

Benzenabbau durch Sulfatreduktion im Grundwasser

Stefan Gödeke, Mario Schirmer, Holger Weiß

Projektbereich Industrie- und Bergbaufolgelandschaften, UFZ Leipzig-Halle,
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig



Das Testfeld des RETZINA-Projektes zur Quantifizierung des natürlichen Schadstoff - Abbaupotentials im Grundwasser befindet sich auf dem NE-Teilgelände des ehemaligen Kohle-Hydrierwerkes Zeitz ca. 40 km südwestlich von Leipzig. Benzen macht mit bis zu 99 Ma. % den Hauptschadstoff am Standort aus. Die Benzenkonzentrationen sind signifikant mit niedrigen Sulfatkonzentrationen korreliert.

Historische Entwicklung

- ⚡ Produktionsaufnahme 1939
- ⚡ Zerstörung des Werkes durch Luftangriffe 1944/45
- ⚡ Bau der Benzenanlage 1963
- ⚡ Einsatz von Dimethylformamid als Lösungsmittel ab 1974
- ⚡ Stilllegung und Rückbau sämtlicher Anlagen in den Jahren 1990-91



Abb. 1: Luftbild (1990) mit Benzolkonzentrationen (Nov. 2000)

Kontaminationsursachen und -geschichte

- ⚡ Hauptursachen sind neben den Luftangriffen vermutlich korrodierte Leitungen, undichte Entwässerungsleitungen und Auffangtassen.
- ⚡ Nachweis von Dimethylformamid im Grundwasser beweist Schadstoffeinträge auch nach 1974.

Benzenabbau unter anaeroben Verhältnissen

- ⚡ Nitrat wurde bisher nur in zwei Laborstudien als Elektronenakzeptor für Benzen nachgewiesen (Burland & Edwards 1999, Coates 2001).
- ⚡ Unter eisenreduzierenden Bedingungen ist ein direkter Kontakt zwischen Fe-Oxiden und Mikroorganismen nötig (Lovley et al. 1991). *In-situ* Abbau in Zonen eines Aquifers wurde durch Bakterien der Gattung *Geobacteracea* bestimmt (Anderson et al. 1998).

- ⚡ Die größten Umsätze konnten bisher beim Benzenabbau unter **sulfatreduzierenden** Bedingungen festgestellt werden (z.B. Caldwell & Sulflita 2000, Wisotzky & Eckert 1997).
- ⚡ Eine erfolgreiche Stimulation des Benzenabbaus durch Sulfatinjektion wurde bereits in einem Sanierungsexperiment bewiesen (Anderson & Lovley 2000).
- ⚡ Benzenabbau unter **methanogenen** Bedingungen wurde vergleichsweise früh in Laborstudien nachgewiesen (Grbic-Galic & Vogel 1987).

Situation am Standort

- ⚡ Sulfat ist der Hauptelektronenakzeptor. (siehe Abb. 2 und Abb. 3)
- ⚡ Der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient zwischen Benzen und Sulfat bei der tiefenorientierten Probenahme (August 2001) ergab eine signifikante Korrelation von $r = 0,87$ (siehe Abb. 2 und Abb. 3).
- ⚡ Ein Massenbilanzvergleich zwischen Hydrogenkarbonat und Sulfat ergab, daß der Anstieg des Hydrogenkarbonats zu 86 % aus der Sulfatreduktion erklärt werden kann (normiert auf Benzen als Substrat).
- ⚡ In Laborstudien konnte der Benzenabbau unter sulfatreduzierenden Bedingungen bisher nicht nachgewiesen werden, neue Versuche mit Aquifermaterial aus unmittelbaren Bereich der Hydrogenkarbonat-fahne werden derzeit durchgeführt.
- ⚡ Im Zentrum des Schadensherdes liegen methanogene Bedingungen vor, geringe Sulfatkonzentrationen korrelieren hier mit hohen Methanwerten (siehe Abb. 2 + 5).

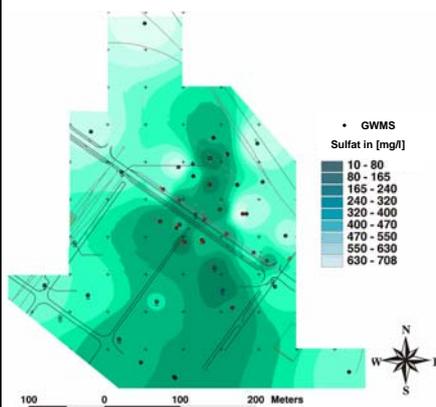


Abb. 2: Sulfatkonzentration im Grundwasser (Mai 2001, Fließrichtung (S-N))

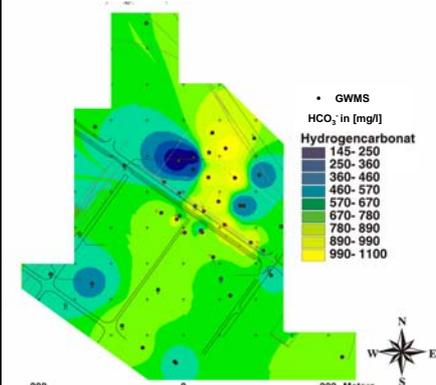


Abb. 4: Hydrogenkarbonatkonzentration (Mai 2001)

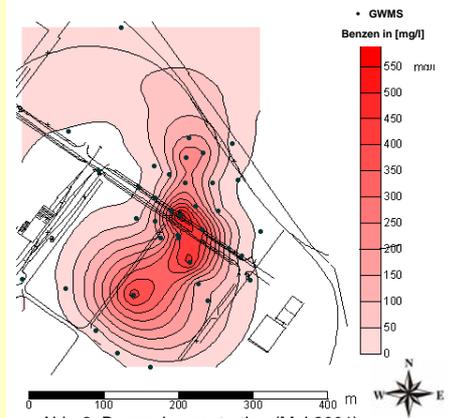


Abb. 3: Benzenkonzentration (Mai 2001)

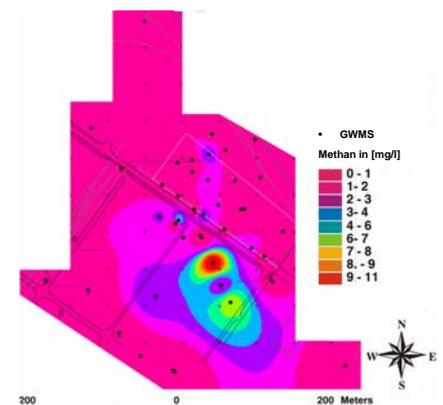


Abb. 5: Methankonzentration (Mai 2001)

Literatur
Anderson, R.T., Rooney-Varga, J.N., Gaw, C.V. & Lovley, D.R. *Environ. Sci. Technol.* 32, 1222-1229 (1998).
Anderson, R.T. & Lovley, D.R. *Environ. Sci. Technol.* 34, 2261-2266 (2000).
Burland, S.M. & Edwards, E.A. *Applied and Environmental Microbiology* 65, 529-533 (1999).
Coates, J.D. et al. *Nature* 411, 1039-1043 (2001).
Caldwell, M.E. & Sulflita, J.M. *Environ. Sci. Technol.* 34, 1216-1220 (2000).
Grbic-Galic, D. & Vogel, T. *Applied and Environmental Microbiology* 53, 254-256 (1987).
Lovley, D.R., Phillips, E.J.P. & Lonergan, D.J. *Environ. Sci. Technol.* 25, 1062-1067 (1991).
Wisotzky, F., Eckert, P. *Grundwasser* 1, 11-20 (1997).