

Standortübergreifende Quantifizierung von Natural Attenuation-Prozessen unter Nutzung von Freilandlysometern

J. HOERNER und W. KOERDEL

Zusammenfassung

Anhand von Freilandlysimeterversuchen mit ^{14}C -markierten Einzelstoffen sollen standortübergreifende Aussagen zu Natural Attenuation-Prozessen geleistet werden. Hierbei werden Sorptions- und Reaktionsmechanismen von sprengstofftypischen Verbindungen (STV) und Metaboliten unter besonderer Berücksichtigung oxidierter Nitroaromaten untersucht. Die Quellstärke der Kontaminanten soll unter natürlichen Bedingungen untersucht werden. Es soll eine Abschätzung des Metabolismus und der Schadstoffverlagerung im Boden geleistet und die Effizienz von Natural Attenuation (NA) bei Rüstungsaltslasten beurteilt werden. Da sich das Projekt noch in der Anfangsphase befindet, werden an dieser Stelle zunächst Methoden und auf dem Tagungsposter erste Ergebnisse vorgestellt.

Abstract

Lysimeter studies using ^{14}C labeled chemicals are carried out to obtain reliable information on natural attenuation processes. Sorption and reaction mechanisms of explosives and their metabolites are investigated under special consideration of oxidized nitroaromatics. The metabolism and the leaching of the contaminants in soil will be assessed under specific site conditions; moreover, the efficiency of natural attenuation on military sites will be evaluated.

Since the project is still in its initial phase, this summary concentrates on the description of the applied methods. The conference poster will also present first results.

Einleitung

In vorangegangenen Sanierungsvorhaben von ehemaligen Sprengstoffproduk-

tionsstätten wurde unter Einbeziehung unterschiedlicher biologischer Sanierungsverfahren (Mieten, Dynamisches Beet, Weißfäulepilze) festgestellt, dass der Abbau von TNT und dessen Metaboliten nach zunächst deutlichem Konzentrationsrückgang auf einem Endlevel stagniert, wobei der Restgehalt trotz gleicher Ausgangsbedingungen in Abhängigkeit der Sanierungsverfahren variiert (HUND-RINKE und KÖRDEL, 2003). Zudem wurde ein langandauerndes Ausbluten der Restkonzentration beobachtet. Folglich besitzen Rüstungsaltslasten auch nach erfolgreicher Sanierung ein beträchtliches Gefahrenpotenzial, dass eine Nutzung dieser Standorte im Sinne nach § 2 (2) BBodSchG (1998) eingeschränkt.

Infolge verbesserter Analysenmethoden wurden im letzten Jahrzehnt zunehmend oxidierte Metaboliten von STV nachgewiesen. Aufgrund ihrer hohen Polarität stellen sie eine besondere Gefährdung für das Grundwasser dar. Die Bildungsmechanismen dieser Kontaminanten ist noch weitgehend unbekannt, doch spielen sicherlich gewisse Bodenmilieubedingungen wie der pH-Wert, die Sauerstoffkonzentration, die Leitfähigkeit, Redoxbedingungen und das Vorhandensein von Katalysatoren eine entscheidende Rolle. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundvorhabens "Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden" (KORA) sollen anhand von Freilandlysimeterversuchen mit ^{14}C -markierten Einzelstoffen standortübergreifende Aussagen zu NA-Prozessen geleistet werden:

❶ Sorptions- und Reaktionsmechanismen von STV und Metaboliten unter besonderer Berücksichtigung oxidierter Nitroaromaten

❷ Quellstärke der Kontaminanten unter natürlichen Bedingungen

❸ Sickerwasserprognose unter standortspezifischen Gegebenheiten

❹ Effizienz von NA bei Rüstungsaltslasten und Berücksichtigbarkeit von NA-Prozessen für die Bewertung der Standortsituation.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen werden ungestörte und gestörte Bodenmonolithen aus zwei Rüstungsaltslasten verwendet:

❶ Das ehemalige Sprengstoffwerk "Tanne" in Clausthal-Zellerfeld (Harz) weist einen geringmächtigen Humushorizont auf, dem ein 0,5 - 1,0 m mächtiger, schluffiger Horizont sowie der stark steinige Verwitterungshorizont des Ton-schiefers folgt. Die Hauptkontaminanten dieser Rüstungsaltslast sind Nitroaromaten und Aminonitrotoluole.

❷ Das ehemalige Sprengstoffwerk der Westfälisch-Anhaltinischen Sprengstoff AG (WASAG) befindet sich in der Elbaue bei Elsnig/Torgau (Sachsen). Aufgrund der Elbsande liegt für diese Rüstungsaltslast eine besondere Grundwassergefährdung durch STV vor. Zudem zeichnet sich dieser Standort durch ein breites Schadstoffspektrum aus: TNT, DNTs, ADNTs, Hexyl, Hexogen, 1,3,5-TNB.

Die Lysimeter wurden als monolithische Bodenkörper aus den Standorten gestochen. Je ein Lysimeter je Standort wurde mit ^{14}C -2,4-DNT oder ^{14}C -2,4-DNBS in eine Bodentiefe von 10 - 30 cm appliziert. Des Weiteren wurde, um Mobilisierung sowie Metabolisierung von STVs nach Störung des Bodengefüges erfassen zu können, vom Standort Clausthal-Zellerfeld Bodenmaterial in gestörter, aber dennoch in horizontier-

Autoren: Jennifer HOERNER und W. KOERDEL, Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie, Abteilung Bodenbiologie, Abteilung Ökologische Chemie, Auf dem Aberg 1, D-57392 SCHMALLEMBERG

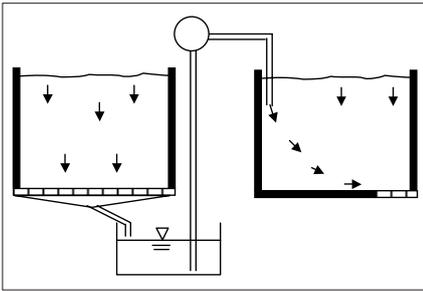


Abbildung 1: Schematische Darstellung der nacheinander geschalteten Lysimeter. Im ersten Lysimeter ist ein vertikaler Fluss aufgrund der durchgängig perforierten Siebplatte gewährleistet. Im zweiten Lysimeter wird neben der vertikalen Fließrichtung ein horizontaler Fluss durch die bis auf einen Schlitz verschlossene Bodenplatte verursacht.

ter Lagerung in ein Lysimeter gefüllt. Zusätzlich wurden zur Erfassung des Interflow, der an diesem Standort auf dem Verwitterungshorizont der quer liegenden Tonschieferschichten, einen ent-

scheidenden Wasserfluss darstellt, zwei Lysimeter gestochen und in Reihe geschaltet. Hierfür wird das Sickerwasser aus dem ersten Lysimeter abgepumpt und durch eine Querverbindung in den zweiten Lysimeter eingeleitet. Die vertikale Fließrichtung im zweiten Lysimeter wird dadurch erreicht, dass der Lysimeterboden bis auf einen Schlitz undurchlässig ist und die Einleitung des Sickerwassers auf der gegenüberliegenden Seite in 20 - 30 cm Tiefe erfolgt (Abbildung 1). Da beim Standort Elsnig/Torgau der hochkontaminierte Brandplatz, an dem zwei ungestörte Bodenlysimeter gestochen wurden, nicht der typische Standortboden darstellt, wurde ein weiterer Lysimeter mit unbelastetem Bodenmaterial gestochen, dessen Humushorizont abgetragen und durch gestörtes, hochkontaminiertes Material des Brandplatzes ersetzt wurde.

In Abhängigkeit der Niederschlagsmenge und der Häufigkeit von Nieder-

schlagsereignissen werden die Sickerwasser-Auffangbehälter der Lysimeter abgepumpt. Die Kontaminanten der Sickerwässer werden mit Hilfe von Festphasenextraktion angereichert und anschließend an der HPLC sowie am MS quantifiziert. Zusätzlich werden jedes Quartal Bodenproben aus dem Humushorizont entnommen und auf ihre Gesamtgehalte an STVs und Metaboliten, sowie auf ihre Aktivität an ^{14}C untersucht.

Literatur

HUND-RINKE, K. und W. KÖRDEL, 2003: Verbundprojekt: Biologische Verfahren zur Bodensanierung - Teilverbund 5: Langzeit- und Remobilisierungsverhalten von Schadstoffen - TV 2: Biologische Bodensanierung - Beurteilung des Langzeitverhaltens / der Remobilisierung festgelegter Schadstoffe (PAK sowie TNT und Metabolite).

BBodSchG, 1998: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten.