

# HLUG-Fachgespräch

## Ermittlung von Schadstofffrachten im Sicker- und Grundwasser

### Elutionsverfahren bei der Sickerwasserprognose - neue Entwicklungen -

20. April 2009

Der **Bodensättigungsextrakt** ist gemäß BBodSchV (1999) die **bevorzugte Elutionsmethode**. Es wird eine Vergleichbarkeit mit dem realen Sickerwasser postuliert. Allerdings wird das Verfahren kaum eingesetzt, da es erhebliche **Nachteile** aufweist:

- geringe gewinnbare Extraktmenge
- hoher Laboraufwand (teure Zentrifuge)

Neuere Untersuchungsergebnisse zeigen, dass mit dem **BSE** die realen **Stoffkonzentrationen** im Sickerwasser **überschätzt** werden.

Weit verbreitet ist das **S4-Verfahren** (Schüttelversuch) nach

**DEV S4 = DIN 38414-4** (1984)

**DIN EN 12457-4** (2003),

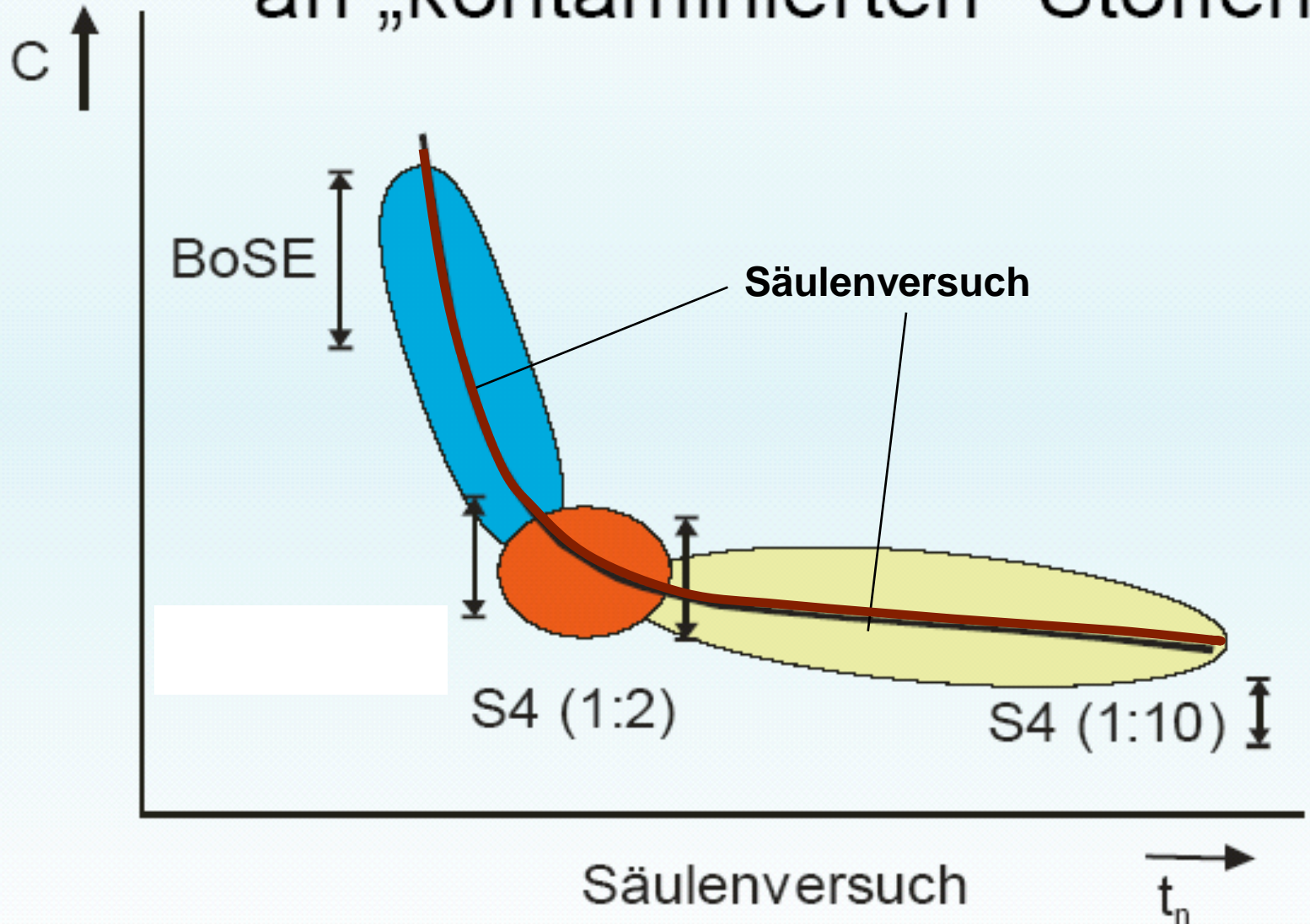
insbesondere im **Abfallbereich** (Verwertung mineralischer Reststoffe) .

Aufgrund des **hohen Wasser-Feststoff-Verhältnisses von 10:1** sind **Minderbefunde** im Vergleich zu realem Sickerwasser zu erwarten.

***Ausnahme Blei:** Aufgrund der mechanischen Beanspruchung während der Elution treten häufig höhere Konzentrationen als beim BSE auf !*

Die Idee einer **Umrechnung** von **S4** auf **BSE** ist „**gescheitert**“.

# Vergleich der Methoden an „kontaminierten“ Stoffen



Als **Konventionsverfahren** bietet sich das **2:1-Schüttelverfahren** an (Wasser-Feststoff-Verhältnis 2:1).

**DIN EN 12457-1** (2003)

**DIN 19529** (2009)

Eine Kurzbeschreibung der DIN EN 12457-1 ist zu finden unter:  
[www.hlug.de/medien/altlasten/untersaltlast.htm](http://www.hlug.de/medien/altlasten/untersaltlast.htm)

Diskutiert wird, ob neue, **methodenspezifische Prüfwerte** für den Pfad Boden-Grundwasser erforderlich sind (**Prüfwert** <sub>Eluat 2:1</sub>).

## 2:1-Verfahren nach DIN EN 12457-1

### Anwendungsbereich

Bestimmung anorganischer Bestandteile in körnigen Abfällen und Schlämmen durch Elution/Auslaugung.

Erweiterter Anwendungsbereich:

Bestimmung wasserlöslicher und kolloidal-partikulär vorliegender Schwermetalle in Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich durch Elution/Auslaugung.

### Verfahrens-Kurzbeschreibung

Durchführung: Probe (ca. 175 g Trockenmasse) in Flasche einwiegen und mit soviel destillierten/deionisiertem Wasser versetzen, dass sich ein Flüssigkeit-Feststoff-Verhältnis von 2:1 ergibt (bei Bodenproben sind dies je nach Wassergehalt der Probe ca. 320 bis 350 ml). Probe für 24 h schütteln, dabei soll die Probe in Bewegung bleiben und ein Abrieb weitgehend vermieden werden. Suspensierte Feststoffe für 15 Minuten absetzen lassen. Trennung der festen und flüssigen Phase durch Membranfiltration (0,45  $\mu\text{m}$ ), Filtermaterial z.B. PTFE. Evtl. zusätzlich Zentrifugation.

Variation nach BBodSchV, Anhang 1 Tab. 2 (entspricht Anhang E der DIN EN 12457-1): Nach dem Schütteln Suspension für 15 Minuten absetzen lassen. Überstehende Flüssigkeit 30 Minuten bei 2000 g zentrifugieren. Zentrifugat in Membranfiltrationsapparatur dekantieren. 5 Minuten drucklos filtrieren, danach bei 1 bar.

Probenvorbereitung: Zerkleinerung, wenn Korngröße über 4 mm  
Elutionsmittel: Destilliertes bzw. deionisiertes Wasser  
Elutionsdauer: 24 h  
pH-Wert: Unkontrolliert  
Filtration: Druck- oder Vakuumfiltration (Porenweite 0,45  $\mu\text{m}$ ), evtl. zusätzlich Zentrifugation. Bei Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich wird die Variante nach BBodSchV empfohlen.  
Feststoff-Flüssigkeits-Verhältnis: 1:2  
Mechanische Beanspruchung: Ja (Schütteln)

### Anmerkungen:

Das Flüssigkeits-Feststoff-Verhältnis ist realitätsnäher als bei den 10:1-Verfahren (z. B. S4-Verfahren nach DIN 38414-4 oder DIN EN 12457-4). Die Auswertung eines bayerischen Forschungsvorhabens ergab, dass mit dem 2:1-Verfahren eine realitätsnahe Abschätzung der Schadstoffkonzentration im Sickerwasser möglich ist. Das 2:1-Verfahren kann angewendet werden, um die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser bei anorganischen Stoffen abzuschätzen.

Damit kommt das 2:1-Verfahren als **Alternative zum Bodensättigungsextrakt** in Betracht.

Das Ende des **Bodensättigungsextrakts** und des **S4-Verfahrens** ist eingeläutet, da bundesweite Verordnungen geplant sind:

- **Novellierung der BBodSchV**
- **Ersatzbaustoffverordnung**

Konsens: Gleiche Untersuchungsverfahren und Bewertungsgrundsätze in der geplanten **ErsatzbaustoffV** und in der **novellierten BBodSchV**

**Novellierte BBodSchV:** Beide Verfahren sind anwendbar

- **Säulenversuch** (Perkolation W/F-Verhältnis 2:1) **oder**
- **2:1 - Schüttelverfahren**

Die Methoden sind für **anorganische** und **organische Schadstoffe** zugelassen

Es gelten **methodenspezifische Prüfwerte** für 2 Humusklassen



Eindeutig favorisiert wird in einem „Hintergrundpapier“ der

- **Säulenversuch** (Perkolation W/F-Verhältnis 2:1)

Es gibt allerdings breiten Widerstand gegen den Säulenversuch, nicht nur von der Industrie, sondern auch von Behörden. Diese plädieren für

- **S4 – Schüttelversuch** („eingeführt, seit Jahren bewährt“) oder
- **2:1 – Schüttelverfahren** („guter Kompromiss zwischen S4-Verfahren und Säulenversuch“)

- **DIN 19528**      **Säulenversuch** – Langtest sowie Kurztest 2:1  
(für **anorganische** und **organische** Stoffe)
- **DIN 19529**      **2:1 - Schüttelverfahren**  
(nur für **anorganische** Stoffe)

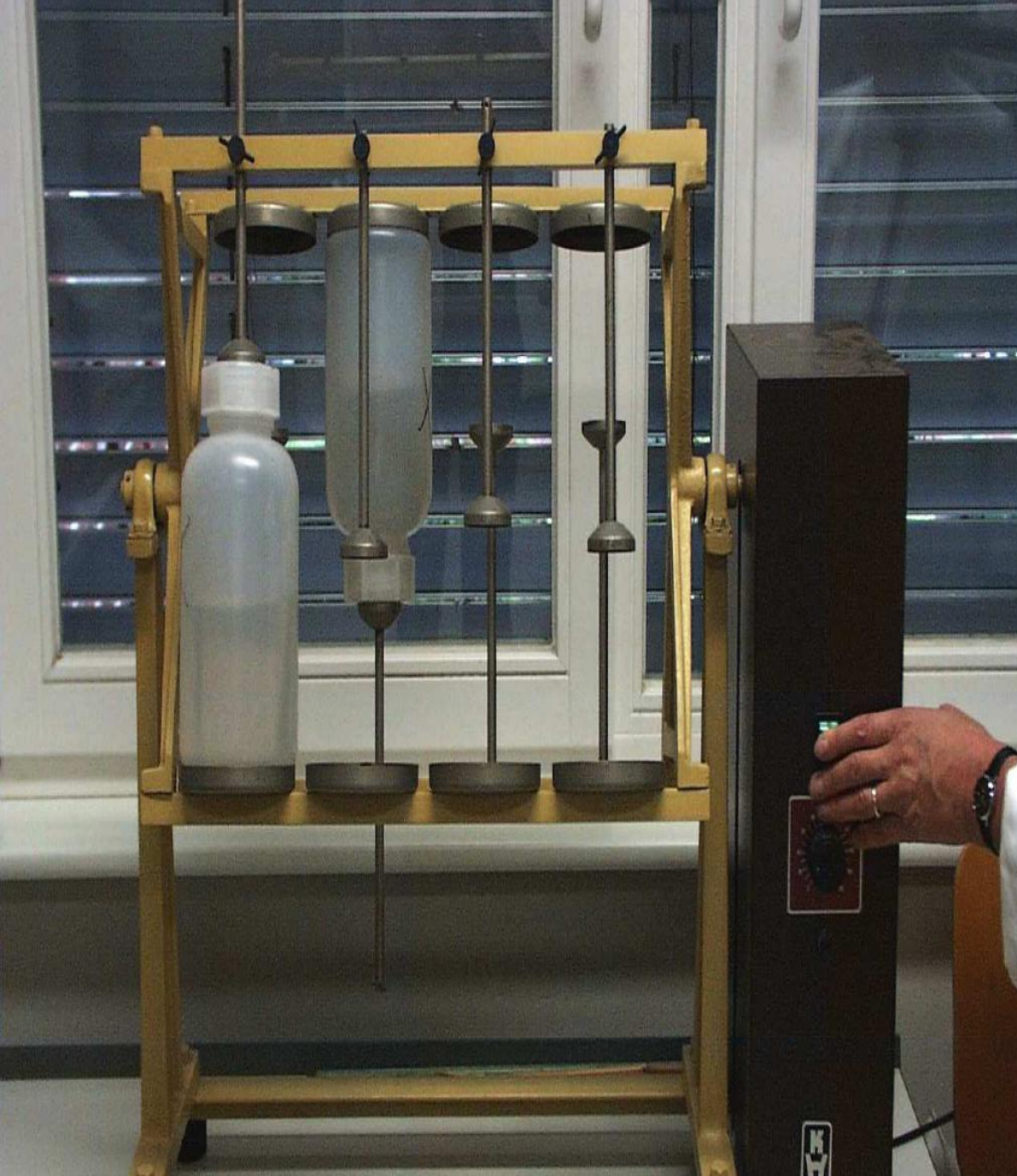
Die Validierungsuntersuchungen zeigten, dass beide Methode vergleichbare Ergebnisse liefern

Hinsichtlich der Praktikabilität und Versuchsdauer gibt es widersprüchliche Aussagen.

Überwiegend wird die Meinung vertreten, dass der 2:1-Säulenversuch aufwändiger als der Schüttelversuch ist.

## 2:1- Schüttelverfahren DIN 19529

- Zwei Teile  
deionisiertes Wasser  
zu einem Teil Boden
- 24 Stunden vorsichtig  
schütteln



Bildquelle: Dr. Lichtfuß, HH





Bildquelle: Dr. Lichtfuß, HH

## 2:1- Schüttelverfahren

### DIN 19529

- Überstehende Flüssigkeit dekantieren
- 30 Minuten in der (Kühl)zentrifuge bei 2000 g

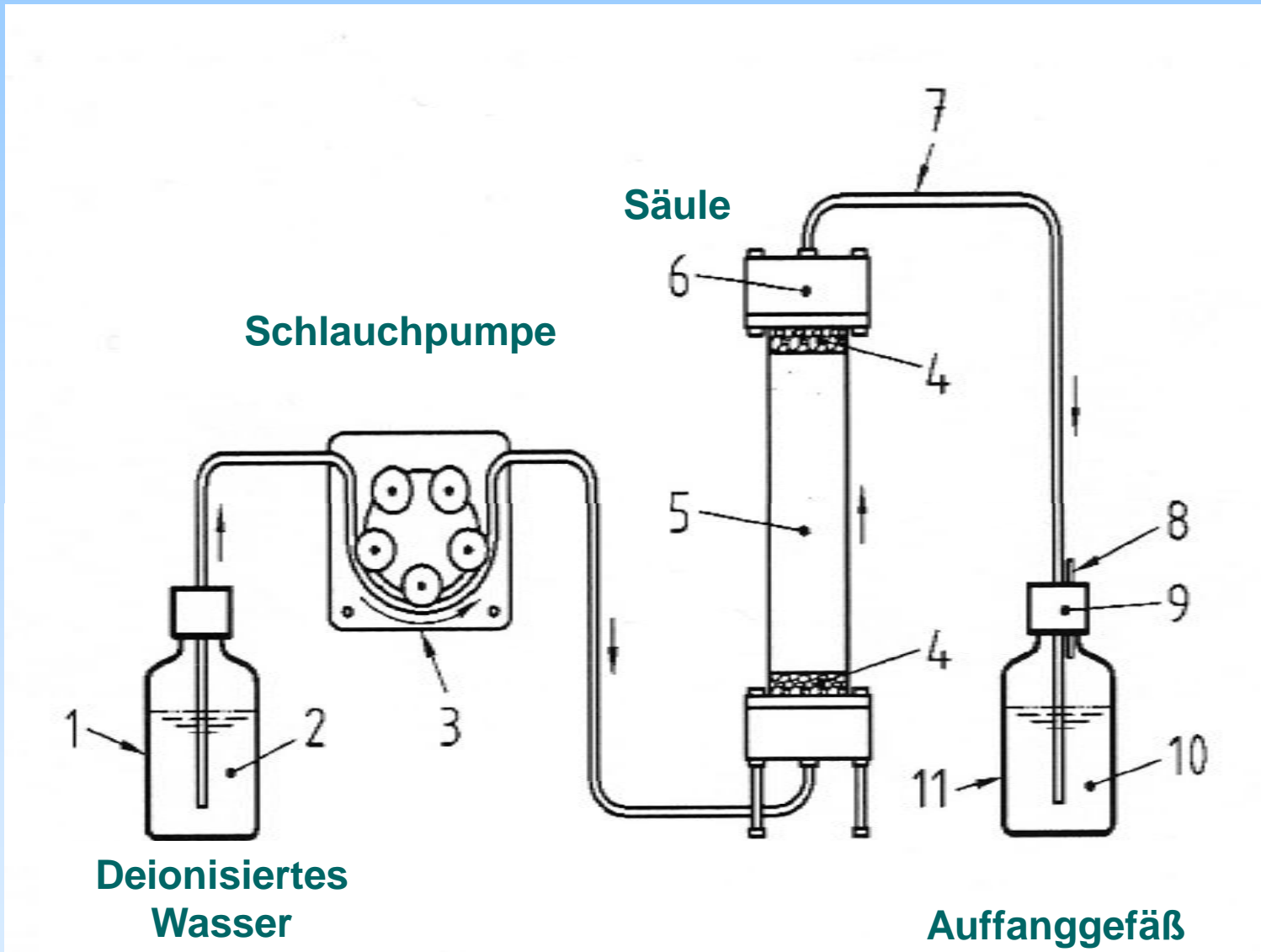


*Bildquelle: Dr. Lichtfuß, HH*

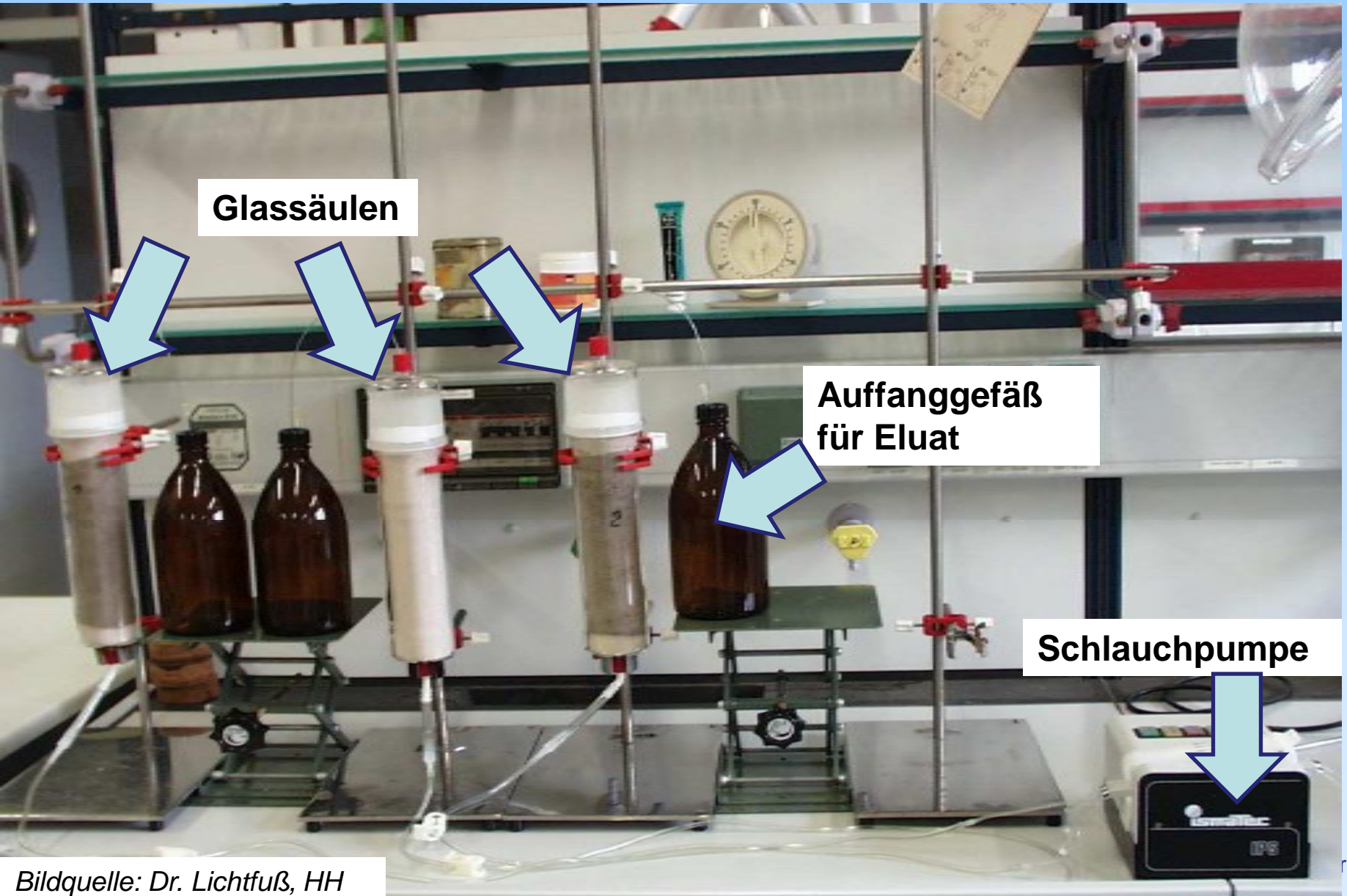
## 2:1- Schüttelverfahren

### DIN 19529

- Zentrifugat über Druckfiltrationsapparatur filtrieren (Membranfilter 0,45 µm)
- Filtrat analysieren







Elutionsverfahren für organische Stoffe (**Säulenversuche**) sind nach wie vor problematisch:

- Säulenversuche sind nur für **PAK** systematisch untersucht
- Bei **MKW** sind Säulenversuche kaum reproduzierbar.
- Bei leichtflüchtigen Stoffen (**LCKW, BTEX**) können Säulenversuche nicht empfohlen werden, obwohl manche Anbieter angeben, dass Verluste durch Verflüchtigung beherrschbar sind.
- Bei polaren Stoffen wie **Phenolen** sind Säulenversuch wohl möglich, es gibt hierzu allerdings nur wenige Untersuchungen
- Oftmals sind eher die **physikalisch-chem. Stoffeigenschaften** heranzuziehen, insbesondere bei Schadstoffen in Phase (NAPL).



- Die Verabschiedung der **nov. BBodSchV** und der **Ersatzbaustoffverordnung** wird sich deutlich verzögern
- Prinzipiell müssten der **Bodensättigungsextrakt** (BBodSchV) und das **S4-Verfahren** (Verwertung) weiter verwendet werden
- „Vorausschauend“ sollten – zumindest im Altlastenbereich – die **2:1-Verfahren** angewendet werden;
  - egal ob Schüttelverfahren oder Säule
  - egal ob anorganische oder organische Schadstoffe.
- Die so gewonnenen Eluatwerte können „annäherungsweise“ dem Sickerwasser gleichgesetzt werden.

# Ende