guter ökologischer und guter chemischer Zustand der Oberflächengewässer**
- **Gutes ökologisches Potential und guter chemischer Zustand der künstlichen oder erheblich veränderten Gewässer**
- **Schrittweise Reduzierung der Belastung der Oberflächengewässer durch prioritäre Stoffe**
- **Fernhaltung prioritärer gefährlicher Stoffe aus den Gewässern**
- **Guter mengenmäßiger und guter chemischer Zustand des Grundwassers**
- **Verbot der Verschlechterung**



Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Artikel 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Richtlinie gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. „Oberflächengewässer“: die Binnengewässer mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer ...
2. „Grundwasser“: alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht.
-
-
-
8. „künstlicher Wasserkörper“: ein von Menschenhand geschaffener Oberflächenwasserkörper.
9. „erheblich veränderter Wasserkörper“: ein Oberflächenwasserkörper, der durch physikalische Veränderungen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert wurde, entsprechend der Ausweisung durch den Mitgliedstaat gemäß Anhang II.

-
-
-
- 18. „guter Zustand des Oberflächengewässers“: der Zustand eines Oberflächenwasserkörpers, der sich in einem zumindest „guten“ ökologischen und chemischen Zustand befindet.
-
-
-
- 20. „guter Zustand des Grundwassers“: der Zustand eines Grundwasserkörpers, der sich in einem zumindest „guten“ mengenmäßigen und chemischen Zustand befindet.
-
-
-
- 23. „gutes ökologisches Potential“: der Zustand eines erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpers, der nach den einschlägigen Bestimmungen des Anhangs V entsprechend eingestuft wurde.
-
-
-
- 26. „mengenmäßiger Zustand“: eine Bezeichnung des Ausmaßes, in dem ein Grundwasserkörper durch direkte und indirekte Entnahme beeinträchtigt wird.
-
-
-

Zustand Oberflächengewässer

Ökologischer Zustand

Einstufung

sehr gut

gut

mäßig

unbefriedigend

schlecht

Chemischer Zustand

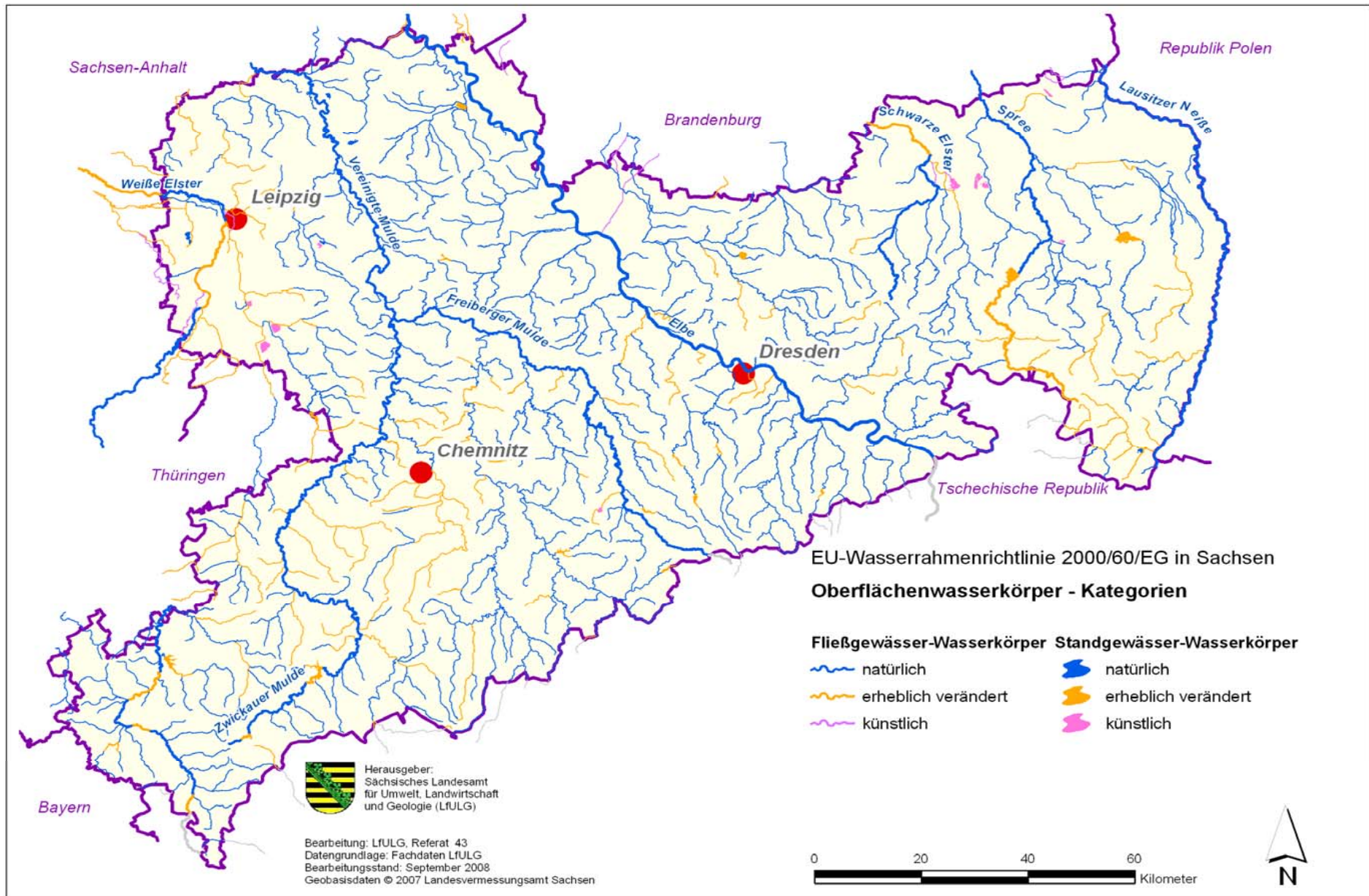
Einstufung

gut

nicht gut



Einstufung der WK in HMWB, AWB und NWB



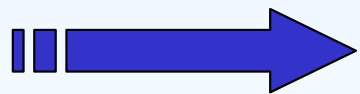
Lage und Grenzen der Grundwasserkörper



Grundwasser

Ermittlung der anthropogenen Belastungen...

- ... durch „Punktquellen“ (z. B. Altlasten und Altlastenverdachtsflächen)
- ... durch „diffuse Quellen“ (Landwirtschaft, urbane Gebiete, Luftschadstoffe)
- ... für den mengenmäßigen Zustand (z. B. Entnahmen für Trinkwasserversorgung, Bewässerung, Sümpfungen, Anreicherungen)
- ... durch sonstige anthropogene Einwirkungen (z. B. Flächenversiegelungen, Wasserhaltungen)



Gefahr läuft, mit

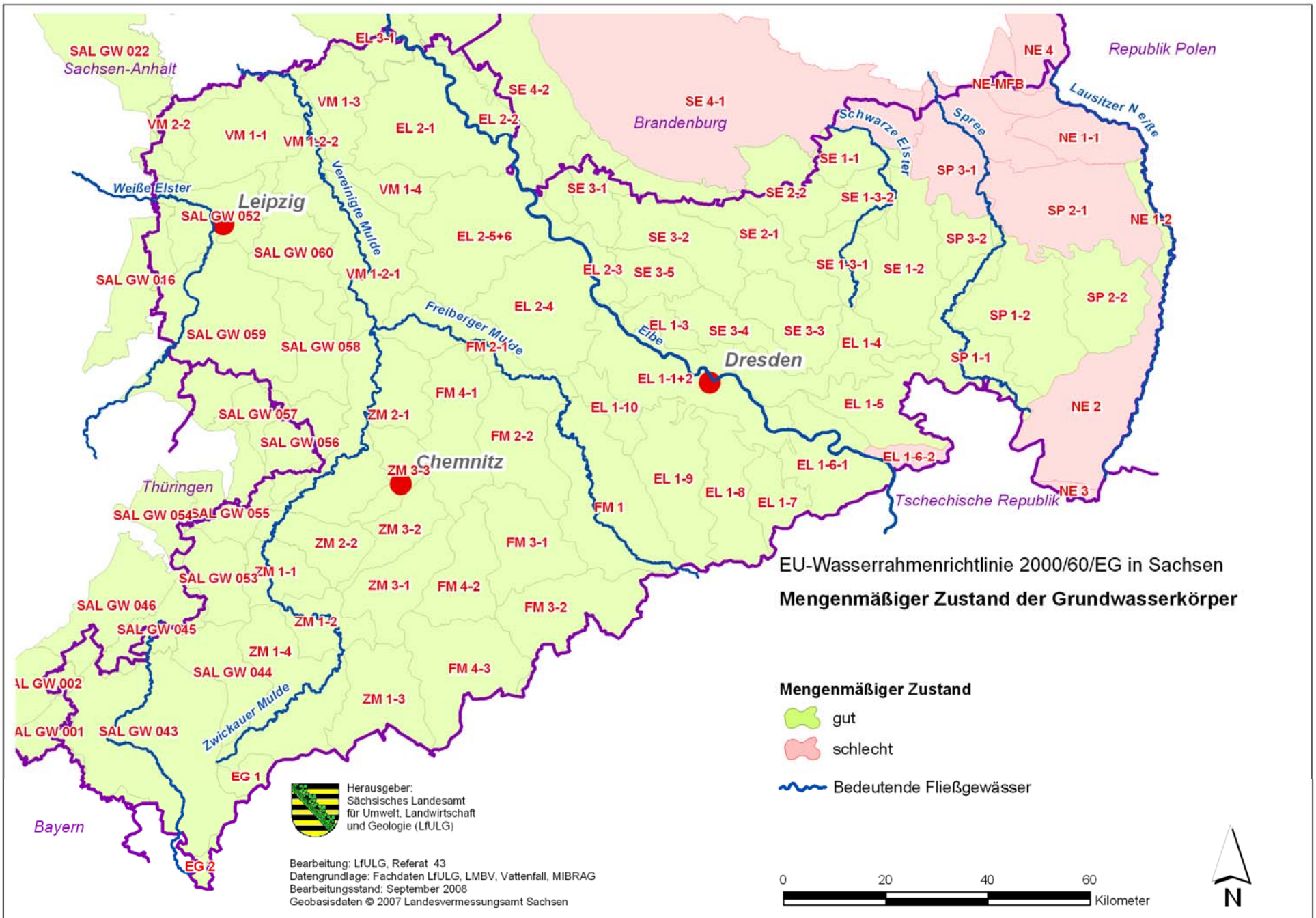
Belastungen bis 2015

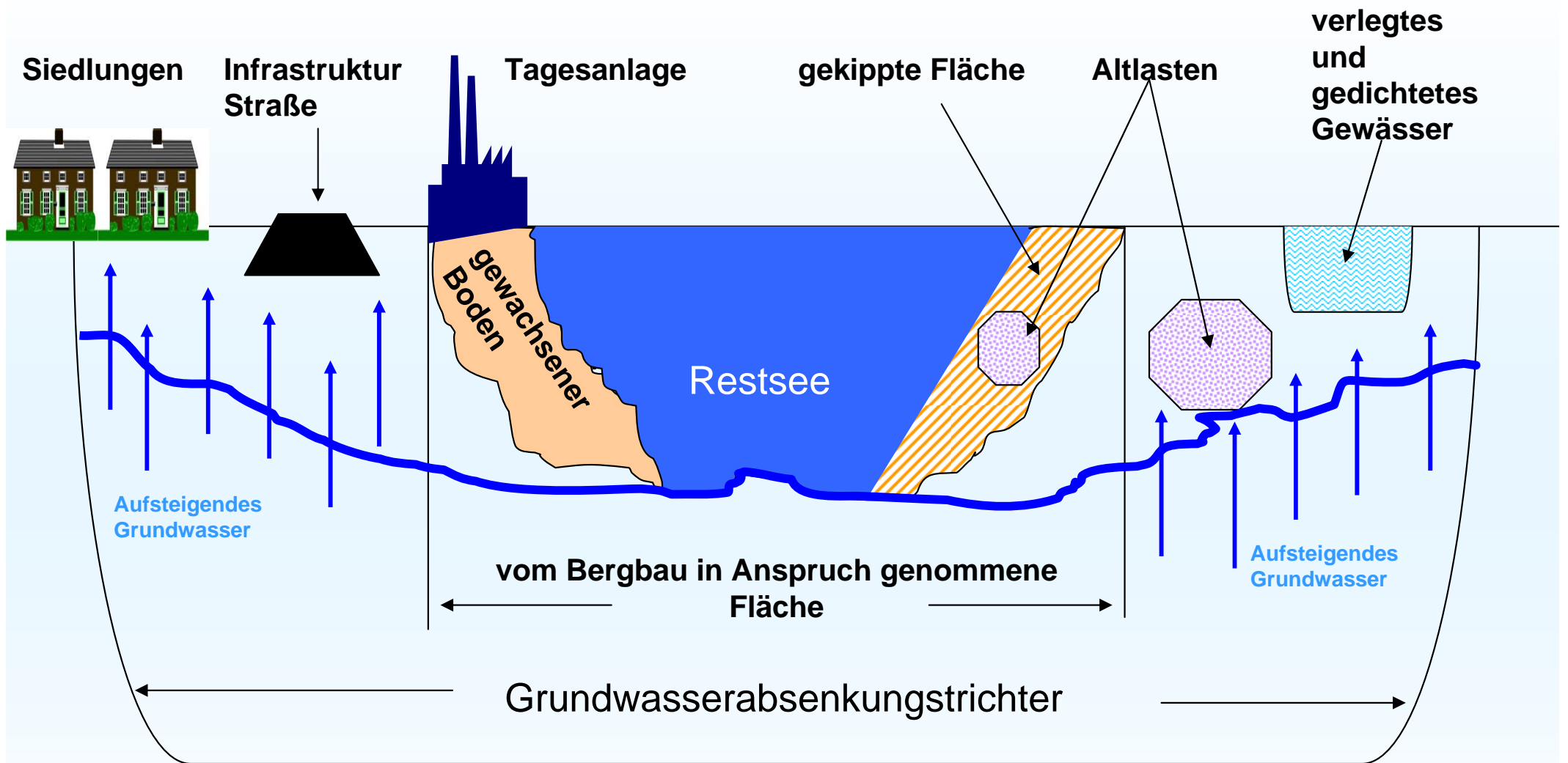
Bewertung, ob der jeweilige GW-Körper

den nachgewiesenen anthropogenen

den „guten Zustand“ zu verfehlen







Bergbaufolgeseen in West- und Ostsachsen Wasserflächen und Wasservolumina

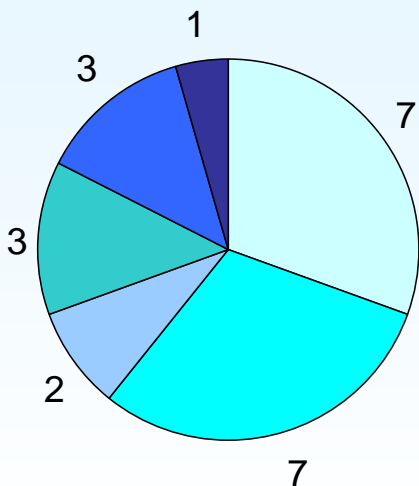
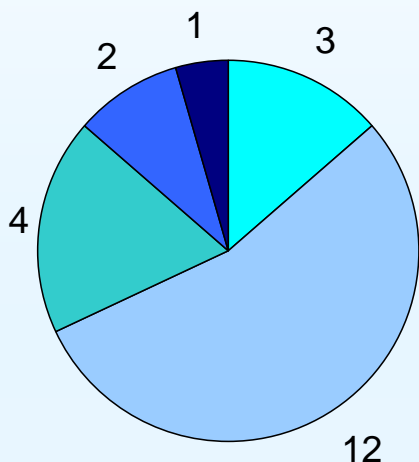
West Sachsen 22 Bfl.- Seen

Zwenkauer
See
1.016 ha

Zwochauer
See
12 ha

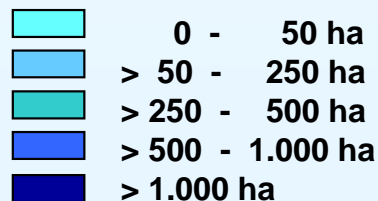
Zwenkauer
See
172 Mill. m³

Zwochauer
See
1 Mill. m³



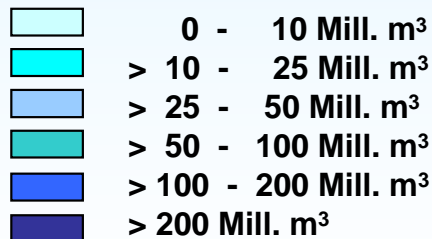
Wasserflächen

15.657 ha



Wasservolumina

2.215 Mrd. m³



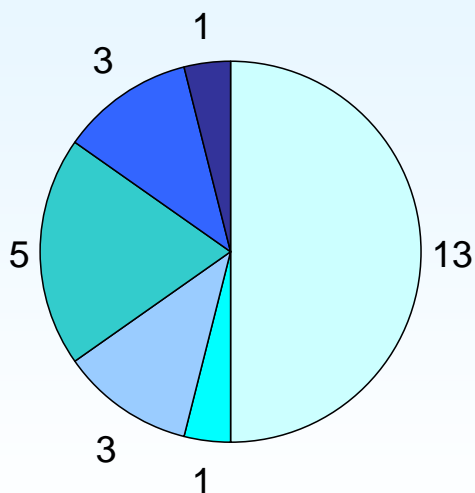
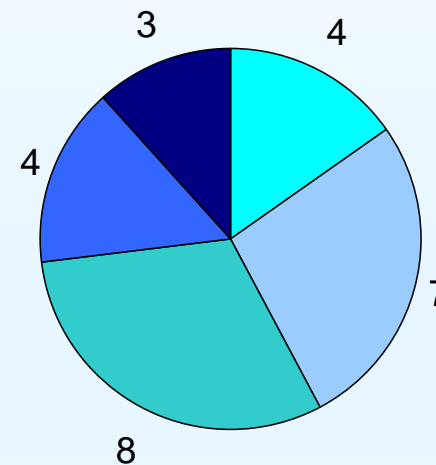
Ost Sachsen 26 Bfl.- Seen

Bärwalder
See
1.299 ha

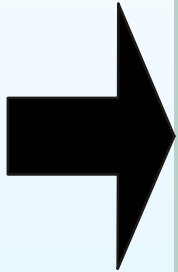
Zeißholz
See
27 ha

Berzdorfer
See
330 Mill. m³

Heide V
1 Mill. m³



Bereitstellung zusätzlicher Wassermengen



Schaffen von Bergbaufolgeseen
nur durch schnelle Flutung mit Zusatzwasser
um Folgeschäden zu vermeiden

- Sumpfungswasser der Gewinnung / Sanierung
- Überleitung von Oberflächenwasser unter Beachtung des Mindestabfluss
- vorhandene Speicher / Bau neuer Speicher



Partwitzer, Geierswalder, Sedlitzer und Senftenberger See

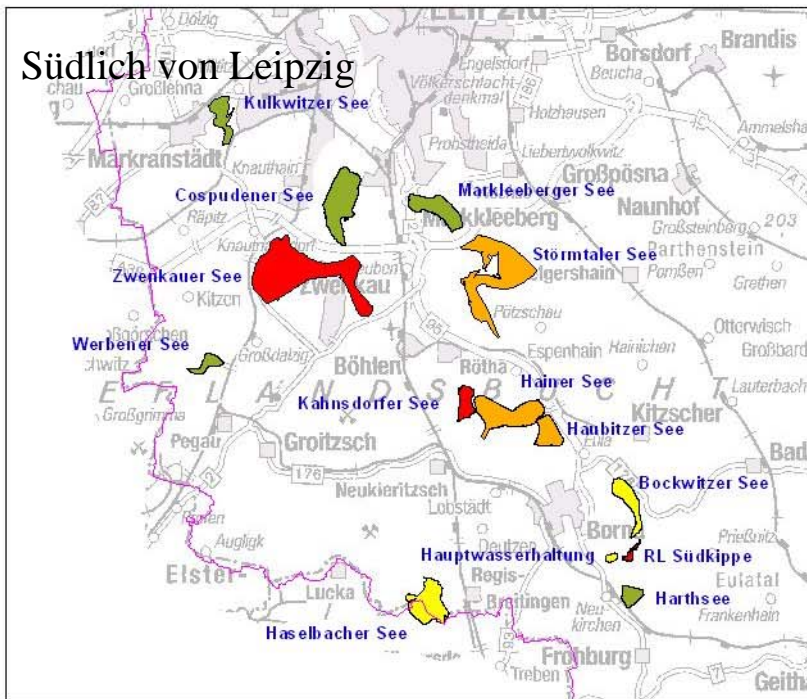


Quelle: LMBV

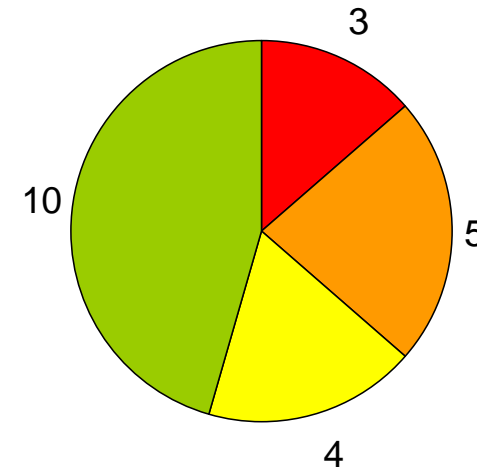
Nördlich von Leipzig



Südlich von Leipzig



Versauerung - WS - Ist - Zustand - 2007



22 Bergbaufolgeseen

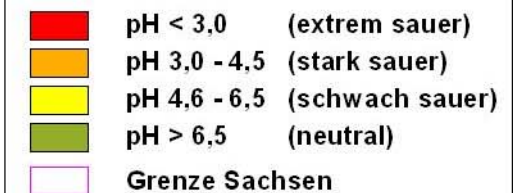


Herausgeber:
Sächsisches Landesamt
für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

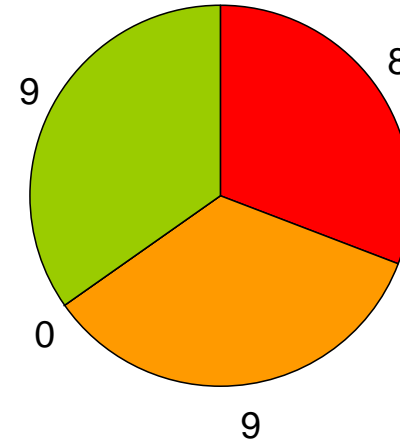
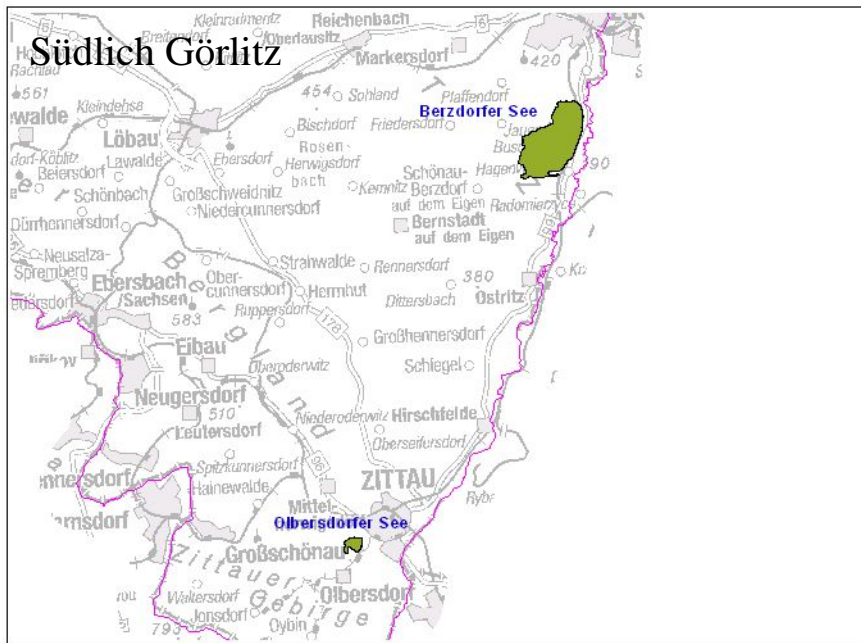
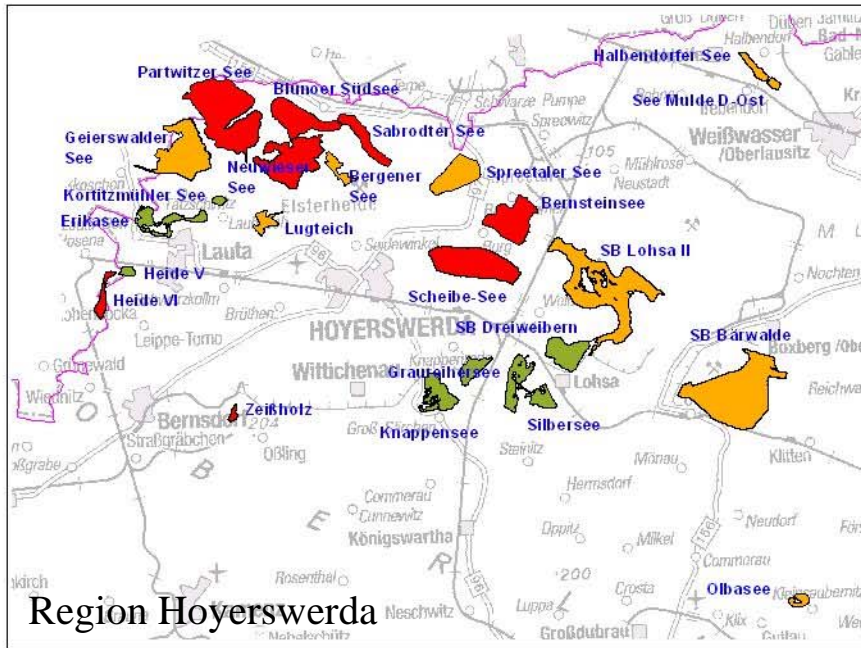
Bearbeitung: LfULG, Referat 46
Datengrundlage: Fachdaten LfULG, LMBV
Bearbeitungsstand: April 2009
Geobasisdaten © 2007
Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen



7000 0 7000 14000 Meter



Versauerung - OS - Ist - Zustand 2007

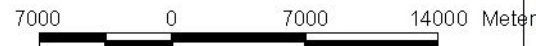


26 Bergbaufolgeseen



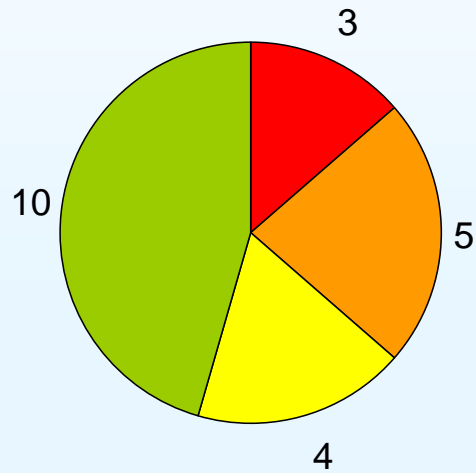
Herausgeber:
Sächsisches Landesamt
für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

Bearbeitung: LfULG, Referat 46
Datengrundlage: Fachdaten LfULG, LMBV
Bearbeitungsstand: April 2009
Geobasisdaten © 2007
Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen



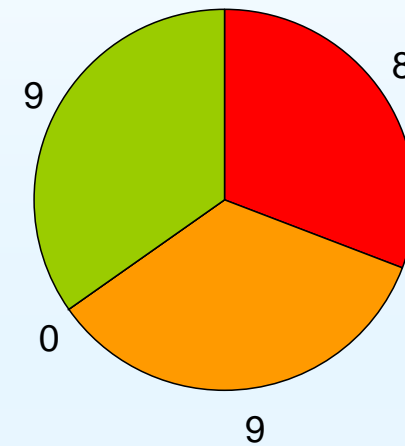
Gegenüberstellung von Ost- und Westsachsen Versauerung – Ist-Zustand und Prognose

Westsachsen
22 Bfl.- Seen

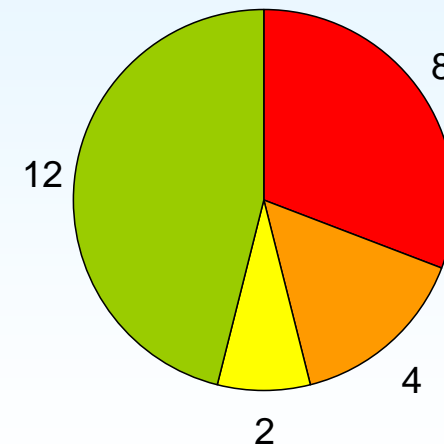
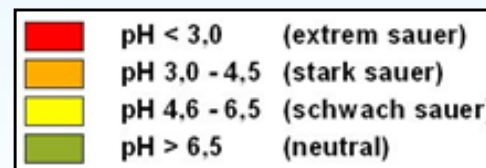
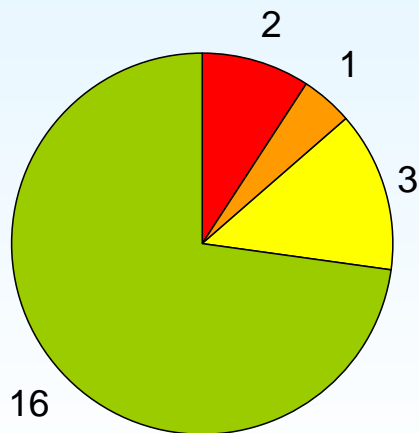


Ist-Zustand

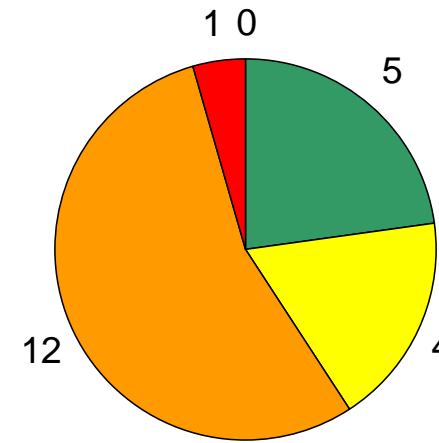
Ostsachsen
26 Bfl.- Seen



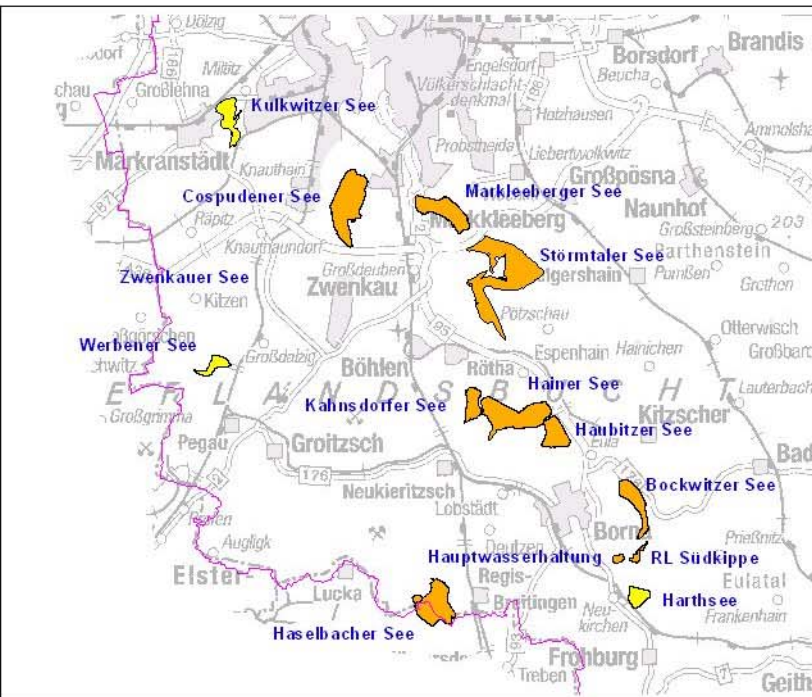
Prognose



Sulfat - WS - Ist - Zustand 2007



22 Bergbaufolgeseen

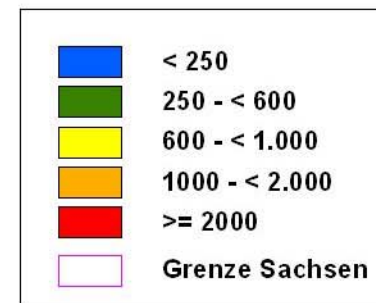


Herausgeber:
Sächsisches Landesamt
für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

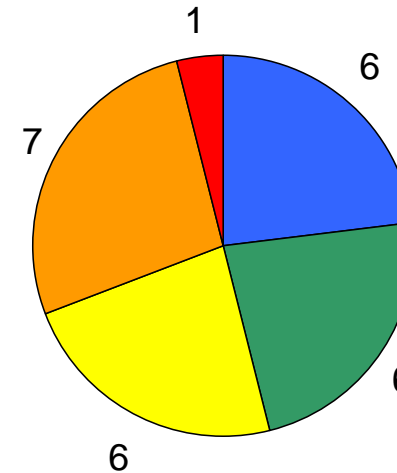
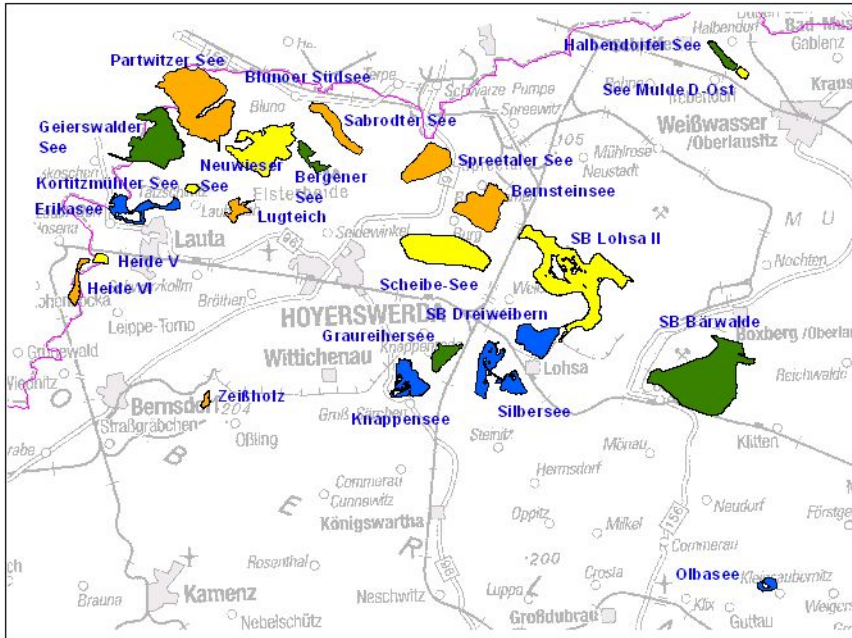
Bearbeitung: LfULG, Referat 46
Datengrundlage: Fachdaten LfULG, LMBV
Bearbeitungsstand: April 2009
Geobasisdaten © 2007
Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen



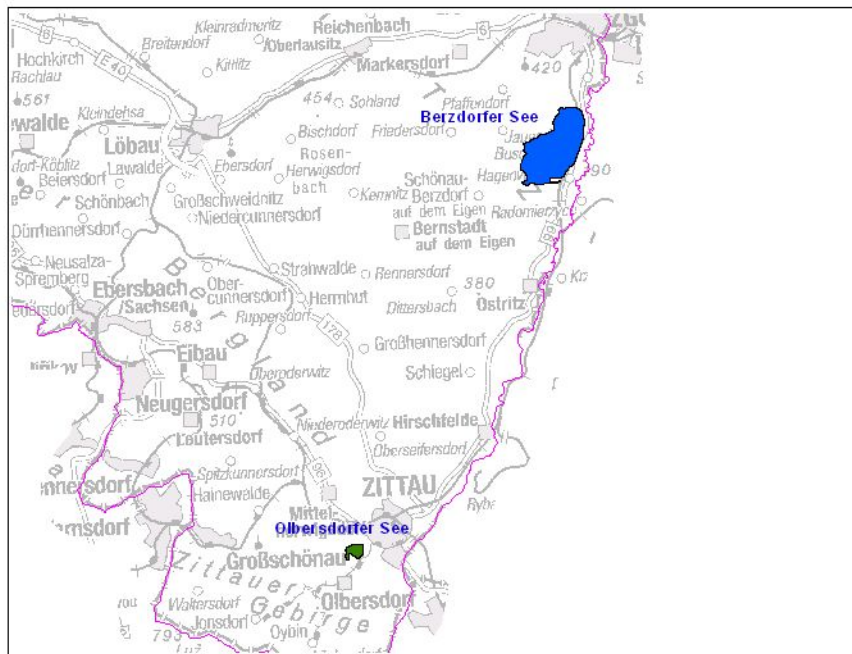
7000 0 7000 14000 Meter



Sulfat - OS - Ist - Zustand 2007

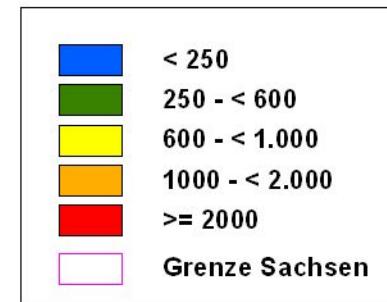
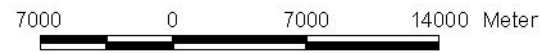


26 Bergbaufolgeseen



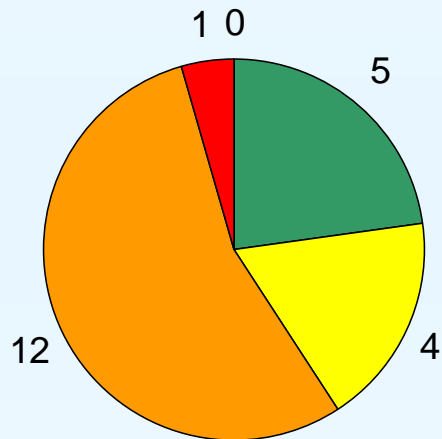
Herausgeber:
Sächsisches Landesamt
für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

Bearbeitung: LfULG, Referat 46
Datengrundlage: Fachdaten LfULG, LMBV
Bearbeitungsstand: April 2009
Geobasisdaten © 2007
Staatsbetrieb Geobasisinformation
und Vermessung Sachsen

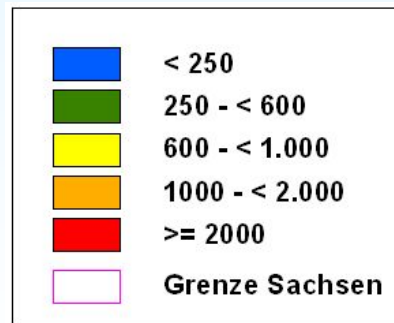
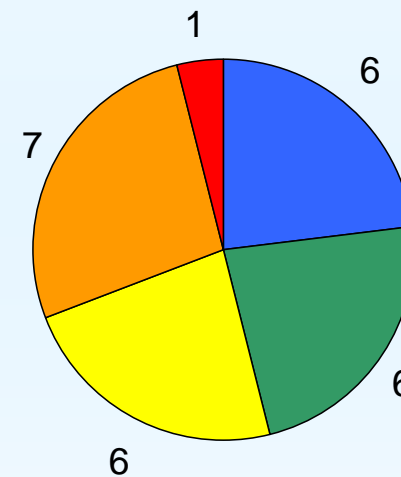


Gegenüberstellung von Ost- und Westsachsen Sulfatgehalte – Ist-Zustand

Westsachsen
22 Bfl.- Seen



Ostsachsen
26 Bfl.- Seen



Ziele nach dem Braunkohlentagebau

- **Die Ziele leiten sich aus gesetzlich verankerten Planungsprozessen (Landesplan, Regionalplan, Braunkohlenplan) und anderen relevanten Gesetzen (Bundesberggesetz, Wasserhaushaltsgesetz, EU-WRRL) ab**
 - Herstellung eines sich weitgehend selbst regulierenden Wasserhaushaltes unter Berücksichtigung der ökologischen Bedingungen sowie notwendiger (§1 Abs. 1 SächsWG) und geplanter Wassernutzungen
 - Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und Schaffung der Voraussetzungen zur Umsetzung der geplanten Nachnutzungen (Wiedernutzbarmachung) entsprechend Bundesberggesetz
 - Vermeidung bzw. weitgehende Begrenzung von Umweltschäden
 - Beachtung des Verschlechterungsverbotes der EU-WRRL nach Artikel 4

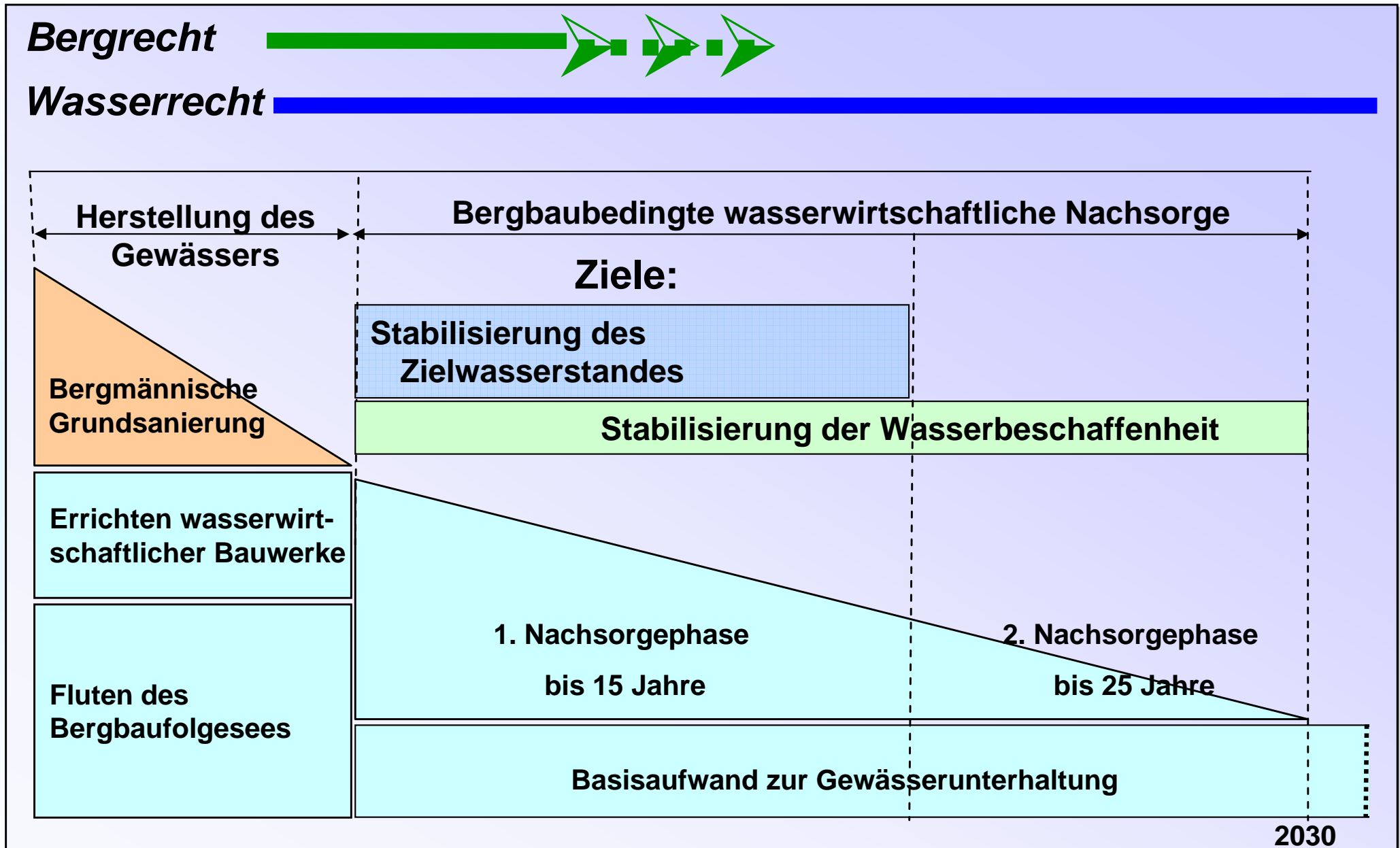


Erforderliche Maßnahmen zur Erreichung der Ziele

- Herstellung der **Standicherheit der Restlochböschungen** (Profilierung und ggf. Verdichtung von Lockergesteinsmaterial, um Setzungsfließereignisse zu verhindern)
- **Steuerung einer aktiven Flutung** der Restlochhohlformen innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraumes, um einer Versauerung durch große Mengen Grundwasserzulauf entgegen zu wirken
- **Fremdwasserzufuhr in der Nachsorgephase** zur Erhaltung bzw. Steuerung der Seewasserqualität
- **Konditionierung des Seewassers** oder des Flutungswassers durch Zugabe und Verteilung von alkalischen Stoffen
- **Konditionierung des Überschusswassers** zum Schutz der Vorfluter, in die eingeleitet wird
- **Bau wasserwirtschaftlicher Speicher** zur unterstützenden Steuerung des Hochwasserschutzes, der Wasserqualität und der Mindestabflüsse in den Fließgewässern



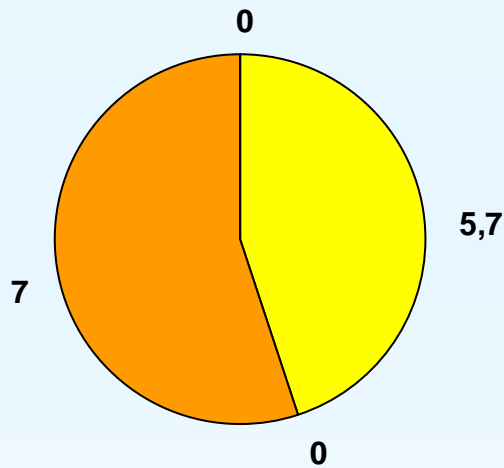
Phasen der Entstehung von Bergbaufolgeseen



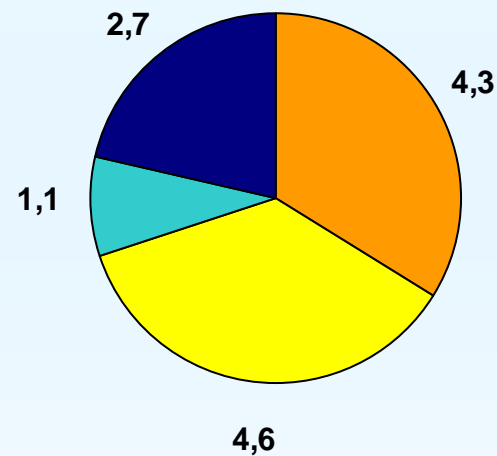
Quelle: LMBV

Wiederauffüllung des Grund- und Oberflächenwasserdefizits

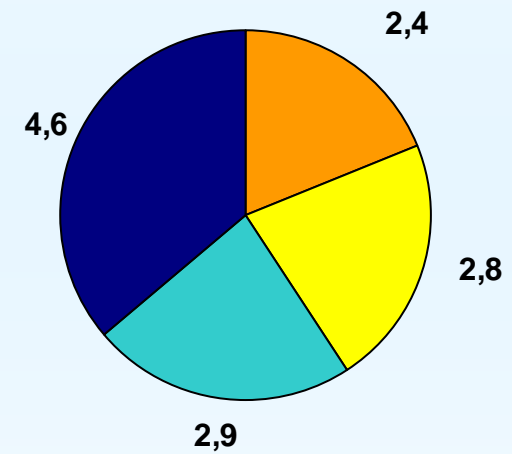
Stand: 1990



Stand: 2000



Stand: 2007

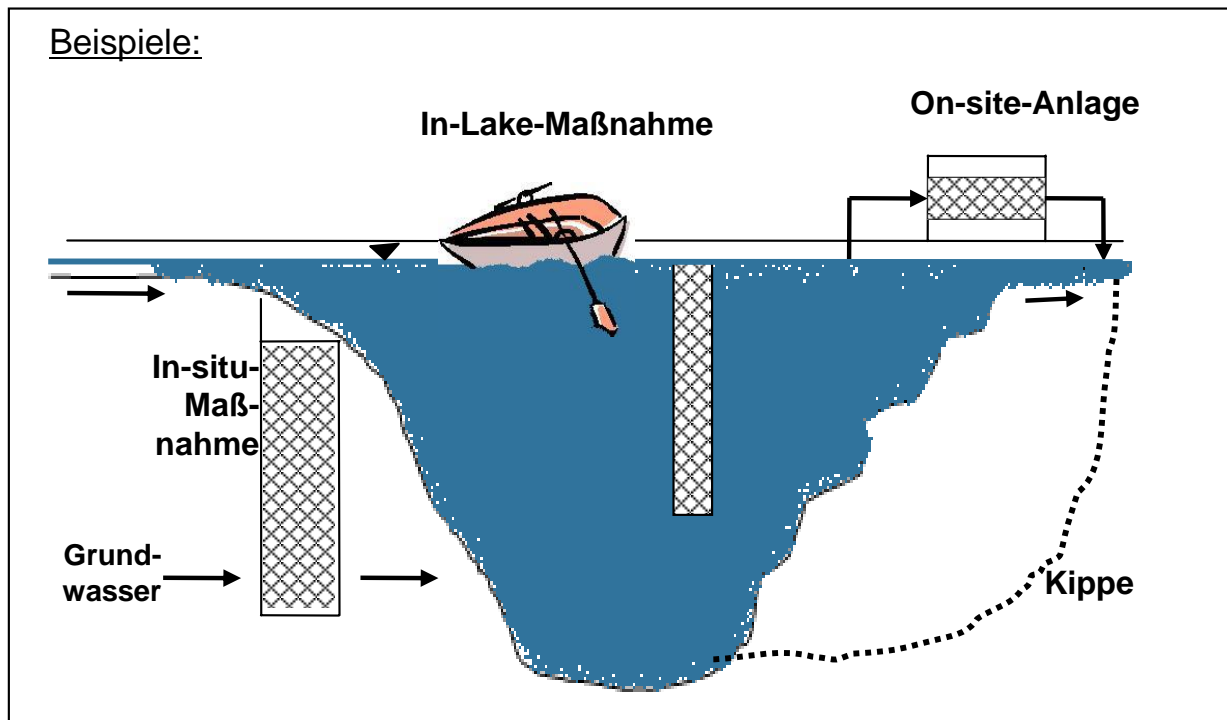


- Auffüllung Lausitz
- Grund- und Oberflächenwasserdefizit Lausitz
- Auffüllung Mitteldeutschland
- Grund- und Oberflächenwasserdefizit Mitteldeutschland

Angaben in Mrd. m³



Maßnahmen zur Beeinflussung der Wasserqualität der Bergbaufolgeseen



Hydrochemische Maßnahmen

- **Oberflächenwasser**
 - Wasserreinigungsanlagen
 - elektrochemische Wasserbehandlung
- **Grundwasserstrom**
 - passive In-situ-Reaktoren
 - aktive In-situ- und Fluidbettreaktoren
- **Seewasserkörper**
 - Einbringen von alkalischen Stoffen zur Hydroxidbildung, Carbonatfällung
 - Einsatz von organischen Materialien zur Anregung der Mikrobiologie (Sulfatreduktion)

Natürliche Selbstreinigung

- **Seewasserkörper**
 - Mikrobiologie
 - Makrophyten
 - Nahrungskette im See

Bodenmechanische Maßnahmen → GW-Körper

- Einbringen von Alkalien (OH^-) in den Abraum
- Kalkmilchzugabe bei Rütteldruckverdichtung

Hydrotechnische Maßnahmen → Oberflächenwasser

- Einbringen von Fremdwasser (OW-Wasser aus Fließgewässer, Speichern, Talsperren oder Grubenwasser aus dem aktiven Braunkohlebergbau)

Bockwitzer See – Neutralisation mit Soda



Fotos: LMBV

Technische Umsetzung:
Zugabe von Sodapulver
mittels Druckluft

Istzustand Seewasserqualität

pH = 2,8 ; Eisen, gesamt = 55 mg/l

Ausleitkriterien laut wasserrechtlicher Genehmigung

pH = 6 - 8 ; Eisen, gesamt < 3 mg/l

Neutralisierung erforderlich

März bis Juni 2004: Zugabe von 7.819 t Soda

Wirkung → nicht ausreichend → Nachbehandlung

pH = 3,3 ; Eisen, gesamt = 10 mg/l

Ausleitkriterien nicht erreicht → Nachbehandlung

April bis August 2005: Zugabe von 3.001 t Soda

Sept. bis Dez. 2005: Zugabe von 1.954 t Soda

Wirkung → nicht ausreichend → Nachbehandlung

pH = 5,15 ; Eisen, gesamt = 0,13 mg/l

Juli bis Dez. 2006: Zugabe von 511 t Soda

Jan. bis Dez. 2007: Zugabe von 1.239 t Soda

Jan. bis Dez. 2008: Zugabe von 975 t Soda

Wirkung → **Ausleitkriterien sind erfüllt**

pH = 6,00 ; Eisen gesamt = 0,15 mg/l



Bernsteinsee / Burghammer Neutralisation mit Kalkmehl und Kalkhydrat



Fotos: LMBV

Istzustand Seewasserqualität

pH = 2,9 ; Eisen, gesamt = 31 mg/l

Ausleitkriterien laut wasserrechtlicher Genehmigung

pH = 6 – 8,5 ; Eisen, gesamt ≤ 3 mg/l

Neutralisierung erforderlich

März bis Mai 2009: Zugabe von 10.000 t Kalkmehl

Wirkung → nicht ausreichend → Nachbehandlung

pH = 4,3 ; Eisen, gesamt = 10 mg/l

Mai bis August 2009: Zugabe von 6.000 t Kalkhydrat

Wirkung → **Ausleitkriterium pH wird erfüllt**

pH = 6, 5

Technische Umsetzung:

Versprühen einer Kalkmehl-Wasser-Suspension

Ausgewählte Ergebnisse des Projektes GLOWA Elbe unter Verwendung des Modells STAR II – A2-Szenarium

- Die Temperatur erhöht sich bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts im Vergleich zum Zeitraum 1951-2003 je nach Region um 2.0-2.8 Grad
- In großen Teilen geht der Jahresniederschlag leicht zurück, was vor allem an der starken Abnahme des Sommers liegt. Im Winter besteht die Tendenz der Zunahme.
- Generell verschlechtern sich die hydrologischen Bedingungen
- Die extremen Niederschlagsituationen (Dürregefahr im Sommer, Zunahme der Starkniederschläge) treten häufiger auf.
- Viele schon heute beobachtete Tendenzen setzen sich fort, in vielen Fällen verstärkt.

Quelle: GLOWA Elbe



Aspekte des Klimawandels

- **Vorliegende Klimaprojektionen ergeben für Sachsen erhebliche regionale Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz, die insbesondere in den Braunkohleregionen sinkende Niederschlagsmengen und geringere Oberflächenwasserabflüsse zur Folge haben kann**
- **Damit würde einhergehen, dass zukünftig weniger Wasser für die Nachsorge der Bergbaufolgeseen zur Verfügung steht**
- **Die in der Spree abfließenden Wassermengen sind in den vergangenen Jahren deutlich rückläufig gewesen und befinden sich jetzt über größere Abschnitte des Jahres im Bereich des festgelegten Mindestwasserabflusses**
- **Es ist insgesamt mit einer weiteren Verschärfung des nicht ausreichenden Wasserdargebotes, insbesondere im Lausitzer Braunkohlenrevier zu rechnen, so dass sich die Flutungszeiträume der Bergbaufolgeseen um ca. 5 bis 10 Jahre verlängern können**



Ausblick

- **Fertigstellung der Seen unter Beachtung der Prinzipien der WRRL**
- **Integration der Fließ- und Standgewässer in die sächsische Gewässerlandschaft**
- **Integriertes Gewässermanagement nach Menge und Beschaffenheit**
- **Nutzungsansprüche mit naturräumlichen Randbedingungen in Übereinstimmung bringen**
- **Hochwasserschutz wichtiger Bestandteil eines länderübergreifenden Mengenmanagements**
- **1. B Planphase: Beginn der Integration**
- **2. B Planphase: Ableitung der konkreten Maßnahmen und umfassende Umsetzung**
- **3. B Planphase: Erzielung des guten Zustands oder Potentials**

