

PD Dr. rer. nat. habil. Ralph Schöpke, Prof. Dr.Ing.-habil. Roland Koch, BTU Cottbus www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/w-tech

Dr. Ulf Jenk, Dr. Kerstin Nindel, Stephan Röder, Wismut GmbH, Chemnitz www.wismut.de

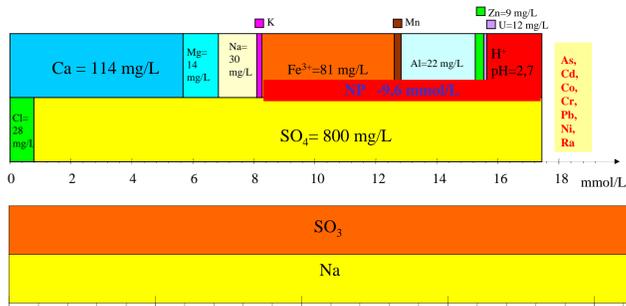


## Aufgabenstellung

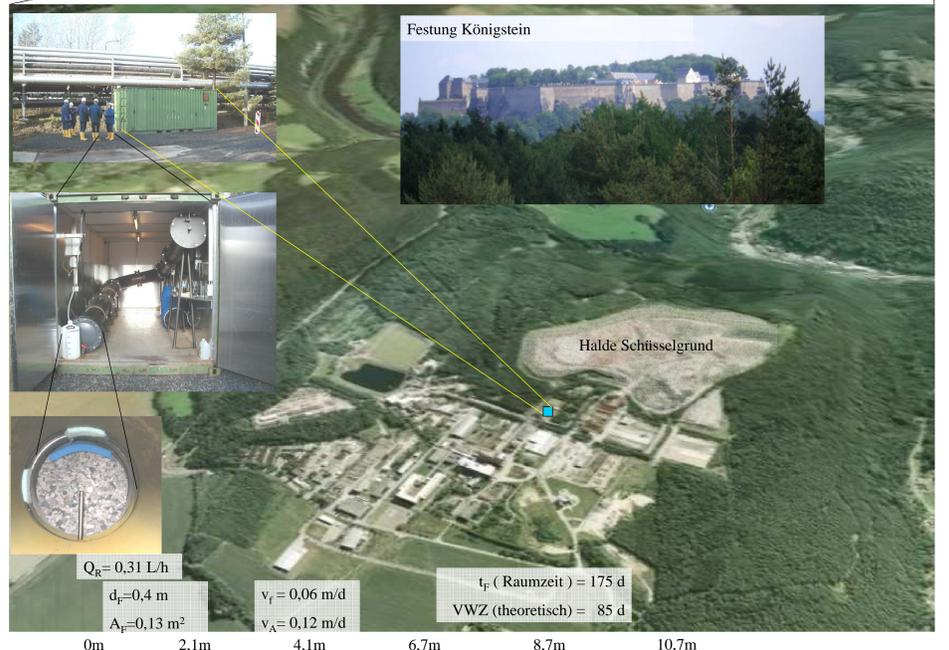
Zur Vorbereitung einer unterstützenden Maßnahme für die Sanierung eines durch Bergbau (Pyritverwitterung und Laugung mit Schwefelsäure) kontaminierten Sandsteingrundwasserleiters wurde ein Pilotversuch mit einer horizontalen Filtersäule durchgeführt. Durch Zugabe von Natriumsulfit wurde eine chemische Milieubeeinflussung des sauren kontaminierten Grundwasserkörpers in Richtung vorbergbaulicher Zustände (niedriges Redoxpotenzial und pH-neutral) beabsichtigt.

Das mit Gesteinsbruch aus dem zu sanierenden Grundwasserleiter gefüllte horizontal durchströmte Rohr bildet die Verhältnisse in der gefluteten Grube mit teilverfüllten Strecken, gesprengtem Haufwerk, geklüftetem Gestein und restluftgefüllten Bereichen modellhaft ab. Nach dem Füllen mit saurem Grundwasser (Flutungswasser) wurde dieser Horizontalfilter ein Jahr mit sulfidbeaufschlagtem Flutungswasser betrieben. Bei einer Filtergeschwindigkeit um 6 cm/d wurde der Porenraum etwa 4 mal ausgetauscht. Die Beprobungen erfolgten am Ablauf im Abstand von 1-2 Tagen und an den weiteren 5 Messstellen im Abstand von 14 Tagen bis 3 Monaten (umfangreiches Analysenprogramm). Da mit Natriumsulfit das Redoxpotential gesenkt werden konnte, die erhoffte pH-Erhöhung jedoch nicht erreicht wurde, wird der Versuch seit April 2008 unter Zugabe von Natronlauge (pH-Erhöhung) bei verminderter Natriumsulfitdosis (ausreichend zur Sauerstoffzehrung und Eisen(III)reduktion) weitergeführt.

Die BTU Cottbus führte im Auftrage der WISMUT GmbH die wissenschaftliche Begleitung durch.



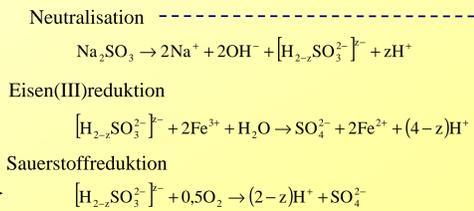
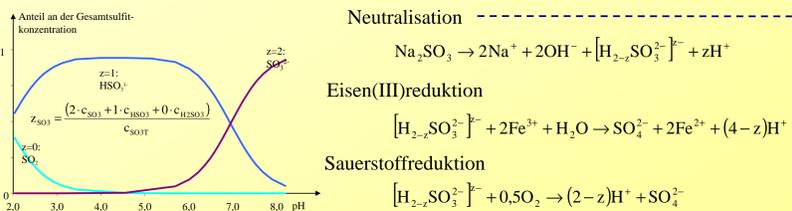
Zulauf Flutungswasser + Natriumsulfitdosisierung



Die Versuchsanlage (Reaktor) besteht aus einem 10 m langem, horizontal durchströmten Rohr, die mit kontaminiertem Grubenwasser (Flutungswasser), dem Natriumsulfit zugegeben wurde, betrieben wird.

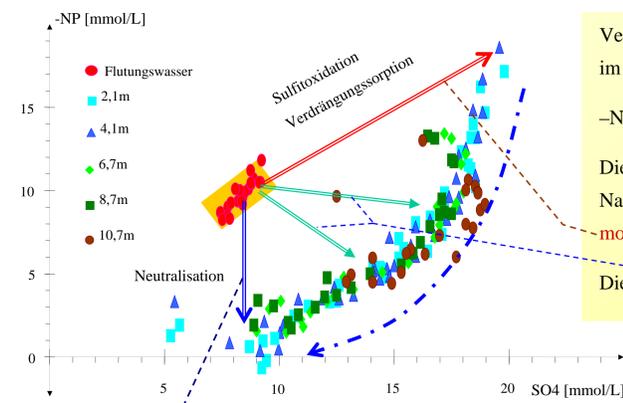
## Beschaffenheitseffekte von Sulfit

Schweflige Säure und Hydrogensulfit sind schwache Säuren. Der mittlere Protolysegrad lässt sich durch einen gebrochenen Stöchiometrie Koeffizienten z, der die mittlere negative Ladungszahl der Säureanionen angibt definieren. Die Neutralisationswirkung ist vom pH-Wert und Redoxreaktionen abhängig:



Bei der Berechnung des Neutralisationspotenzials müssen die Konzentrationen der Sulfit-species und des Zinks mit berücksichtigt werden.

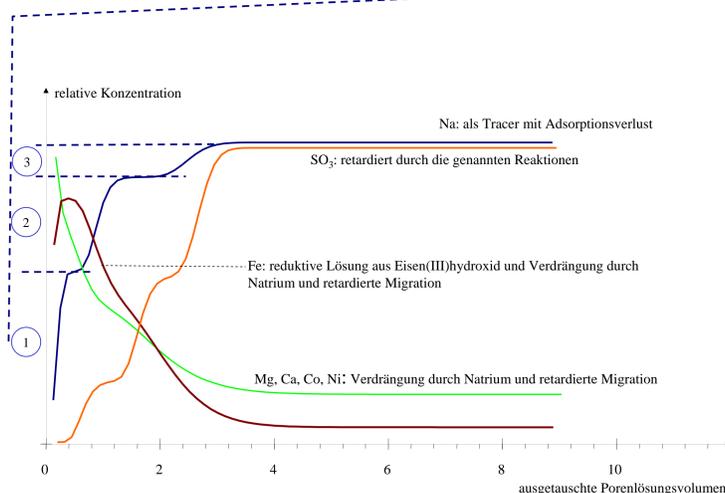
$$\text{NP} = c_{\text{HCO}_3^-} - 2 \cdot c_{\text{Fe}^{2+}} - 3c_{\text{Al}} - 2c_{\text{Mn}} - 2c_{\text{Zn}} + (z_{\text{SO}_3} - 1)c_{\text{SO}_3\text{T}}$$



Veranschaulichung der Sanierungsreaktionen im -NP-SO₄ -Diagramm. Die drei Hauptreaktionen des zudosierten Natriumsulfits werden durch von Natrium mobilisiertem Eisen überlagert. Die Neutralisationswirkung ist pH-abhängig.

Die Beschaffenheitsveränderungen ab einer Fließstrecke von 5m lassen sich durch eine Funktion der ausgetauschten Porenvolumens annähern (Beschaffenheitsmuster).

Der dreistufige Natriumdurchbruch weist auf drei unterschiedliche Stromröhren (idealisiert) im Reaktor hin.



## Literatur

Schöpke, R.; Koch, R. (2008): Auswertung Pilotversuch Sulfiteinsatz für die Grube Königstein (Laufzeit März 2007 bis Februar 2008) -Abschlussbericht-; Dokumentation für die Wismut GmbH, Chemnitz; unveröffentlicht -  
 WISUTEC GmbH (2006): Laborversuche und Konzeption Aufbau einer großtechnischen Versuchsanlage (Pilotanlage) zur Infiltration von Natriumsulfit in Flutungswasser der Grube Königstein - Ergebnisbericht-; im Auftrag der Wismut GmbH; Chemnitz -unveröffentlicht-  
 Schöpke, R.; Koch, R.; Ouerfelli, I.; Strieman, A.; Preuß, V.; Regel, R. (2001): Anwendung des Neutralisationspotenzials bei der Bilanzierung von Säure- Base-Reaktionen im Umfeld des Braunkohlebergbaues; Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 1/2001

## Fazit

Der Einsatz von Natriumsulfit bewirkt:

- Senkung des Redoxpotenzials und reduktive Eisenmobilisierung
- pH-Erhöhung (pH > 5) bei hoher Dosierung, durch Sulfitoxidation kompensiert
- Konzentrationsprung des Natriums (Hochdosierung) verdrängt adsorbierte Kationen, darunter auch Schwermetalle und Radionuklide
- Mobilitätssteigerung von Schwermetallen und möglicherweise Radium durch Komplexbildung mit dem Sulfit

Die Sulfitfront migriert stark verzögert (hohe Retardation) und hat damit nur einen begrenzten Wirkungsbereich. Der alleinige Einsatz von Natriumsulfit zur pH-Erhöhung und Redoxpotenzialsenkung wird nicht empfohlen.

In Kombination mit Alkalien zur pH-Erhöhung lässt sich Natriumsulfit aber in entsprechend niedrigerer Dosis zur Sauerstoffbindung einsetzen. Diese Konditionierungsform wird deshalb seit April 2008 in einem zweiten Versuchsabschnitt erprobt.