

Auslegungsgrundlagen für die Konzeption einer Seeabspernung zur Stimulierung und Steigerung des Sulfatabbaus in einem Restsee

Einleitung

Die Wasserbeschaffenheit vieler Tagebauseen ist infolge des Zustroms potentiell saurer Kippengrundwässer durch einen sehr niedrigen pH-Wert sowie hohe Konzentrationen an Eisen und Sulfat gekennzeichnet. Diese lebensfeindlichen und korrosiven Eigenschaften des Wassers stellen bei Anbindung an Vorflutssysteme bzw. das Grundwasser ein Gefährdungspotential über den See-wasserkörper hinaus dar.

Aufgabenstellung

Vom GKSS Forschungszentrum Geesthacht wurde im Zuge des HGF-Strategiefondprojektes „Systemintegrierte Umweltbiotechnologie zur Sanierung von organisch und anorganisch belasteten Grund- und Oberflächenwässern“ eine Seeabspernung zur mikrobiellen Sulfat-reduktion konzipiert, welche zu dimensionieren war.

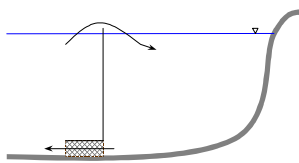


Bild 1 Schema der Seeabspernung

Folientauchwand

Die zu erwartenden Kraftwirkungen auf die Folientauchwand und deren Verankerungsstellen konnten berechnet werden. Eine Verankerung auf von Setzungsfließen gefährdeten Kippen ist erst nach deren geotechnischer Sicherung möglich. Die windinduzierte Durchströmung des Reaktionsraumes ist nicht möglich, da bei dafür erforderlichem einseitigen Wasseraufstau die Folientauchwand ausknicken und abtauchen würde. Außerdem ergeben sich für das RL 111 nur relativ kurze Windwirkdauern mit sehr geringen Wellenhöhen. Daraufhin wurden mehrere in situ Reaktoren gebaut, die mittels Pumpen beaufschlagt werden (Bild 7).

Sulfatreduktion

Tabelle 1 Wasserparameter des RL 111

pH	1	2,60
Ltf	µS/cm	2590
SO ₄	mg/l	1560
Fe-ges	mg/l	138
Mn	mg/l	2,4
Al	mg/l	36,7
K _{S4,3}	mmol/l	-10,75
NP	mmol/l	-15,1

Versuchsanlagen und Ergebnisse

Als Aufwuchsflächen für die SRB war bei allen Versuchen Stroh und als Kohlenstoffquelle Methanol zu verwenden. Ein horizontaler Rohrreaktor mit 1500 L Gesamtvolumen diente als Ausschnitt aus dem geplanten Reaktionsraum.

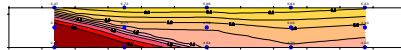


Bild 2 Schichtung im Horizontalreaktor

Diese Anordnung hat sich als ungünstig erwiesen, da infolge von Dichteschichtungen neben Strömungstoträumen im Rohrscheitel Kurzschlußströmungen im unteren Teil des Reaktors keine gleichmäßige Beaufschlagung ermöglichen. Die maximalen Entsäuerungsgeschwindigkeiten erreichten nur 0,04 mmol/(L*h).

Mit zeitgleichen Versuchen an fünf Säulen mit je 35 L Volumen wurde die notwendige Nachführung von Eisenschlämmen untersucht. Dabei erfolgte die Aufbereitung anfänglich einstufig, wobei die Eisenschlämme diskontinuierlich direkt in den Reaktorkopf gespült wurden.

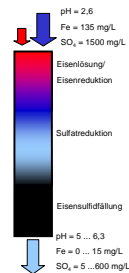


Bild 3 Schema der einstufigen Aufbereitung

Die Wirksamkeit der Lösungsreaktion konnte nicht direkt gemessen werden. Weiterhin war ein allmähliches Verstopfen des Festbettes zu befürchten.

Die Umstellung auf eine zweistufige Aufbereitung führte zu einer deutlichen Stabilisierung der Betriebsverhältnisse.

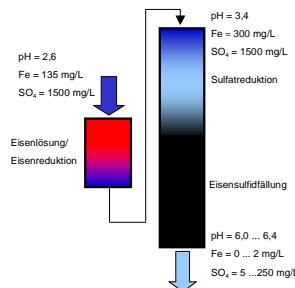


Bild 4 Schema der zweistufigen Aufbereitung

Der Verlauf der Entsäuerungsreaktion erbrachte bei allen Versuchen übereinstimmende Ergebnisse.

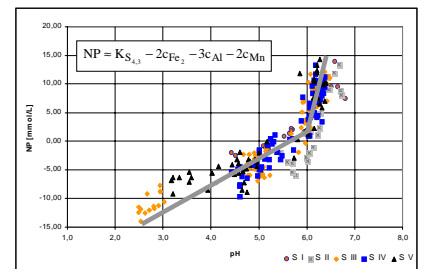


Bild 5 Zusammenhang NP und pH-Wert

Erst bei pH-Werten um 6,0 setzt aufgrund der Dissoziation des Schwefelwasserstoffs die Fällung der Eisensulfide ein. NP erreicht dabei etwa 4 mmol/L.

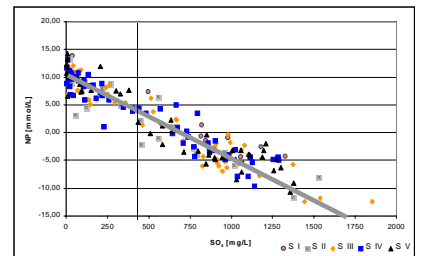


Bild 6 Zusammenhang NP und Sulfat

Die entsprechende Sulfatkonzentration liegt dann unter 400 mg/L. Als maximale Entsäuerungsgeschwindigkeit wurden bisher 0,37 mmol/(L*h) erreicht.

Zur Behandlung des Wassers aus dem RL 111 ist die Reduktion von ca. 1000 mg/L Sulfat erforderlich, wobei eine Entsäuerung von 20 mmol/L erreicht wird.

Ausblick

Die Weiterentwicklung des Verfahrens (dritte Prozeßstufe zur Fällung der restlichen Sulfide, Erprobung hydraulisch günstigerer Aufwuchsflächen) sowie die technische Erprobung im Tagebausee ist Gegenstand eines von der DBU geförderten Gemeinschaftsprojektes zwischen UFZ Halle / Leipzig, GKSS und dem Lehrstuhl Wassertechnik.



Bild 7 in situ Reaktoren im RL 111