

Entwicklung eines Schnellauslaugungsverfahrens zur Beurteilung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen für den Einsatz im Straßenbau

FA 6.076

Forschungsstelle: Universität Hamburg, Institut für Bodenkunde (Dr. Goetz)

Bearbeiter: D. Goetz

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Februar 2004

1. Aufgabenstellung und Untersuchungsmethodik

Für die Versuche wurden zwei unterschiedliche Geräte der Firma Bandelin benutzt, die als Ultraschallgeräte (US-Geräte) für die Reinigung von Gegenständen in wässrigen Reinigungsflüssigkeiten konzipiert sind. Das Gerät Sonorex Digital 102P hat anders als das RK 106 eine einstellbare Temperatur- und Leistungsregelung.

In Vorversuchen wurden verschiedene Auslaugparameter variiert, um das Verfahren zu optimieren. Die Temperatur nimmt durch den Energieeintrag während der US-Behandlung stark

zu. Zur Einhaltung gleichbleibender Auslaugbedingungen ist es deshalb sinnvoll von der Höchsttemperatur von 75 °C auszugehen. Diese Eluattemperatur bedingt auch die höchsten Auslaugraten, mit denen man den entsprechenden Eluatkonzentrationen der Versuche mit dem Verfahren DEV-S4 am nächsten kommt. Damit eignet sich das US-Gerät Bandelin Sonorex Digital 102P auf Grund seiner Leistung und der Möglichkeit, die Temperatur konstant zu halten, für die Auslaugversuche am besten.

Bei einem Eluat/Feststoff-Verhältnis von 5/1 wurden die Eluatkonzentrationen erreicht, die den DEV-S4-Werten am nächsten kommen. Um der Vorgabe, ein Schnellverfahren zu entwickeln, gerecht zu werden, wurde die Versuchszeit auf 15 min begrenzt.

Das Probenmaterial wurde wegen der stärkeren US-Wirkung auf den Boden der US-Wanne platziert. Der Materialabrieb am Wannensboden wird durch Filterpapier vermieden.

Es wurde mit folgenden Verfahrensparametern experimentiert:

- das Eluat/Feststoffverhältnis ist 5/1,

- das US-Gerät Sonorex Digital 102P kann mit max. 400 g Probenmaterial, Körnung 0/16, beschickt werden; für die Untersuchung größerer Korngemische und Probemengen bis 3,8 kg sind größere Ultraschallwannen verfügbar,
- Eluattemperatur 75 °C, Beschallungsdauer 15 min.

Zum Einsatz kamen folgende "Geräte":

- Ultraschallwanne: Schwingfrequenz 35 kHz
Temperaturregelung bis 80 °C
Fassungsvermögen min. 2 l
Leistung 120 W;
- Becherglas 3 000 ml,
- Heizplatte,
- Thermometer bis 80 °C,
- Gehörschutz gegen Ultraschall.

Zur Vermeidung von Abrieb wird der Wannenboden des US-Gerätes mit angefeuchtetem Filterpapier so ausgelegt, dass das Filterpapier mindestens 5 cm hoch an der Wand anliegt. Das Probenmaterial wird auf dem Filterpapier so aufgebracht, dass es den gesamten Wannenboden in einer gleichmäßig dicken Schicht bedeckt. Deionisiertes Wasser als Eluent wird auf 75 °C erhitzt und in das US-Bad eingefüllt.

Die für die weiteren Untersuchungen benötigte Eluatmenge wird unmittelbar nach Versuchsende aus dem US-Bad entnommen und nach Abkühlung auf Raumtemperatur entsprechend den Analyseanforderungen weiterbearbeitet.

Die in dieser Form festgelegte Methodik wurde mit dem DEV-S4-Verfahren verglichen. Dafür wurden an 16 verschiedenen Sekundär- und Naturbaustoffen vergleichende Auslaugversuche mit 5 Parallelen durchgeführt. Folgende Parameter wurden untersucht: Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel, Zink, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium, Chlorid, Sulfat, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert. Abgesehen von den Granulaten wurden alle Materialien für eine bessere Vergleichbarkeit der verschiedenen Versuche auf 8 Korngrößenklassen auseinander gesiebt und für jeden Versuch (nach Fuller) wieder zusammengesetzt.

Die Auslaugkonzentrationen der beiden zu vergleichenden Verfahren unterscheiden sich in einem bestimmten Streubereich. Überschreitungen der Zuordnungswerte LAGA Z1.2 oder LAGA Z2 werden nach beiden Verfahren erfasst.

Es zeigte sich, dass sich erwartungsgemäß nur für wenige Materialien sehr enge Übereinstimmungen zwischen den Eluatkonzentrationen beider Auslaugverfahren ergeben. Toleriert man 20 % Abweichung, so liegen über 50 % der untersuchten Parameter des US-Verfahrens innerhalb von +/- 20 % der DEV-S4-Werte. Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Baustoffgruppen. Die Naturbaustoffe Kalksandstein und Waschberge, die granulartigen Materialien Hüttensand, Steinkohlenflugasche und Gießereikupolofengranulat sowie die Sekundärbaustoffe LD-Schlacke, RC-betonangereichert und RC-ziegelangereichert weisen bei allen drei Parametervariationen eine sehr gute Anpassung auf. Der Gießereirestsand und RC-allgemein (Betuzit) zeigen demgegenüber fast immer eine mangelhafte Anpassung der US- an die DEV-S4-Ergebnisse. Die Ursachen dafür sind nicht ersichtlich.

Die Streuung bei den Parametern, deren Eluatkonzentrationen an der Nachweisgrenze liegen, ist naturgemäß gering. Für die besonders wichtigen Parameter Chlorid, Sulfat, Kupfer und Zink ergeben sich die größten Spannweiten. Es konnten keine konstanten Faktoren zwischen den Eluatkonzentrationen der beiden Auslaugverfahren gefunden werden.

Von 4 der untersuchten Baustoffe standen ältere Auslaugergebnisse früherer Untersuchungen zur Verfügung. Bezieht man die prozentualen Abweichungen der einzelnen Parameter dieser DEV-S4-Auslaugungen in die neuesten Ergebnisse mit ein, so liegen die Konzentrationen der US-Eluate für fast alle Parameter im Bereich der Streuung der beiden zu verschiedenen Zeiten durchgeführten DEV-S4-Versuche. Die Konzentrationen liegen gleichzeitig im Schnitt dichter an den Ergebnissen der DEV-S4-Auslaugung als die des ebenfalls mit durchgeführten Trogverfahrens.

Die Schnellauslaugung lässt sich durch Schnellanalyseverfahren mit Messelektroden und Küvettentests ergänzen. Die Untersuchungsergebnisse müssen eine Zuordnung zu den Vorgabewerten nach LAGA erlauben.

Für Arsen und Quecksilber existieren z. Zt. keine entsprechenden Messverfahren und der Messbereich für Cadmium liegt deutlich über dem Z2-Wert. Nickel und Chrom können nur bis zum Zuordnungswert Z1.1 erfasst werden, Blei nur bis Z1.2. Betrachtet man die Höchstwerte unter allen Baustoffen, die von uns gemessen worden sind, so liegt nur Arsen, das nicht mit einem Schnellverfahren bestimmbar ist, über Z1.1.

Cadmium, Quecksilber und Nickel liegen für alle Baustoffe im Bereich Z0 und sollten überhaupt aus der Routineanalytik herausgenommen werden. Nur bei Bleigranulat ist Blei in so hohen Konzentrationen mobilisierbar, dass dieses Material besonders betrachtet werden muss.

2. Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen und der Möglichkeit, dass bei Untersuchung einer größeren Anzahl von Materialproben noch vereinzelt Verschiebungen auftreten können, lassen sich Sekundärbaustoffe mit einer Kombination von US-Auslaugung und Schnellanalyseverfahren gut entsprechend den LAGA-Vorgaben beurteilen.

Aus den Untersuchungsergebnissen wird für eine Schnelluntersuchung von Sekundärbaustoffen folgendes Ablaufschema vorgeschlagen:

1. Probenvorbereitung ca. 10 min, dabei Material auf < 16 mm zerkleinern; Probenteilung; Einfüllen in die US-Wanne,
2. Beschallung mit Ultraschall 15 min,
3. Entnehmen, Filtrieren und Abkühlen des Eluates ca. 10 min,
4. Messung von pH, Leitfähigkeit und Chlorid ca. 10 min,
5. Aufschluss für Schwermetalluntersuchung 60 min,
6. Messzeit für jeden Küvettenparameter ca. 5 min. 