



Untersuchung stabilisierter Abfälle

Teil 5: Verfügbarkeitstest

Examinations of stabilised wastes — Part 5: Determination of availability

Examen des déchets stabilisés — Partie 5: Essai de disponibilité

Medieninhaber und Hersteller

Austrian Standards International
Standardisierung und Innovation
Heinestraße 38, 1020 Wien

Copyright © Austrian Standards International 2019

Alle Rechte vorbehalten Nachdruck oder
Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien
oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!
E-Mail: service@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at/nutzungsrechte

Verkauf von in- und ausländischen Normen und
Regelwerken durch

Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: service@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at
Webshop: www.austrian-standards.at/webshop
Tel.: +43 1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-355

ICS 13.030.10

Ersatz für ÖNORM S 2116-5:2001-01

Zuständig Komitee 202
Charakterisierung von Böden und
Analyseverfahren für Böden, Abfälle und
Schlämme

ÖNORM S 2116-5:2019-08**Inhalt**

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	4
4 Grundlagen	4
5 Herstellung der Probe	4
6 Geräte und Chemikalien	4
6.1 Geräte.....	4
6.2 Chemikalien.....	5
7 Auswahl der zu untersuchenden Parameter	5
8 Durchführung	5
8.1 Allgemeines	5
8.2 Elution bei einem pH-Wert von 8,3.....	5
8.3 Elution bei einem pH-Wert von 4	6
9 Auswertung	6
10 Prüfbericht	7
Anhang A (informativ) Abschätzung der Bindung der Inhaltsstoffe durch das Stabilisierungsverfahren	8
Literaturhinweise	9

Vorwort

Die vorliegende Ausgabe ersetzt die Ausgabe ÖNORM S 2116-5:2001, die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind nachfolgend angeführt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt:

- Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.
- Der [Abschnitt 3](#) wurde durch den Begriff „Gehalte im Feststoff“ ergänzt.
- Anpassung der Terminologie „stabilisiert“ und „verfestigt“ an die Deponieverordnung 2008.
- Die Gleichungen in [Abschnitt 9](#) wurden aktualisiert.

Die ÖNORM S 2116 „Untersuchung stabilisierter Abfälle“ besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: Herstellung der Probekörper
- Teil 2: Wasserlagerung
- Teil 3: Schnellkarbonatisierung
- Teil 5: Verfügbarkeitstest
- Teil 6: Schnellalterung
- Teil 7: Frostbeständigkeit

ANMERKUNG Teil 4 der ÖNORM S 2116 wurde zurückgezogen, die Nachfolgedokumente sind:

- ÖNORM EN 15863 für 64 d und 2,25 d;
- ONR CEN/TS 15862 für 24 h.

Unter <https://www.austrian-standards.at/info-oenormen> finden Sie allgemeine Informationen zur Erstellung von Standards, ihrer Anwendung sowie der Bedeutung einiger spezifischer Benennungen und Regeln, nach denen ihr Inhalt erstellt wird.

Geschlechtsbezogene Aussagen in dieser ÖNORM sind auf Grund der Gleichstellung für beiderlei Geschlecht aufzufassen bzw. auszulegen.

1 Anwendungsbereich

Die ÖNORM S 2116 (alle Teile) ist für die Untersuchung von stabilisierten Abfällen (Eignungsprüfung im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung, Übereinstimmungsuntersuchungen, Identitätskontrollen, Kontrollen durch die Deponieaufsicht) anzuwenden.

Die vorliegende ÖNORM legt ein Verfahren zur Bestimmung der löslichen Inhaltsstoffe unter definierten Bedingungen fest (Verfügbarkeitstest). Sie ist insbesondere im Rahmen der Eignungsprüfung in Verbindung mit dem Elutionstest über 64 Tage anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

ÖNORM S 2116-1, *Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 1: Herstellung der Probekörper*

ÖNORM S 2116-5:2019-08

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser ÖNORM gelten die folgenden Begriffe:

3.1 Säureneutralisationskapazität
SNK
Menge an Wasserstoffionen, die zugegeben werden muss, um eine definierte Masse an Probenmaterial während der Elution über einen definierten Zeitraum auf einem definierten pH-Wert konstant zu halten

3.2 Gehalte im Feststoff
Gesamtgehalte
durch Königswasseraufschluss mobilisierbare Gehalte an Metallen und Halbmetallen

4 Grundlagen

Zum Verfügbarkeitstest werden Probekörper gemahlen und in zwei Schritten – zunächst bei einem pH-Wert von 8,3 und danach bei einem pH-Wert von 4 – eluiert (Masseverhältnis Probekörper zu Elutionsmittel 1:50). Dadurch wird der Anteil an Inhaltsstoffen, der über sehr lange Zeiträume unter extremen Bedingungen und nach Zerfall des stabilisierten Abfalls ausgelaugt werden könnte, bestimmt.

Der pH-Wert von 8,3 simuliert die Elutionsbedingungen bei vollständiger Karbonatisierung. Die Elution bei einem pH-Wert von 4 entspricht dem Zustand nach Verlust der Pufferkapazität, z. B. gegenüber saurem Regen.

Der Verfügbarkeitstest ist zur Interpretation des Elutionstests über 64 Tage und zur Berechnung der effektiven Diffusionskoeffizienten erforderlich. Überdies dient er zur Feststellung, welche Parameter für den 64-Tage-Test und den 2,25-Tage-Test relevant sind. Aus den Messergebnissen des Verfügbarkeitstests kann die Säureneutralisationskapazität berechnet werden. Der Vergleich der Untersuchungsergebnisse der gemahlene Probekörper mit den Untersuchungsergebnissen der gemahlene, nicht stabilisierten Probe erlaubt zusätzlich eine Abschätzung der durch die Stabilisierung erreichten Bindung der Inhaltsstoffe (siehe [Anhang A](#)).

5 Herstellung der Probe

Es ist ein Probekörper, der zumindest 100 g Abfall in der Trockenmasse (TM) enthält, gemäß ÖNORM S 2116-1 herzustellen und zu lagern. Der Probekörper ist (falls erforderlich nach Trocknung bei maximal 105 °C) aufzubrechen (z. B. in einem Backenbrecher) und zu homogenisieren. Anschließend ist eine Probenmenge von mindestens 100 g (falls erforderlich nach Trocknung bei maximal 105 °C) auf eine Mahlfineinheit $\leq 250 \mu\text{m}$ zu mahlen. Vor der Einwaage ist die gemahlene Probe bei 105 °C bis zur Massekonstanz zu trocknen. Es ist darauf zu achten, dass keine Schwermetallkontamination durch Abrieb der Mühle entsteht.

6 Geräte und Chemikalien

6.1 Geräte

Für die Durchführung sind folgende Geräte erforderlich:

- Waage mit einer Genauigkeit von mindestens 10 mg bei einer Einwaage von 100 g;
- Elutionsgefäß (Glas oder Kunststoff);
- Magnetrührer;
- pH-Meter;

- automatisch pH-Wert-gesteuerte Titrationsapparatur;
- Membranfilter 0,45 μm , mit Salpetersäure und entionisiertem Wasser gewaschen;
- Filtrationsapparatur.

6.2 Chemikalien

Für die Durchführung sind nur entionisiertes Wasser, destilliertes Wasser oder Wasser vergleichbarer Qualität und Chemikalien des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden.

Es sind folgende Reagenzien erforderlich:

- verdünnte Salpetersäure (im Regelfall: 1 mol/l);
- konzentrierte Salpetersäure (als Konservierungsmittel).

7 Auswahl der zu untersuchenden Parameter

Die für den Verfügbarkeitstest relevanten Parameter sind auf Grund der Voruntersuchungen am nicht stabilisierten Abfall, insbesondere anhand der Gehalte im Feststoff (Gesamtgehalte), auszuwählen.

8 Durchführung

8.1 Allgemeines

Der Verfügbarkeitstest ist in zwei Elutionsschritten bei Raumtemperatur durchzuführen.

8.2 Elution bei einem pH-Wert von 8,3

Das Elutionsgefäß ist mit verdünnter Salpetersäure und anschließend mit Wasser gemäß 6.2 zu spülen. Es sind 4 g der gemahlten Probe auf 10 mg genau einzuwiegen (Masse m). Dann ist die 50-fache Masse an Wasser gemäß 6.2, auf 100 mg genau eingewogen, zuzugeben (V_0). Das Gefäß, die Probe, das Elutionsmittel und der Magnetrührer sind gemeinsam zu verwiegen, es ergibt sich die Masse m_{tot} . Nun ist mit dem Magnetrührer so zu rühren, dass die Probe vollständig suspendiert, aber ein Luft- und damit CO_2 -Eintrag möglichst vermieden wird.

Nach 1 min und nach 10 min ist der pH-Wert zu bestimmen (Anfangs-pH-Werte). Sollten Proben analysiert werden, die von sich aus einen pH-Wert $\leq 8,3$ ergeben, wird mit diesem pH-Wert weitergearbeitet (keine Zugabe einer Base).

Wurde ein pH-Wert $> 8,3$ festgestellt, so ist 1 molare Salpetersäure bis zum Erreichen eines pH-Wertes von $8,3 \pm 0,2$ zuzugeben und dieser Wert mit Hilfe der automatisch gesteuerten Titrationsapparatur über 3 Stunden konstant zu halten (Schwankungsbereich $\pm 0,2$ pH-Einheiten). Die benötigte Menge an Salpetersäure ist zu notieren (V_1).

Salpetersäure anderer Konzentration darf verwendet werden. Dies muss bei der Berechnung der Säureneutralisationskapazität (Gleichung (7)) berücksichtigt werden.

Danach ist die Suspension durch ein Membranfilter (0,45 μm) zu filtrieren. Falls erforderlich, darf ein größerer Vorfilter verwendet werden. Es darf nicht nachgespült werden.

Das Filtrat ist für die Bestimmung der Schwermetalle zur Konservierung mit konzentrierter Salpetersäure auf einen pH-Wert < 2 anzusäuern. Der Verdünnungsfehler ist zu berücksichtigen.

Die Konzentrationen der gelösten Stoffe im Filtrat sind nach den Verfahren der Abfall- oder Wasseranalytik zu bestimmen.

ÖNORM S 2116-5:2019-08**8.3 Elution bei einem pH-Wert von 4**

Der Filtrerrückstand ist zusammen mit dem Membranfilter in das Elutionsgefäß zu bringen. Es ist Wasser gemäß 6.2 zuzufügen bis die Gesamtmasse m_{tot} erreicht wird. Das Rühren hat gemäß 8.2 zu erfolgen. Danach ist verdünnte Salpetersäure bis zum Erreichen eines pH-Werts von $4,0 \pm 0,2$ zuzugeben und der pH-Wert über 3 Stunden konstant zu halten. Die benötigte Menge an Salpetersäure ist zu notieren (V_2).

Das Eluat ist gemäß 8.2 zu filtrieren, zu konservieren und auf die relevanten Parameter zu analysieren.

9 Auswertung

Die bei einem pH-Wert von 8,3 und von 4 freisetzbaren Inhaltsstoffe ($A_{8,3}$, A_4) und deren Verfügbarkeit (A_{verf}) werden folgendermaßen berechnet:

$$A_{8,3} = c_1 \cdot \frac{(V_0 + V_1)}{m} \quad (1)$$

$$A_4 = c_2 \cdot \frac{(V_0 + V_2)}{m} \quad (2)$$

$$A_{\text{verf}} = A_{8,3} + A_4 \quad (3)$$

Es bedeutet:

$A_{8,3}$ Verfügbarkeit der Inhaltsstoffe bei einem pH-Wert von 8,3, in mg/kg bezogen auf Trockenmasse

A_4 Verfügbarkeit der Inhaltsstoffe bei einem pH-Wert von 4, in mg/kg bezogen auf Trockenmasse

A_{verf} gesamte Verfügbarkeit der Inhaltsstoffe, in mg/kg bezogen auf Trockenmasse

c_1 , c_2 Konzentrationen des in der ersten (c_1) und zweiten (c_2) Elutionsstufe eluierten Stoffes, in mg/l

V_0 zugegebene Menge an Wasser im 1. Elutionsschritt, in l

V_1 zugegebene Menge an verdünnter Salpetersäure im 1. Elutionsschritt, in l

V_2 zugegebene Menge an verdünnter Salpetersäure im 2. Elutionsschritt, in l

m Trockenmasse der eingewogenen Probe, in kg

Die Konzentrationen c_1 und c_2 müssen um die zugegebene Menge an Konservierungsmittel korrigiert werden, falls mehr als 1 ml konzentrierte Salpetersäure je 250 ml Eluat verwendet wurde. Das Stofffreisetzungspotential P lässt sich wie folgt berechnen:

$$P_{8,3} = \frac{A_{8,3}}{S_0} \cdot 100 \quad (4)$$

$$P_4 = \frac{A_4}{S_0} \cdot 100 \quad (5)$$

$$P_{\text{verf}} = \frac{A_{\text{verf}}}{S_0} \cdot 100 \quad (6)$$

Es bedeutet:

$P_{8,3}$ relative Verfügbarkeit an freisetzbaren Stoffen bei einem pH-Wert von 8,3, in %

P_4 relative Verfügbarkeit an freisetzbaren Stoffen bei einem pH-Wert von 4, in %

P_{verf} gesamte relative Verfügbarkeit an freisetzbaren Stoffen, in %

S_0 Gehalt eines Stoffes im Feststoff des stabilisierten Abfalls, in mg/kg

Aus den während des Verfügbarkeitstests zugegebenen Mengen an verdünnter Salpetersäure ist die Säureneutralisationskapazität (SNK) des stabilisierten Abfalls wie folgt zu ermitteln:

$$SNK_4 = \frac{(V_1 + V_2)}{m} \cdot c_{\text{HNO}_3} \quad (7)$$

Es bedeutet:

SNK_4 Säureneutralisationskapazität bei einem pH-Wert von 4, in mol/kg

c_{HNO_3} Molarität der zugegebenen verdünnten Salpetersäure, in mol/l

10 Prüfbericht

Um den Anforderungen der vorliegenden ÖNORM zu entsprechen, müssen die folgenden Angaben so dokumentiert werden, dass sie bei Bedarf sofort zur Verfügung stehen.

Der Prüfbericht muss zumindest folgende Angaben enthalten:

- Verweisung auf diese ÖNORM;
- Kennzeichnung der Laborprobe;
- Alter der Probe;
- Trockenmasse der Probe;
- Datum der Untersuchung (Beginn und Ende);
- Anfangs-pH-Wert nach 1 Minute und nach 10 Minuten;
- gemessene Konzentrationen und Bestimmungsgrenzen der in den einzelnen Eluatens analysierten Inhaltsstoffe, angegeben in mg/l;
- Verfügbarkeiten ($A_{8,3}$, A_4 und A_{verf}) der ausgewählten Inhaltsstoffe, angegeben in mg/kg bezogen auf Trockenmasse;
- relative Verfügbarkeiten ($P_{8,3}$, P_4 und P_{verf}) der Inhaltsstoffe, angegeben in %;
- Säureneutralisationskapazität, angegeben in mol/kg;
- alle Abweichungen vom Untersuchungsverfahren und der Grund für diese Abweichung zusammen mit allen Umständen, die möglicherweise die Untersuchungsergebnisse beeinflusst haben;
- Datum und Unterschrift des für die Prüfung Verantwortlichen.

Anhang A (informativ)

Abschätzung der Bindung der Inhaltsstoffe durch das Stabilisierungsverfahren

Zur Abschätzung der Bindung der Inhaltsstoffe durch ein Stabilisierungsverfahren kann neben dem stabilisierten, gemahlene Material auch das nicht stabilisierte, gemahlene Material einem Verfügbarkeitstest unterzogen werden. Das Verhältnis von Originalmaterial zum Elutionsmittel muss in beiden Testansätzen (also mit stabilisiertem und nicht stabilisiertem Material) gleich sein, um bezüglich der Schwermetallverfügbarkeit vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Literaturhinweise

- [1] *ÖNORM EN 15863, Charakterisierung von Abfällen – Untersuchung des Elutionsverhaltens für die grundlegende Charakterisierung – Dynamisches Elutionsverfahren für monolithische Abfälle mit periodischer Erneuerung des Elutionsmittels unter festgelegten Prüfbedingungen*
- [2] *ÖNORM S 2116-2, Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 2: Wasserlagerung*
- [3] *ÖNORM S 2116-3, Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 3: Schnellkarbonatisierung*
- [4] *ÖNORM S 2116-6, Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 6: Schnellalterung*
- [5] *ÖNORM S 2116-7, Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 7: Frostbeständigkeit*
- [6] *ONR CEN/TS 15862, Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung zur Übereinstimmungsuntersuchung – Einstufiges Auslaugungsverfahren für monolithische Abfälle bei festgelegtem Flüssigkeit/Oberfläche-Verhältnis (L/A) für Prüfmengen mit festgelegten Mindestabmessungen (CEN/TS 15862)*
- [7] *BGBl. II Nr. 39/2008, Deponieverordnung 2008, idgF*

WICHTIGE INFORMATIONEN FÜR ANWENDER VON ÖNORMEN

Standards/Normen

Standards sind von Fachleuten erarbeitete Empfehlungen. Sie dienen dem Wohl und der Sicherheit aller und machen das Leben einfacher. Standards, wie z. B. ÖNORMEN, stehen für Qualität und damit für Vertrauen in Produkte und Leistungen.

Sie werden in Dialog und Konsens aller Betroffenen und Interessierten entwickelt, legen Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen, Systeme und Qualifikationen fest und definieren Kriterien für deren Überprüfung.

Aktualität des Normenwerks/Wissen um Veränderungen

Analog zur technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung unterliegen Standards/Normen einem kontinuierlichen Wandel. Sie werden vom zuständigen Komitee regelmäßig auf Aktualität, Notwendigkeit sowie Zweckmäßigkeit überprüft und bei Bedarf überarbeitet. Für den Anwender von Standards/Normen ist es daher wichtig, immer Zugriff auf die jeweils gültigen Fassungen zu haben, um sicherzustellen, dass Produkte und Produktionsverfahren bzw. Dienstleistungen und Prozesse den aktuellen Markterfordernissen entsprechen.

Austrian Standards International bietet kundenspezifische Lösungen für ein professionelles Standards-Management. Informationen über die Angebote von Austrian Standards finden Sie hier:

<http://www.austrian-standards.at/produkte-leistungen/standards-professionell-managen/>

Internationale und ausländische Standards

Bei Austrian Standards können Sie auch Internationale Normen (ISO) beziehen, ebenso nationale Normen und Regelwerke aus anderen Ländern und Dokumente anderer in- und ausländischer Organisationen, die Regeln veröffentlichen.

Weiterbildung und Know-how-Transfer

Austrian Standards bietet zahlreiche Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten rund um Standards: Fachliteratur zu einzelnen Standards, Seminare, Lehrgänge oder Fachkongresse. Autorinnen/Autoren und Vortragende wirken oft selbst an der Entwicklung der Standards mit und vermitteln Informationen und Know-how aus erster Hand. Mehr dazu auf:

<http://www.austrian-standards.at/fachliteratur> | <http://www.austrian-standards.at/seminare>

Kontakt

Customer Service

Tel.: +43 1 213 00-300

Fax: +43 1 213 00-355

E-Mail: service@austrian-standards.at

Austrian Standards

Heinestraße 38 | 1020 Wien

Österreich

www.austrian-standards.at

ISO 9001:2015

