

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der  
DBG - Kommission VI  
Tagung: Böden – Lebensgrundlage  
und Verantwortung  
Veranstalter: DBG, September 2013,  
Rostock  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Vergleichende Bewertung von Elutionsverfahren für die Beurteilung des Auslaugverhaltens organischer Stoffe aus Böden

Wolfgang Berger<sup>1</sup>, Ute Kalbe<sup>1</sup>, Oliver  
Krüger<sup>1</sup>, Dieter Hennecke<sup>2</sup>

### Einleitung

Mit dem 2. Arbeitsentwurf der im Oktober 2012 vom Bundesumweltministerium vorgelegten Mantelverordnung [1], welche u.a. eine Novelle der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und eine Ersatzbaustoffverordnung umfasst, sollen neue Methoden zur Herstellung von wässrigen Eluaten im Gesetzestext festgeschrieben werden.

In der Novelle der BBodSchV werden in diesem Zusammenhang für organische Schadstoffe u.a. Säulen- oder Schüttelverfahren genannt. Bei den Säulenversuchen sollen Perkolate bis zu einem Flüssigkeits-Feststoffverhältnis von 2 l/kg entsprechend dem Übereinstimmungstest nach DIN 19528 [2] gesammelt werden. Das Schüttelverfahren soll nach DIN 19527 („Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis WF von 2 l/kg“) [3] durchgeführt werden. Auf dieser Grundlage soll eine Beurteilung des Gefährdungspotentials für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser vorgenommen werden.

<sup>1</sup> BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, FB 4.3 Schadstofftransfer und Umwelttechnologien, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie (IME), Auf dem Aberg 1, 57392 Schmallenberg

### Vorgehensweise

Im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens [4] zur Validierung der Normen DIN 19527 und DIN 19528 (Übereinstimmungstest) zur Herstellung von Eluaten/Perkolaten aus unterschiedlichen mit organischen Schadstoffen belasteten Böden wurde neben der Ermittlung der Verfahrenskenndaten auch eine vergleichende Bewertung der Ergebnisse beider Verfahren vorgenommen.

Im Rahmen der Durchführung der Validierungsringversuche wurden unbelastete Böden eingesetzt, welche mit kontaminierten Böden von Altlaststandorten verschnitten wurden. Ausgewählte Parameter zur Charakterisierung der zwei eingesetzten Böden (RVM Ringversuchsmaterial TL=Toniger Lehm und MS=Mittelsand) sind in Tabelle 1 dargestellt. Beim Material MS handelt es sich um einen Unterboden mit geringen Anteilen an Bauschutt. Die Schadstoffkombination polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Biphenyle (PCB) entstammt einem Boden von einem Altstandort eines Bahnschwellenimprägnierwerkes, der mit einem PCB-haltigen Boden von einem Sanierungsgebiet (Kleingartenanlage) vermischt wurde.

Tabelle 1: Charakterisierung der eingesetzten Böden

Parameter	Dimension	RVM TL	RVM MS
Korngröße [mm]			
10-2,0	Gew.-%	57,3	7,7
2,0-0,063			91,5
0,063-0,002			0,8
< 0,002			-
pH-Wert	[-]	4,97	8,5
C <sub>org</sub> -Gehalt	Gew.-%	3,52	0,64
PAK <sub>16</sub> -Gehalt	mg/kg	7,25	9,42
RVM PAK/PCB			
RVM PH/MKW/PAK		57,8	71,0
MKW-Gehalt	mg/kg	1999	1928
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>			
RVM PH/MKW/PAK			
PCB-Gehalt	mg/kg	3,32	3,09
Summe 6 PCB			
RVM PAK/PCB			
Phenol-Gehalt	mg/kg	5,46	14,7
Summe 6 Phenole			
RVM PH/MKW/PAK			

Die Schadstoffkombination Phenole, Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und PAK war in einem Boden von einem Altstandort

der braunkohlenteerverarbeitenden Industrie vorhanden.

Die Zielkonzentration für das Ringversuchsmaterial war hierbei auf Phenole berechnet. Damit ergaben sich für PAK und MKW vergleichsweise hohe Konzentrationen (Tab. 1).

Mit den RVM wurden von den insgesamt 18 Ringversuchsteilnehmern Schüttelversuche nach DIN 19527 sowie Säulenversuche nach DIN 19528 als Übereinstimmungstest bis zu einem W/F von 2 l/kg durchgeführt. Die Fest/Flüssigtrennung und die Analytik erfolgten entsprechend den Vorgaben der Normen. Darüber hinaus wurden die Parameter Trübung, elektrische Leitfähigkeit, DOC-Gehalt und pH-Wert gemessen. Aus den ermittelten Ergebnissen wurde für jeden Dreifachansatz das arithmetische Mittel gebildet.

## Ergebnisse

In Abbildung 1 bis 4 sind die Ergebnisse des Vergleichs der Übereinstimmungstests von Säulen- und Schüttelverfahren dargestellt.

Bei den Böden mit höheren PAK-Gehalten wurden höhere Konzentrationen in den Säuleneluat gemessen (Abb. 1).

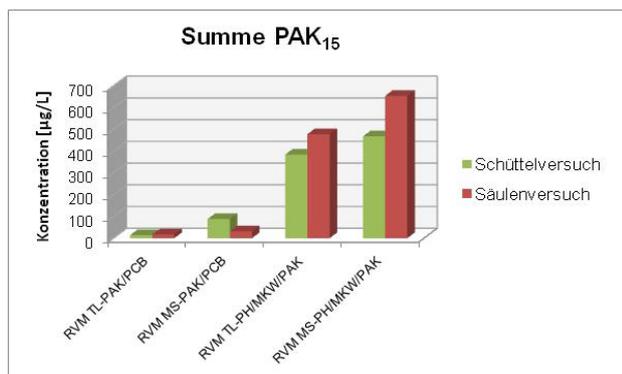


Abb. 1: Vergleich Säulen- und Schüttelverfahren PAK

Auch bei den MKW waren die Konzentrationen in den Eluat der Säulenversuche höher als in denen der Schüttelversuche (Abb. 2). Bei den Phenolen (Abb. 3) waren die Eluatkonzentrationen bei beiden Verfahren bodenabhängig wechselseitig höher, während bei den PCB-belasteten Böden die Konzentrationen in den Schüttel eluat

etwas höher als in den Eluat der Säulenversuche waren (Abb. 4).

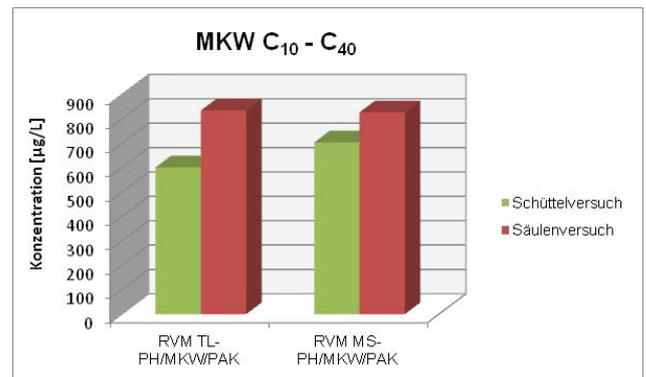


Abb. 2: Vergleich Säulen- und Schüttelverfahren MKW

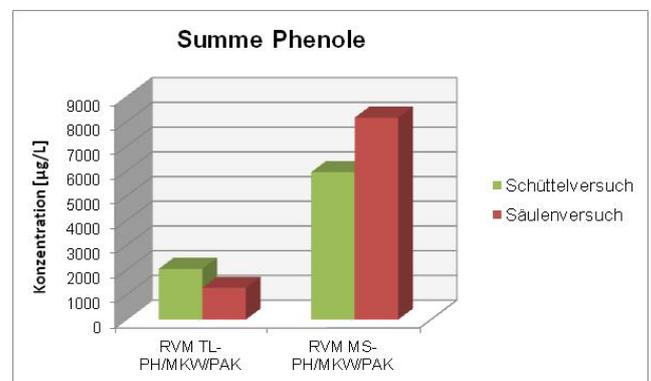


Abb.3: Vergleich Säulen- und Schüttelverfahren Phenole

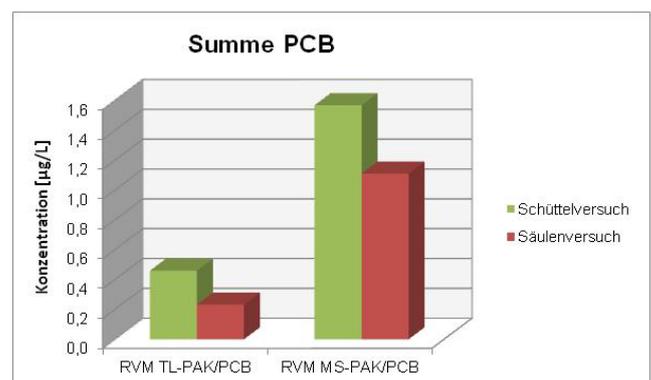


Abb. 4: Vergleich Säulen- und Schüttelverfahren PCB

## Schlussfolgerungen

Der Vergleich der Ergebnisse von Säulen- und Schüttelverfahren zeigte, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Elutionsverfahren beobachtet wurden. Es wurden beim Schüttelverfahren tendenziell etwas geringere Gesamtmittelwerte der Ringversuchsteilnehmer als beim Säulen-

verfahren Der Vergleich der Ergebnisse von Säulen- und Schüttelverfahren zeigte, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Elutionsverfahren beobachtet wurden. Es wurden beim Schüttelverfahren tendenziell etwas geringere Gesamtmittelwerte der Ringversuchsteilnehmer als beim Säulenverfahren Die berechneten Vergleichsvariationskoeffizienten waren für das Schüttelverfahren meist etwas niedriger. Dennoch erwiesen sich beide Elutionsverfahren bei den eingesetzten Ringversuchsmaterialien und untersuchten Substanzen als relativ gut vergleichbar. Die Ergebnisse des UFOPLAN-Vorhabens sind in einem Forschungsbericht dargelegt [5].

### Zusammenfassung

Es wurde eine vergleichende Bewertung der Ergebnisse von Schüttel- und Säulenverfahren als Übereinstimmungstest für die Untersuchung des Auslaugverhaltens von organischen Schadstoffen aus Böden vorgenommen. Dafür wurden die Ergebnisse von Ringversuchen zur Validierung der entsprechenden Elutionsverfahren genutzt.

Der Methodenvergleich zeigte, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Elutionsverfahren beobachtet wurden. Es wurden beim Schüttelverfahren tendenziell etwas geringere Gesamtmittelwerte der Ringversuchsteilnehmer als beim Säulenverfahren erzielt.

Stichwörter:

Elutionsverfahren, Methodenvergleich, Säulenverfahren, Schüttelverfahren, kontaminierte Böden, organische Schadstoffe

### Literaturverzeichnis

- [1] BMU (2012), Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material: 2. Arbeitsentwurf vom 31.10.2012.
- [2] DIN 19528 (2009), Elution von Feststoffen - Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von

organischen und anorganischen Stoffen für Materialien mit einer Korngröße bis 32 mm - Grundlegende Charakterisierung mit einem ausführlichen Säulenversuch und Übereinstimmungsuntersuchung mit einem Säulenschnelltest.

- [3] DIN 19527 (2012), Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg.
- [4] UFOPLAN (2010), Validierungsringversuche für E DIN 19527- Elution von Feststoffen-Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg für Boden- und andere geeignete Materialien, FKZ 3710 74 208.
- [5] Berger, W., Kalbe, U., Krüger, O., Hennecke, D., Hoffe, S. (2012), Validierungsringversuche für E DIN 19527 - Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg für Boden- und andere geeignete Materialien: FKZ (UFOPLAN) 3710 74 08, UBA-FB 001723, BAM Berlin.