

## Projektblatt: **Reinigungsverfahren für bergbaubeeinflusste Wässer**

- TP 04 Studie zu aktuellen Reinigungsverfahren (bis Ende 2011)
- TP 09 Reinigungsverfahren sowie Bewertung und Selektion der Verfahren zu Acid-Mine-Drainage (ab 2012)
- TP 14 Wirtschaftlicher Maßnahmevergleich verschiedener Verfahren zur Fassung, Ableitung und Reinigung von bergbaulich kontaminierten Grundwässern (ab 2013)

---

### **Kurzeinschätzung der derzeitigen Situation in der Lausitz**

Die Dimensionen der Großtagebaue in der Lausitz und in Mitteldeutschland führten zu einer großräumigen Veränderung der natürlichen und kulturhistorischen entstandenen Landschaftsgefüge. Die Folgen sind bedeutende stoff- und wasserhaushaltlichen Probleme sowohl durch den aktiven Bergbau als auch durch den Sanierungsbergbau.

Die Regelungen der **EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)** fordern die Herstellung eines guten ökologischen Potenzials und chemischen Zustands der Oberflächengewässer und den guten mengenmäßigen und chemischen Zustand beim Grundwasser bis 2015 bzw. bis 2027. In den Braunkohlenbergbau(folge)landschaften treten jedoch verstärkt und langfristige zustandsverschlechternde Konzentrationen in Grund- und Oberflächenwasserkörpern auf.

In Sachsen sind 5 % der **Fließgewässerkörper (FWK)** bergbaulich in ihrem ökologischen als auch chemischen Zustand beeinflusst (60 von 617). Bezüglich des ökologischen Zustandes haben 38 FWK einen schlechten Zustand, 17 FWK einen unbefriedigenden Zustand und 5 FWK einen mäßigen Zustand. Bezüglich des chemischen Zustandes weisen 10 FWK einen mäßigen bis schlechten Zustand auf.

Entsprechend den Vorgaben der WRRL sind dafür die Parameter Arsen, Zink, Organozinnverbindungen und Cadmium ausschlaggebend.

**Bergbaufolgeseen** gelten nach WRRL als **künstliche Standgewässerkörper (SWK)**. Nach Abschluss der Flutung sollen in der Lausitz aus 17 ehemaligen Tagebauen 28 Bergbaufolgeseen mit einer Fläche 14 ha und einem Volumen von ca. 1.326 Mio. m<sup>3</sup> entstehen. Davon sind 23 Seen > 50 ha und damit WRRL-relevant. Bergbaubedingte zu betrachtende Schadstoffe sind hier der pH-Wert und die Basenkapazität (Puffervermögen), Sulfat, Ammonium, Eisen und lokal auch Schwermetalle (v.a. Cd).

**Sulfat und Eisen** zählen derzeit bei den OWK (Fließ- und Standgewässer) nicht zu den bewertungsrelevanten Parametern nach WRRL. Sie wirken sich jedoch durch ihre Anwesenheit indirekt über die ökologischen Faktoren aus. Bei einem Eisengehalt > 3 mg/l kommt es zur Ausfällung, die einen negativen Einfluss auf die Biozönose haben kann. Bei Sulfatkonzentrationen > 240 mg/l entsteht weiterhin ein Gefahrenpotenzial in Bezug auf die Trinkwassergewinnung über Uferfiltration im Flussgebiet der Spree.

Entsprechend der Voruntersuchungen wurden daher durch die zuständigen Behörden für wesentliche Schadstoffe **Ausleitkriterien für das Seewasser in die Vorflut** festgelegt. U.a. sind dies:

- pH-Wert = 6 - 8
- Sulfat < 450 mg/l
- Ammonium 1,5 mg/l
- Eisen < 3 mg/l

In Sachsen gibt es weiterhin 70 Grundwasserkörper (GWK). Von **13 im Einflussbereich der Bergbaufolgeseen befindlichen GWK** weisen 10 GWK einen schlechten und nur 3 GWK einen guten Zustand auf. Ausschlaggebend für die Zuordnung sind die Parameter Sulfat, Ammonium (9 GWK), Cadmium (3 GWK) und Nitrat (2 GWK). Aufgrund der räumlichen und zeitlichen Dimension der Probleme in den Braunkohlefolgelandschaften der Lausitz und Mitteldeutschlands wurden für die bergbaubeeinflussten Grundwasserkörper weniger strenge Umweltziele für einen eigenständigen bergbaubedingten Eisen-Sulfat-Grundwasser-Typ vorgeschlagen.

### **Begriff „Acid Mine Drainage“**

Als Acid Mine Drainage (AMD) werden saure Grubenwässer, saure Bergbauwässer, saure Haldenwässer und saure Sickerwässer bezeichnet.

Sie stellen saure Wässer mit hohen Gehalten an gelösten Schwermetallen und Sulfat-Ionen dar, die aus Erzlagerstätten, Kohlenlagerstätten, Bergwerken (Minen) und Bergbauhalden ausfließen.

AMD entstehen durch eine komplexe Kopplung abiotischer und mikrobieller Oxidationen von sulfidischen Mineralen.

Sulfid wird bei der Oxidation der Sulfidminerale zu Sulfat oxidiert, die Schwermetalle werden als Ionen gelöst.

Der mikrobielle Anteil besteht in einer Oxidation von Eisen(II)-Ionen zu Eisen(III)-Ionen und in der Oxidation von elementarem Schwefel und von Schwefelverbindungen zu Schwefelsäure bzw. Sulfat durch spezielle Bakterien und Archaeen.

Um diesen Problemstellungen entgegenzuwirken, wurden in der Vergangenheit durch die mit der Braunkohlenbergbausanierung von Bund und Länger beauftragte LMBV (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft), aktive Bergbauunternehmen der Region (Vattenfall Europe Mining - VEM, Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH - MIBRAG), sächsische und brandenburgische Universitäten und Forschungseinrichtungen (TU Dresden, HTW Dresden, BTU Cottbus, TU Bergakademie Freiberg, Grundwasserzentrum GWZ Dresden, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ, Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. Finsterwalde - FIB etc.), das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), die Landesdirektionen Sachsens etc. zahlreiche Untersuchungen durchgeführt bzw. beauftragt. **Dadurch ist ein großer Wissenstand zum Thema der Reinigungsverfahren vorhanden.**

Der Einsatz solcher Reinigungsverfahren ist prinzipiell möglich:

- im Restsee selbst (inlake; Oberflächenwasser)
- in der Kippe bzw. im anstehenden Tagebaubereich (insitu; Grund- und Sickerwasser)
- im Einlauf bzw. Ablauf der Seen in die Vorflut (onsite; Oberflächenwasser)

Dabei können die Reinigungsverfahren nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden:

- passive / aktive Verfahren
- Vorsorge- / Nachsorge-Verfahren
- geotechnische, chemisch-physikalische, mikrobielle, elektrochemische Verfahren
- Entwicklungsstand (Versuchsphase bis Stand der Technik)

Aufgrund der Ergebnisse und der Erfahrungen haben sich derzeit für die Lausitz folgende Prioritäten ausgeprägt bzw. entwickelt:

**- im aktiven Bergbau:**

1. Vorsorgemaßnahmen im aktiven Bergbau (z.B. selektive Abraumverkipfung, Zwischenbegrünung, geotechnische Barrieren)
2. Betreiben von Grubenwasseraufbereitungsanlagen (GWRA) für gehobene Sumpfungswasser des aktiven Bergbaus

**- im Sanierungsbergbau:**

3. gezielte und zügige Fremdflutung der Bergbaufolgeseen (Verdünnungseffekt, Zeitminimierung des Bestehens der aeroben Zone im Boden bzw. in den Kippen durch Beschleunigung des Grundwasserwiederanstiegs)
4. Bekalkung der Bergbaufolgeseen zur Stabilisierung des pH-Wertes und der Basenkapazität, Konditionierungsmaßnahmen (CO<sub>2</sub>-Eintrag, Kraftwerksaschen)
5. (Weiter-)Entwicklung von Pilot- und Demonstrationsprojekten als Einzellösungen

## Inhalte der Studien in VODAMIN

Der große Komplex der Sanierung von bergbaubeeinflussten Wässern (Sickerwasser, Grundwasser, Oberflächenwässer der Bergbaufolgeseen, natürliche Vorflut) wird durch drei Studien bearbeitet werden.

Diese drei Studien unterscheiden sich in wesentlichen Inhaltspunkten und sollen aufeinander aufbauen.

### TP 03 Studie zu aktuellen Reinigungsverfahren (bis Ende 2011)

- Schwerpunkt: relevante Parameter im Braunkohlenbergbau (pH-Wert, Versauerungspotenziale, Sulfat, Eisen, Ammonium)
- Recherche Stand der Wissenschaft und Technik (Laborversuche bis Pilotanlage und derzeit gängige Praxis)
- Betreffend aller Bergbauwässer (Oberflächenwässer, Sickerwasser, Grundwässer, Sumpfungswasser)
- Weiterführende nationale und internationale Recherche
- Detaillierte Aussagen zur Verfahrenstechnologie und deren wissenschaftlichen Grundlagen, Nachhaltigkeit
- Erste Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und Genehmigungsfähigkeit (wird in nachfolgenden Studien konkretisiert)

### TP 09 Reinigungsverfahren sowie Bewertung und Selektion der Verfahren zu Acid-Mine-Drainage (ab 2012)

Da die Studie TP 09 auf die Ergebnisse von der vorherigen Studie TP 04 aufbauen soll, stellen nachfolgende Inhalte erste Projektansätze dar. Sie können nach Vorlage der Ergebnisse noch aktualisiert werden.

- Konkreter Bezug zu den Rahmenbedingungen der Lausitz (Geologie, Hydrogeologie, Klima, Lagerstättenverhältnisse, Vorflut etc.)
- Schwerpunkt liegt auf „acid mine drainage“, d.h. im Rahmen des Projektes soll sich auf Grund- und Sickerwässer (auch Grundwasserwiederanstieg – Exfiltrationsprozesse, Kippengrundwasserleiter) konzentriert werden
- Detaillierte Beschreibung der Verfahrenstechnologie, der Effizienz und der Nachhaltigkeit relevanter und bereits praktisch umsetzbarer Verfahren (Best-practice Verfahren)
- Steckbriefkatalog von Wasserreinigungsverfahren für braunkohlenbergbaubeeinflusste Grund- und Oberflächengewässer

## **TP 14 Wirtschaftlicher Maßnahmevergleich verschiedener Verfahren zur Fassung, Ableitung und Reinigung von bergbaulich kontaminierten Grundwässern (ab 2013)**

Da die Studie TP 14 auf die Ergebnisse von den vorherigen Studien TP 04 und TP 09 aufbauen soll, stellen nachfolgende Inhalte erste Projektansätze dar. Sie können nach Vorlage der Ergebnisse noch aktualisiert werden.

- Alle Betrachtungen unter Beachtung der Region Lausitz
- Wirtschaftliche Analyse über zu erwartenden Schadenspotenziale durch Grundwasserwiederanstieg und Schadstoffe in bergbaubeeinflussten Gewässern (einschließlich pH)
- Wirtschaftliche Betrachtungen zu den Verfahren, vor allem solcher Verfahren, die bereits als Pilot- und Demonstrationsvorhaben gelaufen sind bzw. die mittlerweile Stand der Technik sind
- Kosten-Nutzen-Betrachtungen bzw. -Vergleich unter Beachtung obiger Aspekte
- Auswertung unter Wahrung des Kosten-Nutzenprinzips der WRRL
- Aussagen zur Genehmigungsfähigkeit, Behördendiskussion