

Wiederherstellung des Wasserhaushaltes in den vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Gebieten Mitteldeutschlands und der Lausitz

Dr.-Ing. F.C. Benthäus¹, Dr.-Ing. Claus Nitsche²

¹Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbauverwaltungsgesellschaft mbH, Ingenieurbereich Sanierung, Geotechnik, Franz Mehringstr. 1, 01968 Senftenberg, E-Mail: fc.benthaus@lmbv.de; ²BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH, Meraner Straße 10, 01217 Dresden; E-Mail: cnitsche@bgd-gmbh.de

1 Ziele zur Wiederherstellung des Wasserhaushaltes

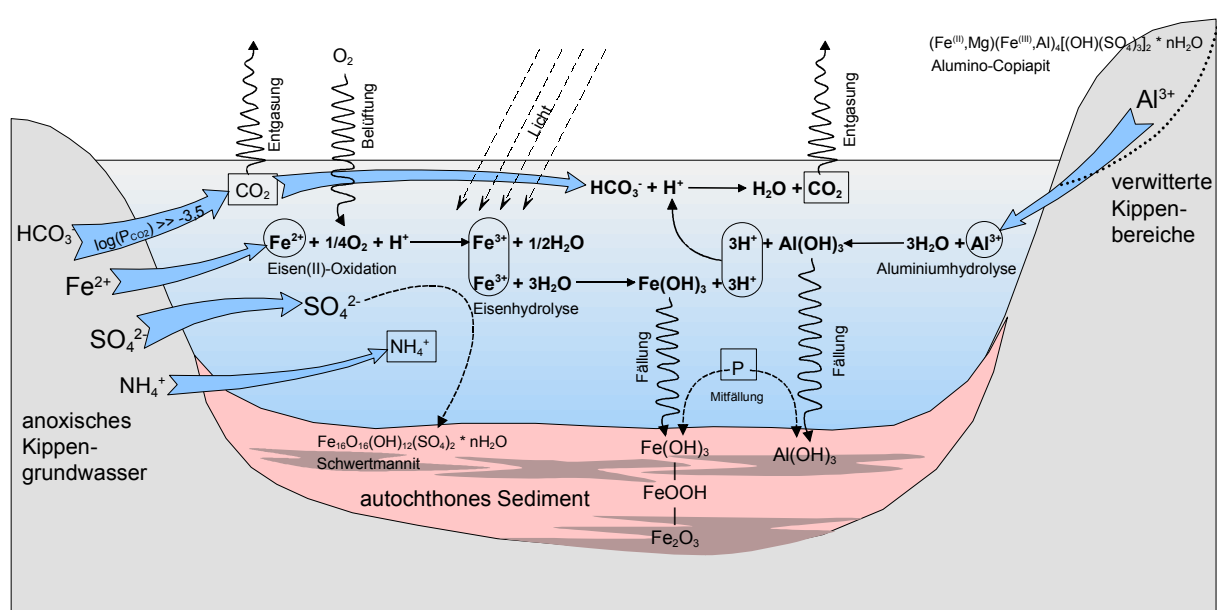
Der Braunkohlenbergbau hat nachhaltig in die Gebietswasserhaushalte der Lausitz und Mitteldeutschlands eingegriffen. Durch die Hebung von bis zu 1,5 Mrd. m³ Wasser pro Jahr entstanden im Laufe der Jahrzehnte Wasserdefizite von 13 Mrd. m³ im Verantwortungsbereich der LMBV. Bis zum Jahr 2004 waren etwa 5,8 Mrd. m³ des Wasserdefizits wieder aufgefüllt – davon 2,4 Mrd. m³ in den Tagebauseen und 3,4 Mrd. m³ in den Grundwasserleitern. Insgesamt werden in der Bergbaufolgelandschaft des Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlenreviers 46 Seen mit rund 25.000 ha Wasserfläche entstehen.

Durch die Umweltministerkonferenz der Länder wurde 1994 das „Rahmenkonzept zur Wiederherstellung eines ausgeglichenen, sich weitge-

hend selbstregulierenden Wasserhaushaltes in den vom Braunkohlenbergbau beeinträchtigten Flusseinzugsgebieten" verabschiedet. Die Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie in die Landeswassergesetze stellt erhöhte Anforderungen an die für den Wasserhaushalt verantwortlichen Landesbehörden. Diese fordern für künstliche oder erheblich veränderte Gewässer, Bergbaufolgeseen dieser Kategorie zuzuordnen, ein gutes ökologisches Potential und ein guter chemischer Zustand.

2 Ursachen der Versauerung von Tagebauseen

Bergbaufolgeseen des Braunkohlenbergbaus unterscheiden sich von natürlichen Seen durch ihre landschaftsuntypische Morphologie und die starke Versauerung. Der Eintrag von Verwitterungsprodukten der Pyrit- und Markasitoxidation aus den kohlebegleitenden Schichten der tertiä-



© W. Uhlmann (2000)

Abb. 1: Stoffquellen und hydrogeochemische Prozesse in Tagebauseen (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2001)

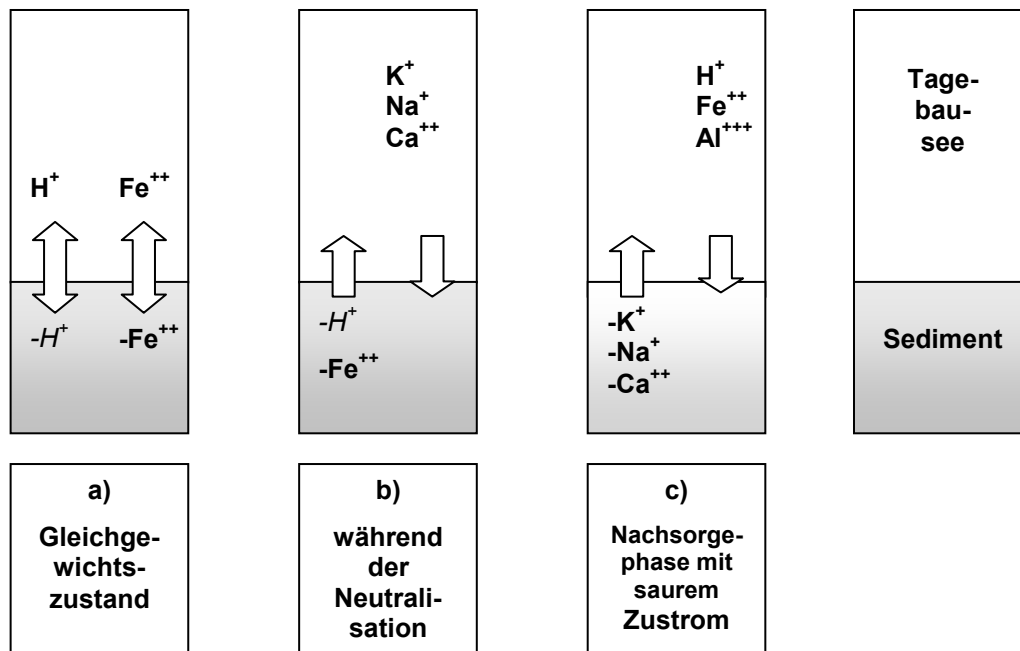


Abb. 2: Schematische Darstellung des Kationenaustausches (Hauptkomponenten) zwischen Seesediment und angrenzender Wasserschicht in verschiedenen Zuständen des Tagebausees

ren Sande führt zur Versauerung des Wassers. Die entstehenden Bergbaufolgesee sind infolge saurer Stoffeinträge durch das Grundwasser sowie durch Böschungserosion teilweise durch geringe pH-Werte ($pH \approx 2...3$), hohe Sulfatgehalte ($>1.000 \text{ mg L}^{-1}$) und hohe Mineralisation gekennzeichnet. Die signifikanten Stoffquellen und hydrochemischen Prozesse sind in der Vergangenheit untersucht und in Abbildung 2 schematisiert dargestellt (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2001).

Während des Zustroms hochmineralisierter Wasser aus den Kippen in den oxischen Bereich laufen mehrere hydrochemische Prozesse ab, die sich wechselseitig beeinflussen und rekursiv wirken. Für die Neutralisation eines sauren Tagebausees ist die genaue Kenntnis der gegenwärtigen und zukünftig zu erwartenden Stoffströme notwendig.

Im Rahmen einer Neutralisation mittels In-Lake-Verfahren konnte festgestellt werden, dass die auf Grundlage der in Abbildung 1 betrachteten Prozesse abgeleitete Menge an Neutralisationsmittel nicht ausreicht, um den Tagebausee in den Zielzustand zu überführen. Durch ein die Flutungsprozesse begleitendes Monitoring, in dem neben dem Seewasser auch die Seesedimente analysiert wurden, konnte nachgewiesen werden, dass ein Ionenaustausch zwischen dem teilweise neutralisierten Wasser und den sauren Sedimen-

ten stattfand, deren Ausmaß bisher in der Fachwelt unterschätzt wurde (Abbildung 2). In einem sauren Tagebausee befindet sich das Seewasser mit dem Sediment im hydrochemischen Gleichgewichtszustand (s. Abbildung 2a). Wird das Wasser des Tagebausees neutralisiert, so erfolgt ein Kationenaustausch zwischen den im Sediment gebundenen Wasserstoffionen mit den im Wasserkörper des Sees vorhandenen Kationen (u. a. durch das Neutralisationsmittel bestimmt; s. Abbildung 2b) Ist der Tagebausee neutralisiert, so wirkt das Sediment als Puffer gegenüber einer Nachversauerung. Dabei werden die im Sediment enthaltenen Kationen, wie Calcium, Natrium und Kalium, gegen die im Tagebauseewasser enthaltenen Protonen ausgetauscht (s. Abbildung 2c). Die zwischen der Wasserschicht und Seesediment stattfindenden Stoffaustauschprozesse sind nicht nur auf die Sedimentoberfläche begrenzt.

3 Flutung und Einbindung der Bergbaufolgegewässer

Das Konzept der LMBV (2005) basiert auf der maximalen Nutzung von Oberflächenwasser in den Bergbauregionen. Nach den Erfahrungen bei der Flutung des Olbersdorfer Sees in der Lausitz und des Cospudener Sees südlich von Leipzig ist durch die Flutung unter günstigen Randbedingungen eine nutzungsgerechte Wasserbeschaf-



Abb. 3: Maßnahmen zur Beeinflussung der Beschaffenheit

fenheit zu erreichen. Durch die schnelle Flutung werden potentiell saure, aciditätsreiche Zuflüsse reduziert. Die nun in das Gebirge gerichtete Strömung wirkt stabilisierend auf die Böschungen und vermindert den zusätzlichen Eintrag durch die Erosion. Das Einleiten von Oberflächenwasser aus der fließenden Welle mit Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff begünstigt den chemisch-biologischen Neutralisationsprozess im See. Zur schnellen Flutung mit Oberflächenwasser gibt es zur Zeit keine wirtschaftliche Alternative. Was zur Gütesteuerung mit Oberflächenwasser nicht erreicht werden kann, muss durch zusätzliche technische Maßnahmen ausgeglichen werden.

4 Nachhaltige Gewährleistung der Güte

Es wurden bisher zahlreiche wissenschaftliche und technische Alternativen der Beeinflussung der Gewässergüte untersucht.

Die Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Bergbaufolgeseen ist durch Prognosen zur Beschaffenheit und Limnologie belegt. Eine entsprechende Methodik zur Prognose der Beschaffenheitsentwicklung wird auf der Basis einer wissenschaftlichen Begleitung und umfangreicher Monitoringprogramme der Flutung fortlaufend präzisiert und erweitert. Durch die Verknüpfung von Wassermengen- und Stoffmengenbilanzen lassen sich für verschiedene Flu-

tungsszenarien Aussagen zur hydrochemischen Entwicklung der Seen ableiten. Zahlreiche Forschungsarbeiten zur Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit sind durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und andere Institutionen gefördert und zum Teil durch die LMBV kofinanziert worden. Die Kenntnisse über die Wirkungsmechanismen sind dank der Forschungsarbeiten erheblich besser geworden.

Daraus sind bisher über 20 Verfahrensvorschläge entstanden. Die vielfältigen Vorschläge werden hinsichtlich der Anwendung unter den Randbedingungen der Sanierung des Wasserhaushaltes in den Bergbauregionen bewertet. Dabei müssen insbesondere die geogenen Randbedingungen, die beabsichtigte Folgenutzung und die behördlich vorgegebenen Werte im Vordergrund stehen. Geprüft werden

- der Erfolgsaussichten für das Erreichen der Zielstellung
- der Verfahrensdurchführung
- der Verfügbarkeit der vorgesehenen Einsatzstoffe
- der Wirtschaftlichkeit.

Die vorgeschlagenen Verfahren sind bisher nur im kleintechnischen Maßstab erprobt worden. Sie müssen ihre Bewährungsprobe nun unter Feldbedingungen bestehen. Umgesetzt werden zur Zeit Verfahren zur gezielten Kippengrund-



Abb. 4: Behandlungsverfahren Gewässerbeschaffenheit

wasserbehandlung durch Einbringen von Neutralisationsmitteln mittels Rüttelstopfverdichtung. Weiterhin wird das Einbringen von Kalkprodukten bei der geotechnisch notwendigen Massenumlagerung getestet, um die Auswirkungen auf Sedimentbildung, die Kolmation sowie die Besiedlung durch Flora und Fauna zielgerichtet auswerten können.

Um die biologische Selbstreinigung in der Nachsorge zu ermöglichen, gilt es, ein Tagebaugewässer früh in einen neutralen Bereich zu bringen. Hier ist zurzeit ein Verfahren in der Umsetzung, bei dem durch den Eintrag von Soda eine aufbereitungslose Ausleitung ermöglicht werden soll.

Die in zahlreichen Tagebauen abgelagerten Kalkmassen haben noch eine Restalkalinitäten, die für die Seewasserbehandlung genutzt werden sollen. Abgelagerten Kalkmassen sind aufgenommen und gezielt zur Gütebehandlung oberflächlich im See eingebracht worden. Durch das Monitoring soll die Wirksamkeit nachprüfbar belegt werden.

Die Umsetzung von wissenschaftlichen Vorschlägen in technische Maßnahmen stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Umsetzung ist zwar mit Risiken verbunden, aber auch einige Chancen, die es hier gezielt zu nutzen gilt.

5 Zusammenfassung

Die Schaffung von Bergbaufolgeseeen ist der Abschluss eines antropogenen Eingriffes in den

Wasserhaushalt durch den Bergbau. Sie müssen in einen sich selbstregulierenden Wasserhaushalt integriert werden. Die besonderen hydrochemischen Prozesse im Gewässer und in Wechselwirkung Gewässer-Sediment-Gebirge sind zu beachten. Auch weiterhin ist die Flutung mit Oberflächenwasser aus den Vorflutern das wirksamste und wirtschaftlichste Verfahren zur Beeinflussung der Gewässerbeschaffenheit. Dazu sind eine Reihe von hydrotechnischen Maßnahmen umzusetzen.

Es ist verstärkt chemotechnischen Wasserbehandlungsmethoden für die Verbesserung der Gewässerbeschaffenheit unter den Bedingungen der Bergbausanierung weiter zu entwickeln. Dazu wird der aktuelle Säureinhalt im See sowie der Säureeintrag aus dem Grundwasser berücksichtigt. In den nächsten Jahren werden daher verstärkt Verfahren angewendet, um die See- und Grundwasserkörper, See- und Grundwasserströme effektiv und kostengünstig behandeln zu können. Die Nachhaltigkeit der Verfahren, auch in der Nachsorge, wird dabei eine zentrale Rolle spielen. Da die Tagebauseen als offene Systeme im Austausch mit der hydrologischen Umgebung (Anstrom - Abstrombereiche) stehen, ist die Überlagerung von Maßnahmen zur Gewässerbeeinflussung verstärkt zu betrachten.

6 Literatur

GRÜNEWALD, U., et al. (2001) Zusammenfassung der Ergebnisse zur Gewässergüteentwicklung in der Lausitz. – Senftenberg/Cottbus 2001, unveröffentlicht

LMBV (2005): Fortschreibung des Flutungs- und Konditionierungskonzeptes Lausitz, LMBV, veröffentlichter Bericht.

LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG [Hrsg.] (2001): Tagebauseen: Wasserbeschaffenheit und wasser-gütewirtschaftliche Sanierung – Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen, Studien und Tagungsberichte, Schriftenreihe des LUA, Band 35, Cottbus, September 2001.

LUCKNER, L., EICHHORN, D., GOCKEL, G., SEIDEL, K. H. (1995): Durchführbarkeitsstudie zur Rehabilitation des Wasserhaushaltes der Niederlausitz. – LMBV-DGFZ-DGC, Senftenberg/Dresden