

5 ÖKOTOXIKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN GRUNDWASSERPROBEN

R. ALTENBURGER, U. ENSENBACH, K. JUNG, M. KNOPS, H. SEGNER

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Chemische Ökotoxikologie,
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

Im Rahmen der Projektvorstudie „Standortspezifische Machbarkeitsstudie“ für ein UFZ-Verbundvorhaben zur Sanierungsforschung in regional kontaminierten Aquiferen (SAFIRA) wurden Grundwasserproben aus vier Grundwassermeßkampagnen (SafBit 1/96, 2/96, 3/97 und 14/97) mit verschiedenen ökotoxikologischen Biotesten untersucht. Die Probe SafBit 2/96 umfaßte eine täufenabhängige Beprobung bei 28, 38 und 51 m, die anderen Proben wurden nach der Bohrung als Mischwasserprobe bei rund 20 m direkt oberhalb der Braunkohle gewonnen. Die eingesetzten Bioteste umfaßten folgende Organismen und Effektparameter:

<i>Vibrio fischeri</i>	30 min Leuchtintensitätsabnahme, ISO 11348/DIN 38412 T34;
<i>Nicotiana sylvestris</i>	Pollenschlauchwachstumshemmtest (KRISTEN & JUNG);
<i>Scenedesmus vacuolatus</i>	24 h Reproduktionshemmung (ALTENBURGER & FAUST), modifiziert; 72 h Populationswachstumshemmung, ISO 8692, modifiziert;
<i>Daphnia magna</i>	24/48 h Immobilisierungstest; DIN 38412 T11, modifiziert
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	RTG2-Fischzellen - 24 h NR-Vitalitätsfärbung; EROD-Induktion in Fischzellen (RTL);
<i>Brachydanio rerio</i>	48 h Embryonentwicklungstest (nach ENSENBACH & NAGEL).

Die eingesetzten Bioteste repräsentieren verschiedene Trophiestufen, Milieubedingungen und Expositionszeiten.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die beobachteten Maximaleffekte für die organismischen Bioteste sowie die durch die Sektion Analytik quantifizierten leichtflüchtigen Verbindungen zusammenfassend dargestellt. Für alle untersuchten Proben konnte eine signifikante konzentrationsabhängige Hemmung der energieabhängigen Leuchtbakterienaktivität gemessen werden. Der akute Fischeientwicklungstest zeigte hingegen bei keiner der untersuchten Proben biologische Effekte auf die Embryonalentwicklung an. Alle anderen Bioteste reagierten bei den untersuchten Proben unterschiedlich und ergaben ein jeweils spezifisches Toxizitätsmuster. So zeigte der akute Fischzelltest Effekte bei der SafBit 14/97-Probe, wohingegen der

akute Daphnientest darüberhinaus auch für die höchste Konzentration der SafBit 2/96-Probe Wirkung indizierte. Phytotoxizität und Induktion fremdstoffmetabolisierender Enzymsysteme wurden demgegenüber vor allem in den Proben 1/96 und 2/96 festgestellt. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der organischen Analytik kann für die Probe 2/96 keine auffällige Toxizitätsveränderung mit der Probenahmetiefe befundet werden.

Nachdem sich nach den ersten Probennahmen leichtflüchtige organische Verbindungen in hohen Konzentrationen nachweisen ließen, wurden die Probenbehandlungsstrategie und die Biotestung bei Daphnien, Fischembryonen und Algen speziell an die Anforderungen einer Testung leichtflüchtiger Verbindungen adaptiert. Mit Hilfe begleitender Nominalkonzentrationsanalytik konnte für eine Reihe leichtflüchtiger Verbindungen ein hinreichender Verbleib dieser Substanzen in den Testsystemen gezeigt werden, so daß nunmehr eine Biotestbatterie zur Verfügung steht, die sich mit Ausnahme des Pollenschlauchbiotestes und der Fischzellteste (Vitalitätsfärbung und EROD-Induktion) auch für die Testung leichtflüchtiger organischer Verbindungen eignet.

Für einen Beitrag leichtflüchtiger Verbindungen, insbesondere Chlorbenzen, zur ökotoxikologischen Gesamtbelastung der in der SAFIRA-Vorstudie untersuchten Grundwässer sprechen folgende Befunde aus den Effektuntersuchungen:

- Der Leuchtbakterientest zeigte in den Proben 3/97 und 14/97 eine über die Expositionszeit (5 bis 30 min) abnehmende Toxizität, was bei diesem System für die Verflüchtigung von Komponenten spricht;
- Nach Adaptation des Daphnientestes für die Analyse leichtflüchtiger Komponenten konnte in der Probe 14/97 eine konzentrationsabhängige Toxizität ermittelt werden, die sich nach paralleler Belüftung der Probe nicht mehr detektieren ließ.

Gegen einen ausschließlichen Anteil der leichtflüchtigen Verbindungen an der Gesamtoxizität der Grundwasserproben sprechen folgende Befunde:

- In den Proben 1 & 2/96, die aufgrund der Probenvorbehandlung keine nennenswerten Mengen an leichtflüchtigen Verbindungen in der Testung erwarten ließen, zeigten der Leuchtbakterientest eine mit zunehmender Expositionsdauer zunehmende Wirkung.
- Für die deutlich am stärksten mit Chlorbenzen belastete Probe SafBit 14/97 (rund 50 mg/L) weisen nur die heterotrophen Bioteste (Fischzellen, Daphnien) Wirkungen nach. (Die Adaptation des Fischembryonentestes erfolgte erst später, würde allerdings nach der Einzelstofftestung mit Chlorbenzen ebenfalls Effekte erwarten lassen.) Phytotoxizitäten (Pollenschlauch- und Algentest) wurden jedoch nur für die Proben 1/96 und 2/96 in stärkerem Ausmaße nachgewiesen. Diese Proben wiederum waren deutlich geringer mit Chlorbenzen belastet.

- Ein für alle eingesetzten Testverfahren mit Chlorbenzen durchgeführter Konzentrations-Wirkungs-Versuch bestätigt Literaturangaben, wonach Chlorbenzen lediglich eine unspezifische Basistoxizität aufweist, die für Akuttoste in hohen mg/L-Konzentrationen liegen.

Es kann angenommen werden, daß die getesteten Grundwasserproben weitere Stoffe enthielten, die ein höheres Wirkungspotential besitzen. Hierbei kann gedacht werden an polare, reaktive Substanzen sowie an Stoffe, die nach Metabolisierung - wie beispielsweise Brombenzene - toxisch wirken oder auch an Chemikalien, die Wirkstoffcharakter haben wie Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Weitergehende Analysen zur Identifizierung der in den Grundwasserproben toxikologisch vorrangigen Stoffe bedürfen einer engen Kooperation von probenbegleitendem, chemischen Stoffscreening und biotestbegleitender Nominalkonzentrationsanalytik.

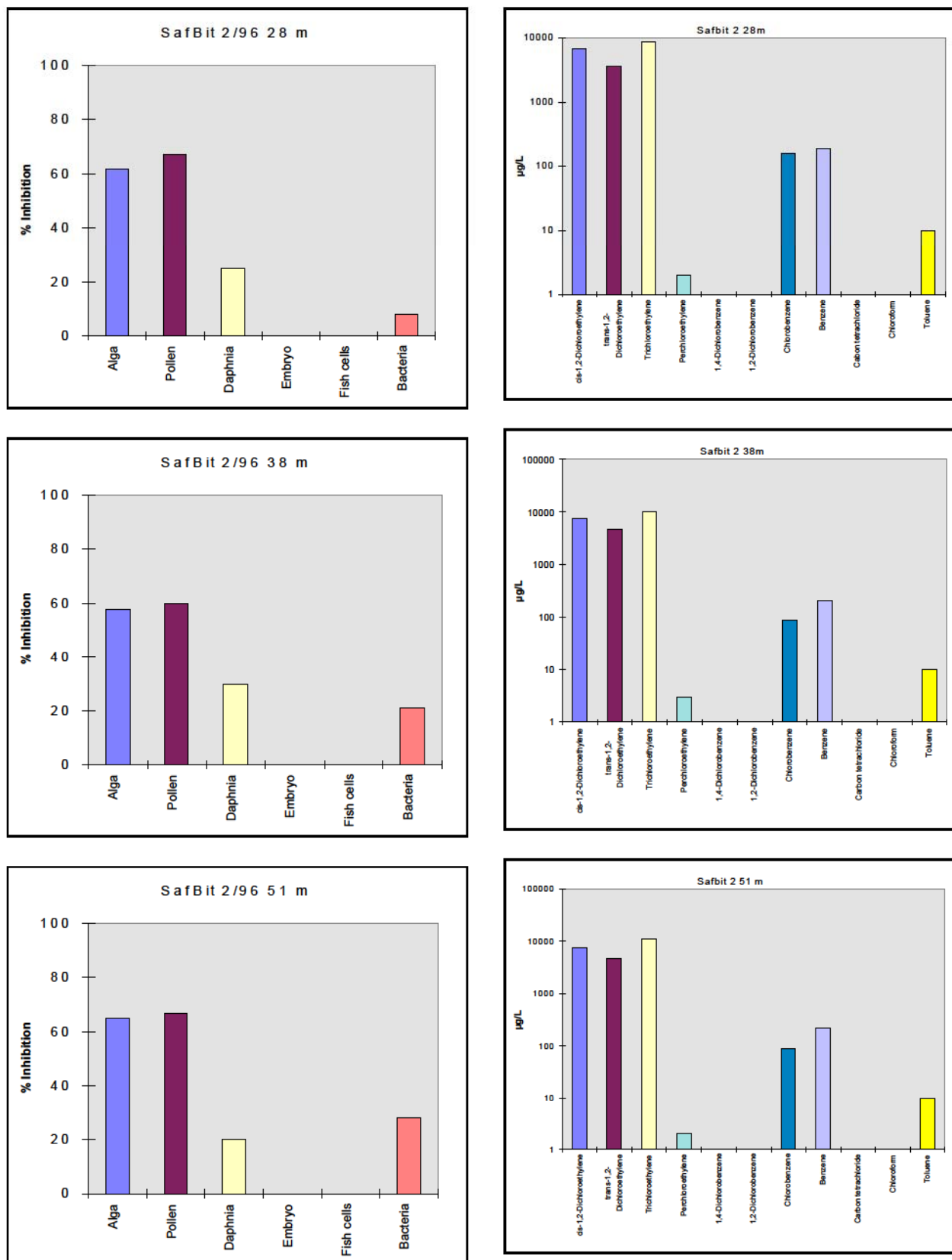


Abb. 1: Ökotoxizitätsmuster Bitterfelder Grundwasserproben aus drei Tiefen (28, 38 und 51 m) im Vergleich zum Auftreten von VOCs

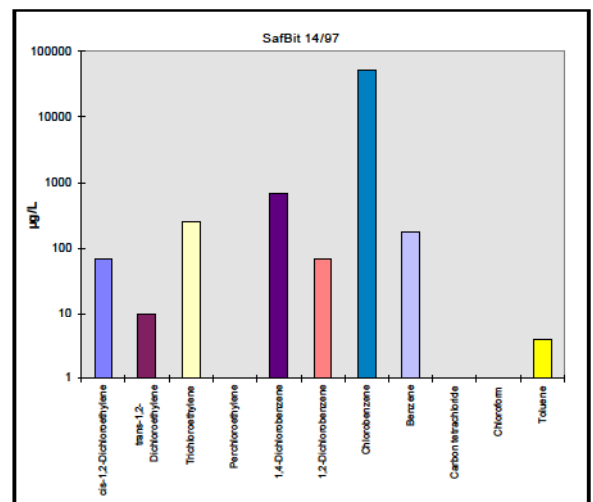
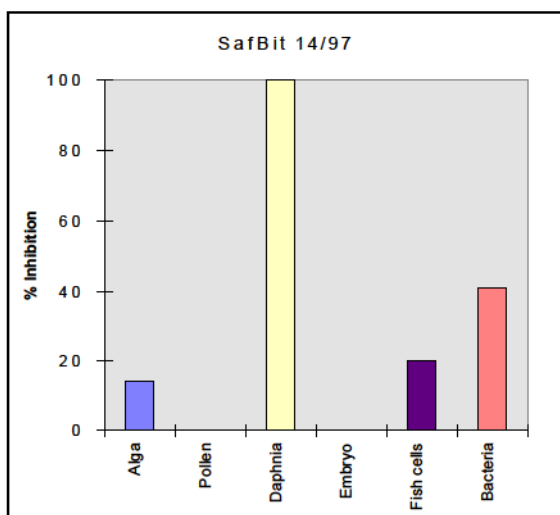
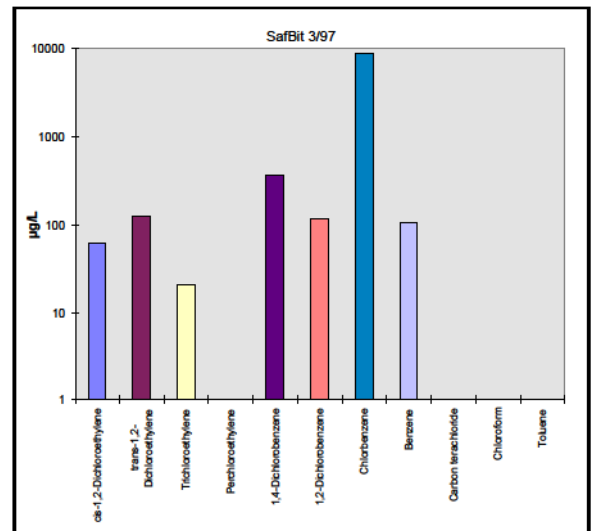
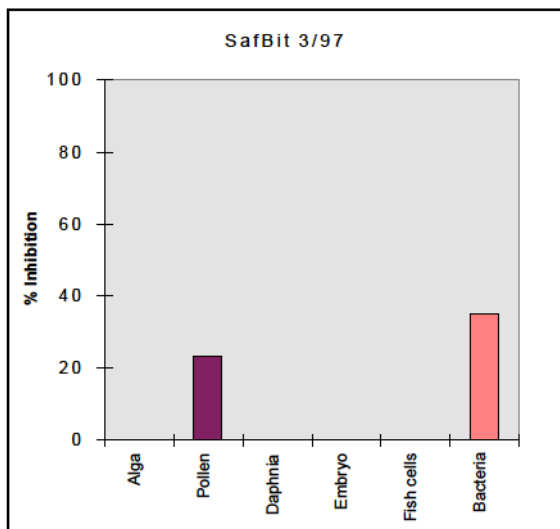
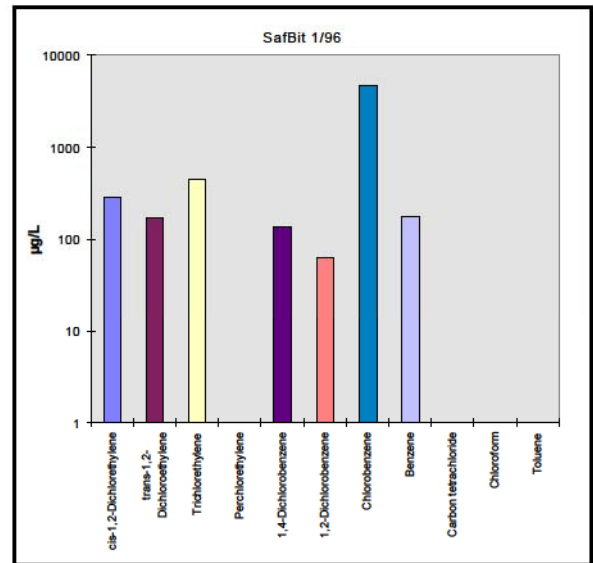
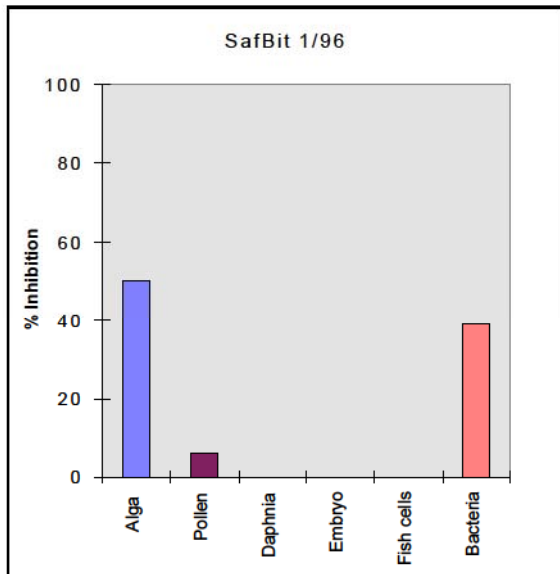


Abb. 2: Ökotoxizitätsmuster Bitterfelder Grundwasserproben aus 20 m Tiefe im Vergleich zum Auftreten von VOCs

Sanierungsforschung in regional kontaminierten Aquiferen (SAFIRA)

Bericht zur Machbarkeitsstudie für den Modellstandort Bitterfeld

Holger Weiß¹⁾, Georg Teutsch²⁾, Birgit Daus¹⁾ (Hrsg.)

1) UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
PB Industrie- und Bergbaufolgelandschaften
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

2) Eberhard-Karls-Universität
Geologisches Institut
Sigwartstraße 10, 72076 Tübingen