

Bioverfügbarkeit von Schadstoffen – nachhaltiges Flächenmanagement



Figure 1:
Bioincubator for degradation experiments

Hintergrund

Mit Verabschiedung der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) wurden erstmals bundeseinheitlich Untersuchungsmethoden und Prüfwerte festgelegt, die bei der Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen anzuwenden sind. Dabei sollen schwerpunktmäßig Gesamtschadstoffgehalte erfasst werden. Weil Schadstoffe in Abhängigkeit von chemisch-physikalischen Bodeneigenschaften mehr oder weniger fest an Bodenbestandteile gebunden sein können, spiegeln Gesamtgehalte nicht das wirkliche Risiko wider und können zu einer Risikoüberbewertung führen.

Ziele

Im Verbundverhaben „BioRefine“ des BMBF-Förderschwerpunkts „REFINA“ wird eine verbesserte Expositionsabschätzung für die Schutzgüter durch Erfassung (bio-)verfügbarer Schadstoffanteile entwickelt. In DIN ISO 17402 „Anleitung zur Auswahl und Anwendung von Verfahren für die Bewertung der Bioverfügbarkeit von Kontaminanten im Boden und in Bodenmaterialien“ wird von chemischen Extraktionsmethoden zur Erfassung (bio-) verfügbarer Schadstoffanteile verlangt, dass die angewandten Verfahren auf Prozesse zurückzuführen

sind, die in Böden oder Organismen bzw. an der Grenzfläche Boden/Bodenorganismus ablaufen. Empirische Ansätze wie z. B. Wasser/Methanol-Gemische oder Detergentienzusätze sind danach nicht geeignet. Im Rahmen des Projektes wird u. a. die Eignung der 3-Phasen-Extraktion geprüft.

Projektbeschreibung

Von der Hypothese „Substanzen, die gelöst im Boden vorliegen, sind für Mikroorganismen potenziell angreifbar/verfügbar“ ausgehend, soll die 3-Phasen-Extraktion den verfügbaren Schadstoffanteil widerspiegeln. Der Boden (1. Phase) wird zunächst mit Wasser (2. Phase) und einem Feststoff (3. Phase) extrahiert. Der sich nachlösende Schadstoff wird vom Feststoff aus der Lösung adsorbiert und quantifiziert. Als dritte Phase dienen Adsorberharze, wie XAD und Tenax, bzw. Cyclodextrinderivate. Ferner wird die Oxidation mit Kaliumperoxodisulfat als Methode zur Bestimmung des verfügbaren Schadstoffanteils getestet. Sie basiert auf dem Ansatz, dass nur Schadstoffe oxidiert werden, die sich in der „aufgeweiteten“ organischen Bodensubstanz (expanded soil organic matter) befinden und somit für Mikroorganismen verfügbar sind. Die extrahierbaren Schadstoffanteile werden mit den Schadstoffen verglichen, die unter aeroben Bedingungen im Boden abbaubar sind. Der aerobe Abbau im Boden wird nach OECD-Richtlinie 307 bestimmt. Das Augenmerk dieser Versuchsreihen liegt auf den Schadstoffklassen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und der Mineralölkohlenwasserstoffe. Die verschiedenen Adsorptionsmittel werden an im Labor kontaminierten Böden mit unterschiedlichen Eigenschaften getestet. Die Sorption der Schadstoffe im Rahmen von Alterungsprozessen wird berücksichtigt.

Ergebnisse

Als weniger geeignet haben sich die Extraktion mit XAD und die Oxidation mit Kaliumperoxodisulfat erwiesen. Die Extraktion mit XAD als Adsorberharz ist aufgrund der langen Gleichgewichtseinstellung, Problemen bei der Quantifizierung und im Vergleich mit einem Bodenabbau nicht attraktiv. Die Oxidation mit Kaliumperoxodisulfat wirkt zu unspezifisch. Alle untersuchten Schadstoffe wurden zu jedem Alterungszeitpunkt zu nahezu 100 % oxidiert, was mit dem Ergebnis des aeroben Abbaus nicht in Einklang zu bringen war.

Die Extraktionen mit Tenax und mit β -Hydroxy-Cyclodextrin sind einfach durchzuführen und für die Routineanalytik geeignet. Erwartungsgemäß zeigen sich Unterschiede im Extraktionsverhalten der unterschiedlichen Böden. Auch die Alterung der Böden bewirkt eine Abnahme des extrahierbaren Schadstoffanteils. Jedoch unterscheiden sich die Ergebnisse dieser beiden Methoden bei einigen Schadstoffen deutlich. Ein Vergleich mit dem aeroben Bodenabbau unter Einbeziehung weiterer Versuchsreihen muss eine Entscheidung für oder gegen eine Methode liefern.

Fazit

Die 3-Phasen-Extraktion erscheint bisher für eine Expositionsabschätzung von Altlasten im Hinblick auf den verfügbaren Schadstoffanteil vielversprechend. Weitere Versuchsreihen werden eine Entscheidung für eine Methode liefern.

Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, im Rahmen des Förderschwerpunkts REFINA finanziell unterstützt.

Bioavailability of Contaminants – Sustainable Management of Contaminated Sites

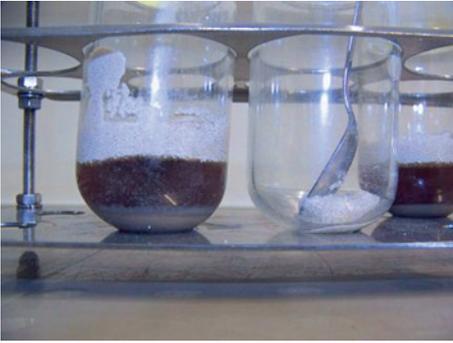


Figure 2:
Removal of XAD

Background

With the passing of the Federal Soil-Protection Ordinance (BBodSchV), experimental methods and test values were laid down for the risk assessment of endangered areas, and, for the first time, were applicable in all parts of Germany. Since contaminants may be more or less permanently sorbed to soil particles (depending on the soil's chemical and physical characteristics), the overall content of such substances does not reflect the true risk. This may result in overestimated risk levels.

Aims

In the joint project "BioRefine" (under the Federal Ministry for Education and Research (BMBF) "REFINA" promotion) we are developing an improved method for estimating the exposure of protected material, based on the measurement of bioavailable fractions of contaminants. In DIN ISO 17402 "Soil quality – Requirements and guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials", the chemical extraction methods used to determine the bioavailable amounts of contaminants have to simulate processes in soil, in

organisms, and/or in the transition zone between soil and organism. According to this document, empirical approaches such as water-methanol mixtures or the addition of detergent are unsuitable. The project therefore examines the suitability of three-phase extraction.

Project description

Taking the hypothesis that "dissolved substances present in the soil are potentially degradable or available for micro-organisms" as a starting point, three-phase extraction should reflect the available content of contaminants. The soil (1st phase) is extracted with water (2nd phase) and with a solid substance (3rd phase). The contaminant dissolved is adsorbed from the solution by the solid substance and then quantified. Adsorber resins such as XAD and Tenax or cyclodextrine derivatives serve as the third phase. In addition, oxidation is tested with potassium peroxodisulfate as a method to determine the available content of contaminant. This is based on the assumption that only those contaminants present in the expanded soil organic matter, and therefore available for micro-organisms, will be oxidized. The extractable fractions of the contaminant are then compared with contaminants that are degradable in the soil under aerobic conditions. The aerobic degradation in the soil is determined according to OECD Guideline 307. The main focus of these experiments lies on polycyclic aromatic hydrocarbons and mineral-oil hydrocarbons. The various adsorption agents are tested using spiked soils of varying physico-chemical properties. The sorption of the contaminants due to ageing processes is taken into account.

Results

Extraction with XAD and oxidation with potassium peroxodisulfate proved to be not very suitable. Extraction with XAD as an adsorber resin has little to recommend it because of the length of time required to reach equilibrium, quantification problems and in comparison to soil degradation. The effects of oxidation with potassium peroxide sulfate were too unspecific. All the contaminants examined were oxidized to almost 100 % at every point of ageing, which was impossible to bring into line with the result from aerobic degradation. Extraction with Tenax and β -hydroxycyclodextrine is simple and suitable for routine analysis. As expected, there were differences in the extraction behavior of different soils. The aging of the soil also reduced the amount of contaminant extractable. However, some substances showed considerable differences in the results obtained using these two methods. The decision for or against a particular method must be taken by comparing it with aerobic soil degradation.

Conclusion

To date, three-phase extraction appears to be promising for estimating the risk posed by pollution with respect to the amount of the bioavailable contamination. Further experiments are required to determine which method should be applied.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Kerstin Derz
Tel: +49 2972 302-201
kerstin.derz@ime.fraunhofer.de

Dr. Kerstin Hund-Rinke
Tel: +49 2972 302-266
kerstin.hund-rinke@ime.fraunhofer.de