

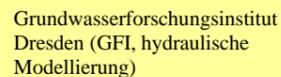
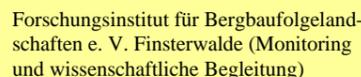
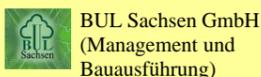
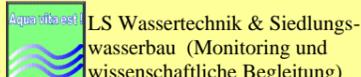
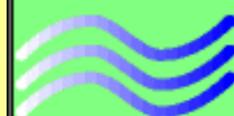


BTU

RALPH SCHÖPKE, ROLAND KOCH, VOLKER PREUB, Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Passive Reaktive Wände zur Neutralisation potenziell saurer Kippengrundwässer: Versuchs- und -Modellierungsergebnisse sowie Kombination mit ENA-Verfahren

Aqua vita est!



Einführung

Problem: Saure Kippengrundwässer im ehemaligen Braunkohlebergbaugbiet der Lausitz

Ein potenziell saurer Kippengrundwasserstrom sollte beim Durchströmen von Passiven Reaktiven Wänden (3 Wandabschnitte quer zur Fließrichtung) mittels eingebrachter Kraftwerksasche neutralisiert werden.

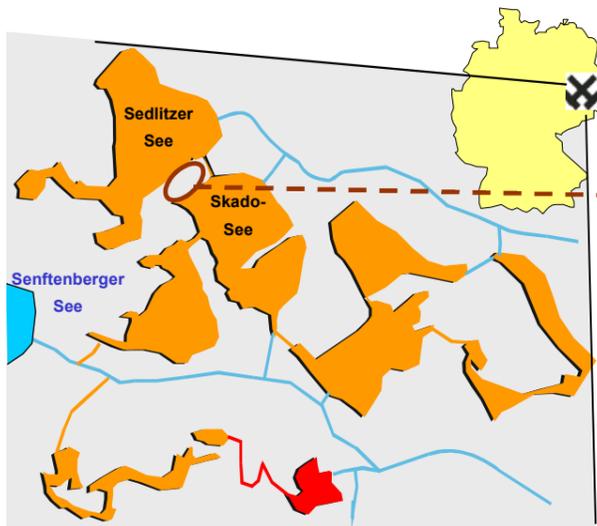


Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes

Als Standort für die Versuchsanlagen wurde der in Abb.1 markierte Kippendamm zwischen den Tagebauseen Skado und Sedlitz gewählt. Ziel des vom LS Wassertechnik & Siedlungswasserbau durchgeführten Monitorings ist es, die Beschaffenheitsänderungen, die die reaktiven Wände im strömenden Grundwasser auslösen, zu erfassen und hinsichtlich einer Sanierungstechnologie zu bewerten.

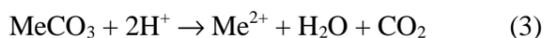
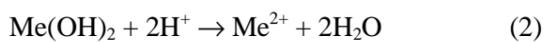
Grundlagen

Zur Quantifizierung der im Wasser und Kippensand enthaltenen Säure, bzw. dessen Puffervermögens wird das Neutralisationspotenzial eingesetzt (SCHÖPKE 1999), welches die säurebildenden Wasserinhaltsstoffe und das Pufferungsvermögen des Wassers bilanziert.

$$NP \approx K_{S4,3} - 3 \cdot c_{Al^{3+}} - 2 \cdot c_{Fe^{2+}} - 2 \cdot c_{Mn^{2+}} \quad (1)$$

Im bereits pH-neutralen Kippengrundwasser ist die Neutralisation nicht als deutliche pH-Erhöhung zu erkennen. Die Sanierungsreaktionen heben das Neutralisationspotenzial an. Dabei werden hauptsächlich die säurebildenden Kationen Eisen und Aluminium aus dem Grundwasserstrom entfernt.

Die durch Rütteldruckinjektion eingebrachten carbonatischen und oxidischen Materialien binden Protonen und heben lokal den pH-Wert.



mit Me = Ca, Mg

Dabei fallen aus hydrogencarbonatgepuffertem Grundwasser, unter Freisetzung von Protonen, säurebildende Kationen, also hauptsächlich Eisen(II) nach Gl.(4), als Festphasen aus.



Vorversuche mit der Rütteldruckverdichtung zeigten, dass nach Injektion von Aschesuspensionen ein wasserdurchlässiger Körper zu erwarten war.

Versuche

Die drei Wandabschnitte wurden zwischen 12/2004 und 5/2005 durch Rütteldruckinjektion mit unterschiedlichen Ascheanteilen (1,4 - 1,75 t/m³) bis in eine Tiefe von 24 m u.G., einer Länge von je 25 m und einer Breite von ca. 2 m hergestellt.

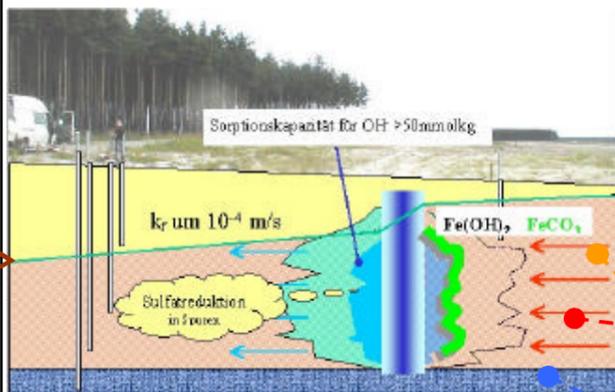


Abb. 2 Wandabschnitt mit Messeinrichtungen

Die verwendeten Aschesuspensionen lagen zwischen dem für eine Neutralisation niedrigsten und dem technologisch machbaren höchsten Wert. Abschnitt 1 und 2 wurden im Geschiebemergel eingebettet, der am Abschnitt 3 fehlte. Zur Messung der Grundwasserbeschaffenheiten im Abstrom dienten je Abschnitt eine Mehrfachmessstelle in 10 m Abstand von der Wand. Zusammen mit einer Mehrfachmessstelle im Anstrom und weiteren Einfachmessstellen, die z.T. nur zur Wasserstandsmessung genutzt wurden, ließ sich die Wirkung der installierten Wände auf die Grundwasserströmung und Beschaffenheit ermitteln. Das zugehörige Monitoring läuft noch bis 12/2006.

Tab. 1: Mittlere Anstromgrundwasserbeschaffenheit

Parameter	Wert	
pH	5,6	
Ltf	2000	µS/cm
NP	-10,8	mmol/L
K _{S4,3}	0,46	mmol/L
Ca	430	mg/L
Fe(II)	300	mg/L
Sulfat	1500	mg/L
DIC	40	mg/L

Parallel zum Monitoring laufen im Labor Filterversuche mit Asche- bzw. Kalkwasser.



Abb.3: Säulenfilterversuchsanlage

Die Anlage besteht aus einem temperierten Schrank (13°C), in dem zwei mit Material des Kippengrundwasserleiters gefüllte Filtersäulen aufwärts durchströmt werden. pH, elektrische Leitfähigkeit und Redoxpotenzial werden im 5 Minuten Abstand nach jeder Filtersäule gemessen.

Ergebnisse

Die aus einzelnen Säulen zusammengesetzten Wände waren für die Behandlung des Grundwasserstromes nicht durchlässig genug (k_r-Werte unter 10⁻⁶ m/s) und wurden weitgehend umströmt. Die Durchlässigkeitsminderung entsteht beim Einrütteln der Asche. Die Abscheidung von Reaktionsprodukten der Neutralisation hat dagegen keine dichtende Wirkung (Laborversuch und Phreeqc-Modellierung).

Die anströmende Grundwasserbeschaffenheit ist heterogen verteilt. NP korreliert linear mit der Sulfatkonzentration. Aus der linearen Verteilungscharakteristik vor und nach den Wänden lässt sich für den geringen Restdurchfluss eine Neutralisation um 1 bis 2 mmol/L ableiten.

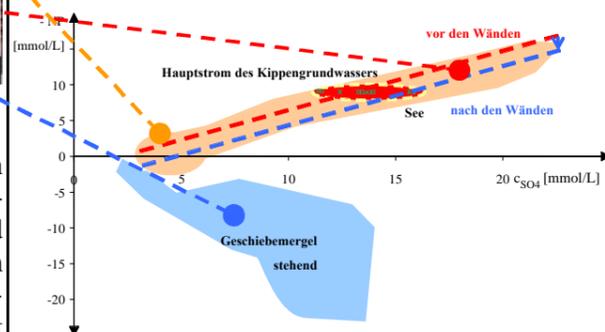


Abb. 4: Beschaffenheiten im -NP-SO₄-Diagramm

Die lokale pH-Erhöhung an der Wand löste im abströmenden Wasser sulfatreduzierende Prozesse aus, die aber mangels Substrat nicht bis zur Fällung von Eisensulfid führten.

Ausblick

Mittels Rütteldruckverdichtung lassen sich im Zuge der Böschungssanierung kostengünstig dichtende Wände erzeugen. Damit wird es möglich den Grundwasserstrom auf bestimmte Abschnitte zu fokussieren (funnel and gate-Prinzip). Dort werden punktuell Substrate zur quantitativen Sulfatreduktion in den Gesamtstrom eingemischt.

In Kombination der induzierten mikrobiellen Sulfatreduktion mit den Dichtwandensystemen lässt sich der Kippengrundwasseranstrom ganzer Uferabschnitte an Tagebauseen behandeln. Entsprechende Anträge zur Weiterentwicklung des Verfahrens wurden gestellt.

Literatur

BTUC (2006): Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Untergrundsäuerung von Kippengrundwässern; Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft und Umwelt, Heft 11

KOCH, R.; SCHÖPKE, R.; MANGOLD, S.; REGEL, R.; STRIEMANN A. (2006): Herstellung reaktiver Wände aus Braunkohlefilterasche mittels RDV- Skadodamm; Abschlußbericht 2005 BTUC, LS Wassertechnik&SWB im Auftrag BUL-Sachsen GmbH, LMBV unveröffentlicht-

SCHÖPKE, R.(1999): Erarbeitung einer Methodik zur Beschreibung hydrochemischer Prozesse in Kippengrundwasserleitern; Dissertation BTU Cottbus LS Wassertechnik, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft und Umwelt, Heft 2