

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der  
DBG Kommission VI  
Tagung: Böden verstehen - Böden  
nutzen - Böden fit machen  
Veranstalter: DBG, September 2011,  
Berlin und Potsdam  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Vergleich der Ergebnisse von Übereinstimmungstests bei Säulen- und Schüttelversuchen

Wolfgang Berger, Ute Kalbe, Oliver  
Krüger, Andreas Litzba

### Einleitung

In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und im Arbeitsentwurf der Novellierung [1] ist für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser eine Sickerwasserprognose vorgesehen, um die Gefahren, die von kontaminierten Standorten für das Schutzgut Grundwasser ausgehen, beurteilen zu können. Bei der Sickerwasserprognose kann u.a. auf der Grundlage von Materialuntersuchungen im Labor die Quellstärke kontaminierter Materialien ermittelt werden, welche dann bei Transportmodellierungen Berücksichtigung findet. Der Entwurf der Novellierung der BBodSchV sieht für die Ermittlung der Quellstärke den Übereinstimmungstest des Säulenversuchs nach DIN 19528 [2] bis zu einem Wasser/Feststoff - Verhältnis (W/F) von 2 l/kg für anorganische und organische Stoffe (PAK) oder den Schüttelversuch nach DIN 19529 für anorganische Stoffe und E DIN 19527 [3] für organische Stoffe auch jeweils mit einem W/F von 2 l/kg vor. Die Zulassung beider Elutionsverfahren setzt die Gleichwertigkeit der Ergebnisse beider Verfahren voraus. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Vergleichs der Auslaugung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) aus unterschiedlichen Böden mit Hilfe beider Elutionsverfahren vorgestellt.

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und  
-prüfung, FG 4.3 Abfallbehandlung und Altlasten-  
sanie rung,  
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

## Material und Methoden

Bei den Übereinstimmungstests von Säulen- und Schüttelversuchen wurden drei unbelastete Referenzböden aus dem RefeSol-Projekt des Fraunhofer IME Schmalleberg [4] und ein Unterboden eingesetzt, welche mit einem PAK-belasteten Boden eines ehemaligen Bahnschwellenimprägnierwerkes verschnitten wurden. Ausgewählte Parameter zur Charakterisierung der Böden sind in Tabelle 1 dargestellt. Mit den vier Böden wurden Säulenversuche nach DIN 19528 als Übereinstimmungstest bis zu einem W/F von 2 l/kg und Schüttelversuche nach E DIN 19527 durchgeführt. Die PAK-Analytik der Eluate erfolgte in Anlehnung an DIN EN ISO 17993. 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.

Tabelle 1: Charakterisierung der eingesetzten Böden

Parameter	Dimen- sion	Boden 1	Boden 2	Boden 3	Boden 4
KGV [mm] 10-2,0	Gew.- %	-	-	-	7,7
2,0-0,063		57,3	76,4	91,2	91,5
0,063-0,002		34,5	22,2	8,5	0,8
< 0,002		8,3	1,5	0,3	-
pH-Wert	[-]	5,4	5,3	5,3	8,5
C <sub>org</sub>	Gew.- %	3,52	0,99	2,94	0,64
PAK <sub>16</sub> - Gehalt	mg/kg	7,25	8,35	7,47	9,42

KGV = Korngrößenverteilung

## Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die in den Säulen- und Schüttelversuchen jeweils bei einem W/F von 2 l/kg ermittelten PAK-Konzentrationen sowie die Trübungswerte und die DOC-Gehalte dargestellt. Die Abweichungen der Ergebnisse zwischen den im Dreifachansatz getesteten Materialien waren sowohl bei den Säulen- als auch bei den Schüttelversuchen gering, was auf eine relativ gute Reproduzierbarkeit beider Verfahren schließen lässt.

Die Eluate aus dem Boden mit dem geringsten Feinkornanteil und der geringsten Sorptionskapazität (Boden 4) enthalten die höchsten PAK-Konzentrationen, wobei die Gehalte in den Schüttel-eluat en deutlich über denen in den

Tabelle 2: PAK-Konzentration, Trübung und DOC-Gehalt in den Eluaten der Säulen- und Schüttelversuche

Material	Trübung [FNU]		DOC [mg/l]		Summe PAK <sub>15</sub> [µg/l]	
	Säulenversuch	Schüttelversuch	Säulenversuch	Schüttelversuch	Säulenversuch	Schüttelversuch
Boden 1	33	8	68	88	14,92	20,17
Boden 2	19	8	30	42	27,15	15,10
Boden 3	12	13	56	85	8,98	10,53
Boden 4	5	1	12	13	85,34	147,80

Säuleneluaten liegen. Die höchsten Trübungswerte wurden in den Säuleneluaten des Bodens 1 gemessen. Die DOC-Gehalte waren in den Eluaten der Schüttelversuche höher als in denen der Säulenversuche.

### Schlussfolgerungen

In Abbildung 1 sind die PAK-Gehalte in den Eluaten der Säulen- und Schüttelversuche dargestellt. Bei ähnlichen Feststoffgehalten in den vier Böden sind die eluierten PAK-Konzentrationen stark von der Bodenmatrix abhängig. In den Eluaten des Bodens mit dem geringsten Anteil an Schluff- und Ton sowie organischem Kohlenstoff wurden die höchsten PAK-Gehalte gemessen. Darüber hinaus wurden bei diesem Boden deutlich mehr PAK bei den

Schüttelversuchen als bei den Säulenversuchen freigesetzt. Dies könnte auf den größeren Eintrag mechanischer Energie bei geringer Sorptionskapazität während der Schüttelversuche zurück zu führen sein. Des Weiteren können die beobachteten Unterschiede zwischen den Schüttel- und Säulenversuchen durch die unterschiedlichen Bodenmatrices verursacht werden. Außerdem können die verschiedenartigen Probenvorbereitungsschritte (Zentrifugation, Filtration mit Glasfaserfilter oder Filtersand) einen Einfluss auf das Analyseergebnis haben.

Weitere Untersuchungen werden im Rahmen von Validierungsringversuchen (UFO PLAN FKZ 3710 74 208) durchgeführt.

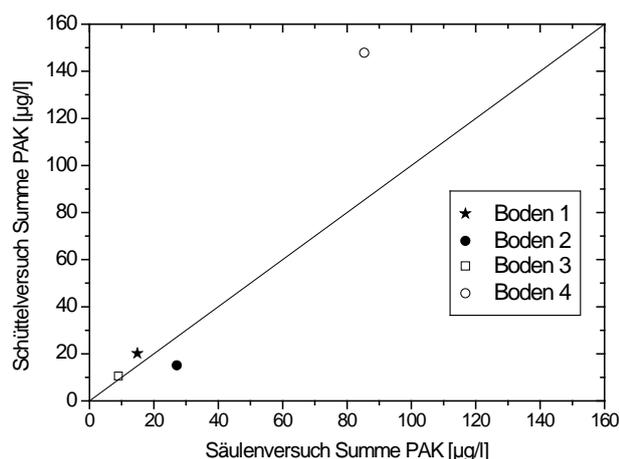


Abbildung 1: PAK-Gehalte in den Eluaten – Vergleich Säulenversuch/Schüttelversuch (Winkelhalbierende=Korrelationsfaktor 1)

Stichwörter:

Elutionsverfahren, Übereinstimmungstest, Säulenverfahren, Schüttelverfahren, kontaminierte Böden, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

### Literaturverzeichnis

- [1] BMU (2011), Entwurf der Mantelverordnung zur Änderung der Verordnung zum Schutz des Grundwassers vom 9. November 2010 und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 und zur Schaffung einer Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung), Arbeitsentwurf vom 06.01.2011.
- [2] DIN 19528:2009-01, Elution von Feststoffen - Perkulationsverfahren 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] E DIN 19527:2010-05, Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg.
- [4] Fraunhofer IME (2009), [www.RefeSol.de](http://www.RefeSol.de)