

DIN EN 16637-2



ICS 91.100.01

Ersatz für
DIN EN 16637-2:2024-01

**Bauprodukte –
Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen –
Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung;
Deutsche Fassung EN 16637-2:2023**

Construction products –
Assessment of release of dangerous substances –
Part 2: Horizontal dynamic surface leaching test;
German version EN 16637-2:2023

Produits de construction –
Évaluation du relargage de substances dangereuses –
Partie 2: Essai dynamique horizontal de lixiviation de surface;
Version allemande EN 16637-2:2023

Gesamtumfang 77 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16637-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 005-53-01 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/NAW, Boden und Grundwasser (SpA zu CEN/TC 351/WG 1 und CEN/TC 351/WG 1/AHG)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 11074:2015 siehe DIN EN ISO 11074:2015-11

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 16637-2 (DIN SPEC 18046-2):2014-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überführung der Technischen Spezifikation in eine Europäische Norm (siehe Abschnitt 12 und Anhang E);
- b) Ergänzung von Anforderungen bezüglich der Anzahl der Eluate (siehe 5.2);
- c) Ergänzung von Anforderungen zur Bestimmung der geometrischen Oberfläche von Probestücken, die dünner als 40 mm sind (siehe 8.3.3);
- d) Ergänzung von Informationen zur Bestimmung der geometrischen Oberfläche von ungleichförmigen Probestücken (siehe Anhang F);
- e) Aktualisierung der normativen und informativen Querverweisungen;
- f) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Gegenüber DIN EN 16637-2:2024-01 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- g) in 4.1 wird die Variable „i“ kursiv dargestellt;
- h) in 9.6, b) wurde das „<“ vor 0,5 mS/m entfernt;
- i) in Abschnitt 11, b), 8) wird der Parameter „N“ kursiv dargestellt;
- j) in Abschnitt 11, d), 5) wurde die Einheit von „mg/(mm²s)“ in „mg/(m²s)“ geändert;
- k) die Übersetzung von „Eluatanteil“ wurde in „Eluatfraktion“ geändert;
- l) weitere Übersetzungsanpassungen in Einleitung, Anwendungsbereich, 8.3.3, 9.2, 9.6, B.8.5.

Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 16637-2 (DIN SPEC 18046-2): 2014-11
DIN EN 16637-2: 2024-01

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 11074:2015-11, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch (ISO 11074:2015); Dreisprachige Fassung*
EN ISO 11074:2015

Deutsche Fassung

**Bauprodukte —
Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen —
Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung**

Construction products —
Assessment of release of dangerous substances —
Part 2: Horizontal dynamic surface leaching test

Produits de construction —
Évaluation du relargage de substances dangereuses —
Partie 2: Essai dynamique horizontal de lixiviation de
surface

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juli 2023 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	13
4.1 Symbole	13
4.2 Abkürzungen	14
5 Kurzbeschreibung	14
5.1 Allgemeines Prinzip	14
5.2 Anzahl der Eluate	15
6 Reagenzien	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Elutionsmittel	16
6.3 Spüllösungen	16
7 Geräte	17
8 Probenvorbereitung	18
8.1 Festlegungen zur Laborprobe	18
8.2 Festlegungen zur Untersuchungsprobe und Prüfmenge	18
8.3 Bestimmung der geometrischen Oberfläche	19
8.3.1 Allgemeines	19
8.3.2 Regelmäßige Probestücke	20
8.3.3 Probestücke, die dünner als 40 mm sind, wie etwa bahnenartige Produkte mit einer regelmäßigen geometrischen Fläche	20
8.3.4 Probestücke mit teilweise unregelmäßigen Seitenflächen	20
8.3.5 Unregelmäßige Probestücke ohne regelmäßige Seiten	21
9 Durchführung	22
9.1 Prüfbedingungen	22
9.2 Schritt 1 des Auslaugverfahrens	22
9.3 Schritte 2 bis 8 des Auslaugverfahrens	23
9.4 Messung des Masseverlustes	24
9.5 Weitere Vorbereitung der Eluate für die Analyse und Analyseschritte	24
9.6 Blindprobe	25
10 Beurteilung der Messergebnisse	25
10.1 Ausdruck der Ergebnisse in Konzentrationen	25
10.2 Angabe der Ergebnisse als flächenbezogene Freisetzung	25
10.3 Berechnung des Freisetzungsmechanismus	27
10.4 Berechnung des Masseverlustes	27
11 Dokumentation und Prüfbericht	27
12 Durchführung der Prüfung	29
13 Indirekte Verfahren	29
13.1 Definition	29
13.2 Festlegungen	29
13.3 Beispiele für „indirekte“ Verfahren	29
Anhang A (informativ) Verfahren für körnige Bauprodukte mit niedriger hydraulischer Leitfähigkeit (GLHC)	31
A.1 Anwendungsbereich	31
A.2 Begriffe und Abkürzungen	31
A.3 Kurzbeschreibung	31
A.4 Geräte	31
A.4.1 Allgemeines	31

A.4.2	Verschließbarer äußerer Behälter mit zylindrischem Innenbehälter	31
A.4.3	Glasperlen	32
A.5	Probenahme	33
A.6	Durchführung	33
A.6.1	Prüfbedingungen	33
A.6.2	Schritt 1 des Auslaugverfahrens	35
A.6.3	Schritte 2 bis 8 des Auslaugverfahrens	35
A.7	Datenbehandlung und Bericht	36
Anhang B	(informativ) Bewertung von Freisetzungsmechanismen (sofern gefordert)	37
B.1	Übersicht über die Freisetzungsmechanismen	37
B.2	Verfahren zur Identifizierung des Freisetzungsmechanismus	38
B.3	Nahe bei der Quantifizierungsgrenze liegende Konzentrationen	39
B.3.1	Niedrige Gesamtkonzentrationen	39
B.3.2	Abwaschen der Oberfläche, gefolgt von niedrigen Konzentrationen	40
B.4	Diffusionsgesteuerte Freisetzung eines Stoffs	41
B.4.1	Identifizierung der diffusionsgesteuerten Freisetzung	41
B.4.2	Abwaschen der Oberfläche vor einer diffusionsgesteuerten Freisetzung	42
B.4.3	Erschöpfung nach einer diffusionsgesteuerten Freisetzung	42
B.4.4	Abwaschen der Oberfläche vor einer diffusionsgesteuerten Freisetzung, gefolgt von Erschöpfung	42
B.5	Lösungsgesteuerte Freisetzung eines Stoffs	42
B.6	Sonstige Freisetzungsmechanismen	44
B.6.1	Unbekannter Freisetzungsmechanismus	44
B.6.2	Abwaschen der Oberfläche eines Stoffs	44
B.6.3	Erschöpfung eines Stoffs	44
B.6.4	Abwaschen der Oberfläche und Erschöpfung	45
B.7	Berechnung der Freisetzung	46
B.7.1	Flächenbezogene Freisetzung	46
B.7.2	Abwaschen der Oberfläche	46
B.7.3	Freisetzung im Fall von Auflösung	46
B.7.4	Extrapolation der kumulativen flächenbezogenen Freisetzung größerer Zeitwerte	46
B.8	Beispiele	47
B.8.1	Allgemeines	47
B.8.2	BEISPIEL 1 Abwaschen der Oberfläche vor einer diffusionsgesteuerten Freisetzung	47
B.8.3	BEISPIEL 2 Abwaschen der Oberfläche, gefolgt von niedrigen Konzentrationen	50
B.8.4	BEISPIEL 3 Diffusionsgesteuerte Freisetzung	53
B.8.5	BEISPIEL 4 Auflösungsgesteuerte Freisetzung	56
B.9	Auswertung verkürzter DSL-Prüfungen für die WPK	59
Anhang C	(informativ) Beispiele für die Prüfanordnung zur Prüfung (DSL) von Bauprodukten	62
Anhang D	(informativ) Beispiele für Daten über das L/A-Verhältnis	63
Anhang E	(informativ) Zusammenfassung der kumulativen Ergebnisse EN 16637-2 (64 Tage)	64
E.1	Wiederholpräzisions- und Vergleichspräzisionsgrenzen	64
E.2	Anorganische Stoffe	65
E.3	Organische Stoffe	68
Anhang F	(informativ) Unsicherheit bei der Messung von Oberflächen mit dem Aluminiumfolienverfahren	70
Literaturhinweise		72

Bilder

Bild A.1	— Schematische Darstellung des Verfahrens für körnige Bauprodukte mit geringer Durchlässigkeit	32
Bild B.1	— Freisetzungsmuster der Diffusion (links) und Auflösung (rechts)	37
Bild B.2	— Zusammenfassung des Verfahrens zur Identifizierung des Freisetzungsmechanismus und Festlegung des Grades der Freisetzung	39

Bild B.3 — Grafiken zum Abwaschen der Oberfläche vor diffusionsgesteuerter Freisetzung . . . 50
Bild B.4 — Grafiken zu Abwaschen der Oberfläche, gefolgt von niedrigen Konzentrationen . . . 53
Bild B.5 — Grafiken zur diffusionsgesteuerten Freisetzung . . . 56
Bild B.6 — Grafiken zur auflösungsgesteuerten Freisetzung . . . 59
Bild C.1 — Anordnung zur Prüfung eines Probestücks aus Beton . . . 62
Bild C.2 — Anordnung zur Prüfung von Dachpappe . . . 62

Tabellen

Tabelle 1 — Erneuerungszeiten des Auslaugmittels . . . 24
Tabelle A.1 — Erneuerungszeiten des Auslaugmittels . . . 36
Tabelle B.1 — Berechnung des MSE ohne Erschöpfung und mit Erschöpfung . . . 41
Tabelle B.2 — Berechnung der flächenbezogenen Freisetzung für Zeitwerte von mehr als 64 Tagen . . . 46
Tabelle B.3 — Berechnung der flächenbezogenen Freisetzung für verkürzte DSL-Prüfungen . . . 59
Tabelle D.1 — Behälterabmessungen bezogen auf Probestücke verschiedener Größen und/oder Abmessungen ($L/A = 80$) . . . 63
Tabelle E.1 — Übliche Werte und beobachtete Bereiche für Wiederhol- und Vergleichsgrenzen . . 64
Tabelle E.2 — Allgemeine Leistungsdaten als Ergebnisse der Validierung der Freisetzung anorganischer und organischer Stoffe in Abhängigkeit von der Zeit in einer monolithischen Auslaugprüfung für Bauprodukte . . . 65
Tabelle E.3 — Monolithische Kupferschlacke (MCS), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , As-Pb . . . 66
Tabelle E.4 — Monolithische Kupferschlacke (MCS), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , S-Zn . . . 66
Tabelle E.5 — Zementstabilisierte Kohleflugasche (CSC), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , As-Pb . . . 66
Tabelle E.6 — Zementstabilisierte Kohleflugasche (CSC), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , S-Zn . . . 67
Tabelle E.7 — Dampfgehärteter Porenbeton (AAC), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , As-Pb . . . 67
Tabelle E.8 — Dampfgehärteter Porenbeton (AAC), kumulative 64-tägige Freisetzung in mg/m^2 , S-Zn . . . 68
Tabelle E.9 — Biozide in Putz — Diuron, Terbutryn und MIT . . . 68
Tabelle E.10 — Biozide in Putz — BIT, OIT und Carbendazim . . . 69
Tabelle F.1 — Oberflächenmessung: angegebene Werte . . . 70

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16637-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 16637-2:2014.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrags erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Anträge für seine Mitgliedstaaten.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Überführung einer technischen Spezifikation in eine Europäische Norm (siehe Abschnitt 12 und Anhang E);
- Hinzufügung von Anforderungen an die Anzahl an Eluatn (siehe 5.2);
- Hinzufügung von Anforderungen an die Bestimmung der geometrischen Oberfläche für Probestücke, die dünner als 40 mm sind (siehe 8.3.3);
- Hinzufügung von Informationen über die Bestimmung der geometrischen Oberfläche unregelmäßiger Probestücke (siehe Anhang F);
- Aktualisierung normativer und informativer Querverweisungen.

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von CEN/TS 15863 [2] erarbeitet, die auf NEN 7375 [3] beruht.

Dieses Dokument legt eine dynamische Oberflächenauslaugprüfung fest, welche der Bestimmung der oberflächenabhängigen Freisetzung von Stoffen aus einem monolithischen, platten- oder bahnenartigen Bauprodukt oder körnigen Bauprodukten mit niedriger hydraulischer Leitfähigkeit unter standardisierten Bedingungen dient.

EN 16637, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen*, besteht derzeit aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Leitfaden für die Festlegung von Auslaugprüfungen und zusätzlichen Prüfschritten;*
- *Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung;*
- *Teil 3: Horizontale Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom.*

EN 16637-1 behandelt die Auswahl und Verwendung von Prüfverfahren für das Auslaugen von Bauprodukten unter Berücksichtigung spezifischer Situationen. EN 16637-3 legt eine Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom zur Bestimmung des Auslaugverhaltens körniger Bauprodukte unter genormten Perkulationsbedingungen fest.

Hintergrundinformationen zur Charakterisierung des Auslaugverhaltens von Bauprodukten können den Technischen Berichten des CEN/TC 351 (d. h. CEN/TR 16098 [4] und CEN/TR 16496 [5]) entnommen werden.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Europäischen Normen EN 16637-1, EN 16637-2 und EN 16637-3 werden im Rahmen des Mandats M/366 erarbeitet, um die Freisetzung regulierter gefährlicher Stoffe (RDS; en: regulated dangerous substances) aus Bauprodukten in den Boden, das Oberflächenwasser und das Grundwasser zu bewerten. Mit den unter dem Normungsauftrag M/366 entwickelten horizontalen Prüfverfahren soll die Übereinstimmung mit notifizierten Vorschriften gezeigt werden. Die Prüfungen decken die Freisetzung von Stoffen aus Bauprodukten ab, insbesondere derjenigen Stoffe, die in notifizierten Vorschriften in einem oder mehreren EU-Mitgliedstaat(en) geregelt sind.

EN 16637-1 legt fest, wie die Technischen Produktkomitees von CEN und die EOTA-Fachleute die geeignete Auslaugprüfung zur Ermittlung der Freisetzung von regulierten gefährlichen Stoffen aus Bauprodukten in den Boden, das Oberflächenwasser und das Grundwasser bestimmen sollten. Außerdem vermittelt EN 16637-1 den Technischen Produktkomitees des CEN Hintergrundinformationen zu den folgenden Aspekten:

- a) Beschreibung der für die vorgesehene Verwendung des Bauprodukts geltenden Bedingungen (z. B. oberirdisches beregnetes ausgesetztes Bauprodukt, geschützt vor direktem Eindringen von Wasser, im Oberflächen- oder Grundwasser) hinsichtlich der Freisetzung von RDS in den Boden, das Oberflächenwasser und das Grundwasser;
- b) Identifizierung der Hauptfreisetzungsmechanismen und der geeigneten Auslaugprüfung für ein gegebenes Bauprodukt.

EN 16637-2 legt ein horizontales Prüfverfahren zur Bewertung der oberflächenabhängigen Freisetzung aus monolithischen, plattenartigen oder folienartigen Bauprodukten (Trogtest) fest.

EN 16637-3 legt ein horizontales Prüfverfahren zur Bewertung der Freisetzung aus körnigen Bauprodukten fest.

Die Prüfverfahren können für beide Schritte in der Hierarchie [Typprüfung (en: type testing (TT)) und werkseigene Produktionskontrolle (WPK)] verwendet werden und stellen die Referenzprüfung für die in EN 16637-1 festgelegten Verwendungszwecke und Bedingungen dar. In dieser Prüfhierarchie können unter Umständen auch „indirekte Prüfungen“ verwendet werden, allerdings sind diese nicht angegeben.

Die Freisetzung von Stoffen bei Kontakt mit Wasser führt bei der vorgesehenen Verwendung von Bauprodukten zu einem möglichen Risiko für die Umwelt. Der Sinn dieser Prüfungen ist es, das Auslaugverhalten von Bauprodukten zu bestimmen, um Bewertungen der Freisetzung von RDS aus diesen Produkten in den Boden, das Oberflächenwasser und das Grundwasser unter den bestimmungsgemäßen Verwendungsbedingungen für die CE-Kennzeichnung und Bewertung und Verifizierung der Leistungskonstanz zu ermöglichen.

Die Abschätzung der Auswirkungen ist nicht Gegenstand dieses Dokuments. Da die in dem Dokument beschriebenen Prüfverfahren im Kontext mit der Abschätzung von Auswirkungen und auf Abschätzung der Auswirkungen basierenden Regelungen verwendet werden können, enthält EN 16637-1:2023, Anhang A (informativ), eine Anleitung zu diesem Thema.

Zusätzlich zu vorhandenen Validierungsergebnissen hat CEN/TC 351 2011 mit einem umfangreichen Forschungsprogramm zur Robustheitsvalidierung der bestehenden Tank-Auslaug- und -Perkulationsprüfungen begonnen. Das Programm wurde von einem Konsortium aus europäischen Fachleuten an 20 Bauprodukten durchgeführt, um die Unterschiede zwischen den Prüfprotokollen der verschiedenen CEN-Mitgliedstaaten zu vereinheitlichen und den Einfluss der Prüfbedingungen auf das Prüfergebnis festzustellen (z. B. Temperatur, Durchflussrate, Zeitplan zur Erneuerung des Elutionsmittels). Die Ergebnisse [6] des Forschungsprogramms haben die aus früheren Arbeiten bekannte Robustheit der horizontalen Prüfungen bestätigt. Die Schlussfolgerungen aus dem Programm wurden in die technischen Spezifikationen für die Prüfungen integriert. Die Leistung der Auslaugprüfungen hinsichtlich der Wiederholpräzision und Vergleichspräzision wurde aus einem zweiten Validierungsschritt abgeleitet und entsprechende Daten [7], [8] sind in diesem Dokument und in EN 16637-3:2023 enthalten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt eine dynamische Oberflächenauslaugprüfung (DSL_T) fest, welche der Bestimmung der Freisetzung von anorganischen und/oder nichtflüchtigen organischen Stoffen je Flächeneinheit aus einem monolithischen, platten- oder bahnenartigen Produkt in Abhängigkeit von der Zeit dient, wenn diese Bauprodukte mit einer wässrigen Lösung (Auslaugmittel) in Berührung kommen. Das Prüfverfahren ist für Stoffe, die unter Umgebungsbedingungen flüchtig sind, nicht geeignet.

Diese Prüfung ist eine parameterspezifische Prüfung, die auf die Identifizierung und Festlegung von parameterspezifischen Eigenschaften, die unter festgelegten Bedingungen geprüft werden, gerichtet ist. Sie hat nicht zum Ziel, reale Situationen nachzubilden. Die Anwendung der Ergebnisse auf spezifische Bedingungen der vorgesehenen Verwendung kann mittels Modellierung erfolgen (nicht in diesem Dokument enthalten).

Das Prüfverfahren gilt für mehr oder weniger regelmäßig geformte Prüfmengen, die aus monolithischen Probestücken mit Mindestabmessungen von 40 mm in allen Richtungen bestehen [Volumen > 64 000 mm³ (64 cm³)]. Es gilt ebenso für platten- oder bahnenartige Produkte mit dem Auslaugmittel ausgesetzten Oberflächen von mindestens 10 000 mm² (100 cm²). Produkte, die zur Ableitung von Wasser entwickelt wurden (z. B. Traufenspflaster, Porenasphalt), sowie monolithische körnige Produkte nach EN 16637-1:2023, Tabelle 1, sind ebenfalls mit diesem Prüfverfahren zu prüfen. Bei allen zu prüfenden Produkten wird davon ausgegangen, dass sie über einen für die betrachtete vorgesehene Verwendung maßgeblichen Zeitrahmen unversehrt bleiben.

Die Modifikation für körnige Bauprodukte mit geringer Durchlässigkeit (Anhang A) gilt für körnige Partikel mit einem so geringen Wasserableitvermögen zwischen den Körnern, dass die Perkolation in Perkulationsprüfungen und in der Praxis nahezu unmöglich ist.

Metalle, metallische Beschichtungen und organische Beschichtungen auf Metallen sind vom Anwendungsbereich dieses Dokuments ausgenommen, da die Grundsätze dieser Prüfung (Diffusion) von diesen Produkten nicht befolgt werden. Ein Leitfaden über die Notwendigkeit der Prüfung dieser Produkte steht zur Diskussion.

Bei einigen Beschichtungen (z. B. einige Putze mit organischen Bindemitteln nach EN 15824 [9]), die zeitweilig mit Wasser in Berührung kommen, könnten physikalische und chemische Eigenschaften bei dauerhaftem Kontakt mit Wasser geändert werden. Für diese Produkte ist dieses Dokument nicht geeignet.

Eine Anleitung zur Anwendbarkeit des Prüfverfahrens für ein bestimmtes Produkt ist in EN 16637-1 enthalten.

ANMERKUNG 1 Dieses Prüfverfahren ist nur dann anwendbar, wenn das Produkt chemisch beständig ist und die Matrix sich nicht auflöst. Bei Bauprodukten, die bei ihrer Verwendung möglicherweise mit Wasser in Berührung kommen, ist das üblicherweise der Fall, da solche Bauprodukte dann maßbeständig sein sollten. Wenn ein Produkt bei seiner vorgesehenen Verwendung im beträchtlichen Maße abnutzt, kann die Prüfung keine angemessenen Informationen liefern. Wenn das Produkt eine erhebliche Menge wasserlöslicher Verbindungen enthält, z. B. Gips oder Anhydrit, ist eine (teilweise) Auflösung der Matrix möglich, was zu einer mäßigen Unbeständigkeit des Probestücks führt. In diesem Fall kann die Prüfnorm ebenfalls nicht angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Es ist nicht immer möglich, die Prüfbedingungen für anorganische und organische Stoffe gleichzeitig zu optimieren. Optimale Prüfbedingungen können darüber hinaus je nach organischer Stoffgruppe variieren. Die Prüfanforderungen an organische Stoffe sind im Allgemeinen strenger als bei anorganischen Stoffen. Die für die Messung der Freisetzung organischer Stoffe geeigneten Prüfbedingungen sind grundsätzlich auch für anorganische Stoffe anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

EN 15934, *Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall — Berechnung des Trockenmassenanteils nach Bestimmung des Trockenrückstands oder des Wassergehalts*

EN 16637-1, Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Teil 1: Leitfaden für die Festlegung von Auslaugprüfungen und zusätzlichen Prüfschritten

EN 16687:2023, Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Terminologie

EN 17087, Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Herstellung von Prüfmengen aus der Laborprobe zur Prüfung der Freisetzung und zur Gehaltsanalyse

EN 17195, Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Analyse von anorganischen Stoffen in Eluaten

EN ISO 5667-3, Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben (ISO 5667-3)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 16687:2023 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Eluat

Lösung, die durch eine Auslaugprüfung erhalten wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.8]

3.2

Laborprobe

Probe oder Teilprobe(n), die dem Laboratorium zugesendet wird (werden) oder bei diesem eingeht (eingehen)

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Laborprobe durch Teilen, Schneiden, Sägen, Kernbohren, Mischen, Trocknen, Mahlen, Aushärten oder durch Kombination dieser Arbeitsschritte weiter vorbereitet wird, ist das Ergebnis die Untersuchungsprobe. Wenn keine Vorbereitung der Laborprobe erforderlich ist, entspricht die Laborprobe der Untersuchungsprobe. Eine Prüfmenge wird zur Durchführung der Prüfung oder zur Analyse aus der Untersuchungsprobe entnommen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Laborprobe ist die letzte Probe aus Sicht der Probenahme, jedoch die Ausgangsprobe aus Sicht des Labors.

[QUELLE: IUPAC 2014, modifiziert — gekürzt und spezifiziert]

3.3

Elutionsmittel

Auslaugmittel

Flüssigkeit, die bei der Auslaugprüfung mit der Prüfmenge in Kontakt gebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise wird demineralisiertes Wasser als Auslaugmittel bei Laborprüfungen verwendet.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.7]

3.4

Auslaugverhalten

Elutionsverhalten

Freisetzung und zeitliche Veränderung der Freisetzung aus einem festen Produkt in Kontakt mit einem Elutionsmittel als Funktion der wesentlichen freisetzungskontrollierenden Faktoren

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für solche Faktoren sind pH-Wert, L/S -Verhältnis, L/A -Verhältnis und Temperatur.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.10]

3.5

Freisetzungsmechanismus

physikalisch-chemische Prozesse, welche die Freisetzung von Stoffen aus einem festen Bauprodukt in ein Elutionsmittel steuern

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei monolithischen Produkten sind die hauptsächlichen Freisetzungsmechanismen die Diffusion von Stoffen, die Löslichkeit von Stoffen, das anfängliche Abwaschen von der Oberfläche und/oder die Auflösung der Matrix. Bei körnigen Produkten sind die hauptsächlichen Freisetzungsmechanismen das Auswaschen und die Löslichkeit. Zusätzliche Faktoren wie der pH-Wert oder der DOC beeinflussen ebenfalls den Freisetzungsmechanismus.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Freisetzungsmechanismus jedes Stoffes kann aus den Ergebnissen der Freisetzungsprüfung (Tank-Auslaugprüfung) bestimmt werden. Die Bestimmung des Freisetzungsmechanismus ist maßgebend für die Modellierung des Quellterms und dient somit der Bestimmung der Effekte auf Boden und Wasser über einen gewissen Zeitraum hinweg.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.18, modifiziert — Anmerkung 2 zum Begriff wird auf die Tank-Auslaugprüfung beschränkt]

3.6

Verhältnis von Flüssigkeit zu Oberfläche

L/A -Verhältnis

Verhältnis zwischen dem Volumen der Flüssigkeit (L) und der exponierten Oberfläche (A) der Prüfmenge, mit der sie in einem bestimmten Abschnitt der Prüfung in Kontakt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: L/A wird ausgedrückt in l/m^2 .

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.13]

3.7

monolithisches Produkt

Produkt, das über bestimmte Mindestabmessungen sowie über physikalische und mechanische Eigenschaften verfügt, die seine Unversehrtheit über einen bestimmten Zeitraum unter den vorhergesehenen bestimmungsgemäßen Verwendungsbedingungen sicherstellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Monolithische Produkte werden üblicherweise durch eine dynamische Oberflächenauslaugprüfung geprüft.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.1.2.4]

3.8

plattenartiges Produkt

Produkt, das als halbsteife oder steife Platte über bestimmte Mindestabmessungen sowie physikalische und mechanische Eigenschaften verfügt, die seine Unversehrtheit über einen bestimmten Zeitraum unter den berücksichtigten bestimmungsgemäßen Verwendungsbedingungen sicherstellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Plattenartige Produkte werden üblicherweise durch eine dynamische Oberflächenauslaugprüfung geprüft.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.1.2.5]

3.9

Freisetzung

Emission

<Auslaugung> Freisetzung von chemischen Stoffen (z. B. nichtflüchtige organische Verbindungen, Schwermetalle, Salze) aus einem Bauprodukt in den Boden, das Oberflächen- oder Grundwasser oder in das Elutionsmittel einer Prüfvorrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Freisetzung in den Boden, in das Oberflächen- oder Grundwasser kann als flächenbezogene Freisetzung (Tank-Auslaugprüfung, z. B. mg/m^2) oder als massenbezogene Freisetzung (Perkolationsprüfung, z. B. mg/kg) ausgedrückt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Begriffe „Emission“ und „Freisetzung“ haben grundsätzlich die gleiche Bedeutung. Der Begriff „Emission“ wird jedoch traditionell für die Abgabe chemischer Stoffe oder Strahlung in die Luft und der Begriff „Freisetzung“ für die Abgabe chemischer Stoffe in Boden oder Wasser verwendet.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.16]

3.10

Freisetzungsrates

produktspezifische Rate, welche die Masse eines Stoffs angibt, der von einem Produkt in einem bestimmten Zeitintervall bei einer Auslaugprüfung im Labor freigesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Freisetzungsrates wird ausgedrückt in $(\text{mg}/\text{m}^2)/\text{d}$ (Tank-Auslaugprüfung) oder in $(\text{mg}/\text{kg})/\text{d}$ (Perkolationsprüfung). Die flächenbezogene Freisetzungsrates wird auch als „Flux“ bezeichnet.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.19, modifiziert — Anmerkung 2 zum Begriff gestrichen]

3.11

Zeitplan zur Erneuerung des Elutionsmittels

Auswahl der Zeitintervalle, nach welchen das Elutionsmittel erneuert wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.11]

3.12

Probe

Anteil eines Materials, das aus einer größeren Menge des Materials ausgewählt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Art der Auswahl der Probe wird üblicherweise im Probenahmeplan beschrieben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Probe“ wird oft mit einer Vorsilbe versehen (z. B. Laborprobe, Untersuchungsprobe), um den Probentyp und/oder den bestimmten Schritt bei der Probenahme anzugeben, auf den sich das erhaltene Material bezieht.

[QUELLE: ISO 11074:2015 [22], 4.1.17, modifiziert — „Boden“ gestrichen]

3.13

bahnenartiges Produkt

Produkt, das als biegsame oder halbbiegsame Folie über bestimmte Mindestabmessungen sowie über physikalische und mechanische Eigenschaften verfügt, die seine Unversehrtheit über einen bestimmten Zeitraum unter den berücksichtigten bestimmungsgemäßen Verwendungsbedingungen sicherstellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bahnenartige Produkte werden üblicherweise durch eine dynamische Oberflächenauslaugprüfung geprüft.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.1.2.6]

3.14

Probestück

<Auslaugung> einzelnes monolithisches, platten- oder bahnenartiges Stück als Teil der Prüfmenge

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.5]

3.15

Prüfmenge

Untersuchungsmenge

aus der Untersuchungsprobe direkt zur Prüfung/Analyse entnommene Menge, üblicherweise von bekanntem Maß, bekannter Masse oder bekanntem Volumen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Prüfmenge kann aus mehr als einem Teil bestehen.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.3, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff und Anmerkung 2 zum Begriff gestrichen, neue Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

3.16

Untersuchungsprobe

Analysenprobe

Probe, die aus der Laborprobe hergestellt wird und aus der Prüfmengen für die Prüfung oder Analyse entnommen werden

[QUELLE: IUPAC 2014]

3.17

exponierte Oberfläche

A

<Tank-Auslaugprüfung> Teil der Gesamtoberfläche der Prüfmenge, die dem Elutionsmittel ausgesetzt ist

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.12]

3.18

verdichtetes körniges Produkt

körniges Produkt, das aufgrund sehr kleiner Poren zwischen den Partikeln nur eine geringe Durchlässigkeit besitzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Verdichtete körnige Produkte werden üblicherweise durch ein Prüfverfahren für körnige Bauprodukte mit geringer hydraulischer Leitfähigkeit geprüft, da die Perkulationsprüfung aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Produkte hier nicht anwendbar ist.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.1.2.2]

3.19

monolithisches körniges Produkt

körniges Produkt mit spezifischen Anforderungen an die Verteilung der Korngröße, das in einer dynamischen Oberflächenauslaugprüfung (DSLIT) geprüft wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.1.2.3]

3.20

Prüfverfahren für körnige Bauprodukte mit niedriger hydraulischer Leitfähigkeit

GLHC, en: test method for granular construction products with low hydraulic conductivity

Verfahren zur Auslaugprüfung, bei dem eine festgelegte Oberfläche eines körnigen Bauproduktes mit geringer Durchlässigkeit einem Elutionsmittel ausgesetzt wird, das in aufeinanderfolgenden Zeitintervallen erneuert wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.4]

3.21

dynamische Oberflächenauslaugprüfung

DSLT, en: dynamic surface leaching test

Verfahren zur Auslaugprüfung, bei dem ein monolithisches, bahnen- oder plattenartiges Produkt in ein Elutionsmittel getaucht wird, das in aufeinanderfolgenden Zeitintervallen erneuert wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.3, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen]

3.22

Bestimmungsgrenze

BG

niedrigster Wert eines Analyten (Bestimmungsgröße), der mit akzeptabler Richtigkeit und Präzision, üblicherweise bestimmt als das Dreifache der Nachweisgrenze der Methode, bestimmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die BG ist die niedrigste Konzentration eines Analyten, die innerhalb der Sicherheitsgrenzen nach Wiederholmessungen quantifiziert werden kann. Als „Faustregel“ wird üblicherweise das Dreifache der Nachweisgrenze des Analyseverfahrens verwendet.

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.1.14, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

3.23

Nachweisgrenze der Methode

MDL, en: method detection limit

niedrigste Konzentration eines Analyten, die mit einem konkreten analytischen Verfahren einschließlich Probenaufbereitung mit einer definierten statistischen Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.1.12, modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen]

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole:

A	geometrische Fläche der Prüfmenge, exponierte Oberfläche des Probestücks/der Probestücke in m^2
c_i	Konzentration des Stoffs im Eluat i , in $\mu\text{g/l}$
L	Volumen der Flüssigkeit, die in Kontakt mit der Prüfmenge ist, in l
m_a	Masseverlust, in g/m^2
m_s	Masse des Feststoffs, der während der Prüfung abgefallen ist, in g
R_n	kumulative flächenbezogene Freisetzung des Stoffs über den Zeitraum n einschließlich Anteil $i = 1$ bis n , in mg/m^2
r_i	flächenbezogene Freisetzung des Stoffs in Anteil i , in mg/m^2
P	Probestück;

V_P Volumen der Prüfmenge, in l;
 V_I Volumen des Auslaugmittels, in l.

4.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

DL	Nachweisgrenze (en: detection limit)
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff (en: dissolved organic carbon)
DSL _T	dynamische Oberflächenauslaugprüfung (en: dynamic surface leaching test)
GLHC	Verfahren für körnige Bauprodukte mit niedriger hydraulischer Leitfähigkeit (en: test for granular construction products with low hydraulic conductivity)
FEP	Perfluorethylenpropylen (en: fluorinated ethylene Propylene)
WPK	werkseigene Produktionskontrolle (en: factory production control)
HDPE	hochdichtes Polyethylen (en: high-density polyethylene)
BG	Bestimmungsgrenze (en: limit of quantification)
MDL	Nachweisgrenze der Methode (en: method detection limit)
PAH	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (en: polycyclic aromatic hydrocarbons)
PCB	polychloriertes Biphenyl (en: polychlorinated biphenyl)
PE	Polyethylen (en: polyethylene)
PET	Polyethylenterephthalat (en: polyethylene terephthalate)
PMMA	Polymethylmethacrylat (en: polymethyl methacrylate)
PP	Polypropylen (en: polypropylene)
PTFE	Polytetrafluorethylen (en: polytetrafluorethylene)
RDS	regulierte gefährliche Stoffe (en: regulated dangerous substances)
TPH	Gesamtgehalt an Mineralölkohlenwasserstoffen (en: total petroleum hydrocarbons)

5 Kurzbeschreibung

5.1 Allgemeines Prinzip

Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Freisetzung von Stoffen aus einem monolithischen, platten- oder bahnenartigen Produkt mit einem Auslaugmittel, das in Kontakt mit der Oberfläche des Produkts ist, in Abhängigkeit von der Zeit.

Die Prüfmenge des Produkts wird in einen Reaktor/Auslaugungsbehälter gegeben und die freiliegende (auszulaugende) Oberfläche wird vollständig in ein Auslaugmittel eingetaucht. Das Auslaugmittel wird bis zu einem entsprechend Flüssigkeit/Oberfläche-Verhältnis (*L/A*-Verhältnis) vorgegebenen Volumen bei einer festgelegten Temperatur in den Auslaugbehälter eingeleitet und in festgelegten zeitlichen Abständen erneuert.

Es sind folgende Prüfbedingungen festgelegt:

- a) die Art des Auslaugmittels (das Normauslaugmittel ist pH-neutrales demineralisiertes Wasser wie in 6.2 festgelegt);
- b) die Temperatur (siehe 9.1);

- c) das L/A -Verhältnis (l/m^2) (siehe 9.2);
- d) die Gesamtdauer der Prüfung (siehe 9.3);
- e) die Anzahl der Eluate, die zu den festgelegten Zeitabschnitten zu sammeln sind (siehe 9.3).

Dieses Prüfverfahren erzeugt Eluate, die nachfolgend mittels physikalischer, chemischer und ökotoxikologischer Verfahren in Übereinstimmung mit vorhandenen Normverfahren charakterisiert werden müssen. Besondere Vorkehrungen sind möglicherweise hinsichtlich der Wahl der Geräteausstattung und der Stoffe, des Umgangs mit Eluaten und der Verhinderung von biologischem Abbau erforderlich, wenn die Auslaugung von nichtflüchtigen organischen Stoffen von Interesse ist.

Für Produkte, deren Durchlässigkeit zu gering ist, um eine übliche Perkulationsprüfung nach EN 16637-3:2023 (z. B. lehmartige oder pastöse Produkte) durchzuführen, ist in Anhang A ein modifiziertes „Verfahren für körnige Bauprodukte mit niedriger hydraulischer Leitfähigkeit (GLHC)“ angegeben. Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem DSLT-Verfahren hinsichtlich der Prüfausrüstung und der Probenvorbereitung, um die Beanspruchung einer eindeutig festgelegten Oberfläche sicherzustellen. Alle sonstigen Bedingungen (z. B. Flüssigkeit-Oberfläche-Verhältnis, Erneuerungszeiten des Auslaugmittels, Auslaugmittel und Umgang mit Daten) entsprechen denen, die beim regulären DSLT zur Anwendung kommen.

Die Eluatfraktionen werden physikalisch und chemisch entsprechend vorhandener Normen charakterisiert.

Ein Verlust an Feststoff aus dem Probestück während des Versuchs deutet auf eine eingeschränkte Langzeit-Beständigkeit hin.

Die Prüfergebnisse werden in Abhängigkeit von der Zeit sowohl in mg der Stoffe, die kumulativ je m^2 der geometrischen Oberfläche des dem Auslaugmittel ausgesetzten Produkts freigesetzt werden, als auch in mg der Stoffe, die je Liter des Eluats freigesetzt werden, jeweils nach 64 Tagen, angegeben.

ANMERKUNG Die Ergebnisse können zusätzlich als Fluss (mg der je m^2 je Sekunde freigesetzten Stoffe) für jede Eluatfraktion in Abhängigkeit von der Zeit angegeben und im Bericht erfasst werden.

Die Prüfbedingungen (L/A -Verhältnis, Schema zur Erneuerung des Auslaugmittels) wurden so gestaltet, dass die Identifizierung der Auslaugungsmechanismen und ihrer jeweiligen Bedeutung möglich ist. Die wichtigsten Auslaugungsmechanismen, die unterschieden und identifiziert werden können, sind:

- f) Diffusion (durch die Poren und/oder aus der Oberfläche zu der Menge des Auslaugmittels);
- g) anfängliches Abwaschen der Oberfläche;
- h) sonstige Prozesse (z. B. Löslichkeitskontrolle, Änderungen der Speziierung, Verarmung).

5.2 Anzahl der Eluate

Die dynamische Oberflächenauslaugprüfung erfordert im Referenzfall eine Analyse von acht Eluaten zur Bestimmung der Freisetzung gefährlicher Stoffe für einen Zeitraum von bis zu 64 Tagen. Diese Ergebnisse werden für die Charakterisierung des Bauprodukts benötigt und ermöglichen die Bestimmung des Freisetzungsmechanismus nach Anhang B.

Für spezifische andere Szenarien als die Charakterisierung kann es vorteilhaft sein, Eluate zu kombinieren oder die gesamte Prüfdauer zu begrenzen, solange die Dauer jedes einzelnen Schritts eingehalten wird. Beispiele für solche Szenarien sind:

- a) *Freisetzung über einen bestimmten Zeitraum.* Wenn es genügt, die kumulative Freisetzung über einen vorgegebenen Zeitraum wie etwa 36 Tage zu kennen, kann die Prüfung nach der Sammlung bis zum (in diesem Fall) siebten Eluat beendet werden.

- b) *Langzeitüberwachung.* Sofern die Szenariobeschreibungen Zeiträume von mehr als 64 Tagen fordern (z. B. Bauprodukte, die als Ablassleitungen dienen), können zusätzliche Fraktionen über einen längeren Zeitraum gesammelt werden. Zusätzliche Zeitschritte sollten auf der Diffusion basieren und nicht zu lang sein, um einen Beharrungszustand zu verhindern.
- c) *Werkseigene Produktionskontrolle oder Überwachung.* Im Fall der werkseigenen Produktionskontrolle oder zum Zweck der Überwachung dürfen verschiedene Prüfverfahren angewendet werden:
- 1) Im Fall der Prüfung in Übereinstimmung mit der Norm können gesammelte sukzessive Eluate zu einem oder mehreren gemischten Eluaten kombiniert werden, z. B. 0 Tage bis 64 Tage (Mischung der Eluate 1 bis 8) oder 0 Tage bis 1 Tag (Mischung der Eluate 1 bis 2), 1 Tag bis 9 Tage (Mischung der Eluate 3 bis 5) und 9 Tage bis 64 Tage (Mischung der Eluate 6 bis 8). Wenn es ausreichend ist, die kumulative Freisetzung über einen kürzeren Zeitraum zu kennen, wie in a) erwähnt, dürfen andere Optionen erwogen werden, z. B. 1 Tag (Eluate 1 bis 2) oder 4 Tage (Eluate 1 bis 4). Für die bestimmungsgemäße Prüfung wird betont, dass die Zeitschritte nicht kombiniert oder geändert werden sollten, sondern nur die sukzessiven Eluate, die nach jedem Zeitschritt gesammelt werden, wie in diesem Dokument festgelegt.
 - 2) Bei Anwendung eines alternativen Prüfverfahrens (indirektes Prüfverfahren) darf die Freisetzung nach beispielsweise 1 Tag oder 4 Tagen extrapoliert werden, um die Freisetzung nach 64 Tagen oder einem anderen geeigneten Zeitraum vorherzusagen. Darüber hinaus können andere Zeitschritte angewendet werden wie etwa ein Zeitraum von 1 Tag anstatt zwei Zeitschritte von 6 Stunden und 18 Stunden oder andere Auslaugprüfungen dürfen angewendet werden. Eine weitere Anleitung zur Anwendung indirekter Prüfverfahren ist in Abschnitt 13 angegeben.

ANMERKUNG Einige Gemische wie etwa Biozide könnten gegebenenfalls nicht ohne Stabilisierung oder Tiefkühlung über einen solchen langen Zeitraum stabil sein. Es kann erforderlich sein, die in EN ISO 5667-3 oder in den Normen zur Analyse dieser Gemische enthaltenen Empfehlungen zu berücksichtigen.

Solange der Zeitplan auf dem Zeitplan in diesem Dokument basiert und die Prüfung nach diesem Dokument durchgeführt wird, entspricht die an einem kombinierten Eluat gemessene Freisetzung der kumulativen Freisetzung der Referenzprüfung. Die in Anhang B angegebenen Freisetzungsmechanismen können im Fall der Analyse kombinierter Eluate nicht bestimmt werden.

6 Reagenzien

6.1 Allgemeines

Sofern nicht anders festgelegt, sind nur Reagenzien von anerkannter Analysenreinheit (analysenrein, Reinheit von 99,9 %) zu verwenden.

6.2 Elutionsmittel

Als Auslaugmittel wird demineralisiertes Wasser oder deionisiertes Wasser oder Wasser von vergleichbarer Reinheit mit einer Leitfähigkeit $< 0,5 \text{ mS/m}$ verwendet.

Sofern die Freisetzung organischer Verbindungen untersucht wird, kann das Auslaugmittel unter Umständen mit einem Konservierungsmittel stabilisiert werden (beispielsweise mit Natriumazid (NaN_3) mit einer Konzentration von 0,1 %), um den Bioabbau zu verhindern. Für ökotoxikologische Prüfungen sollten keine Konservierungsstoffe verwendet werden. Das Hinzufügen von Konservierungsstoffen kann auch die Freisetzung von anorganischen Stoffen beeinflussen.

6.3 Spüllösungen

Als Spüllösung wird Salpetersäure (analysenrein), $c(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ mol/l}$ und ein organisches Lösemittel (z. B. Aceton, analysenrein) verwendet.

7 Geräte

7.1 Allgemeines

Die in 7.2 bis 7.11 sowie 7.13 angegebenen Materialien und Geräte sind vor der Anwendung auf eine ordnungsgemäße Betriebsweise und auf das Nichtvorhandensein von störenden Elementen, die einen Einfluss auf das Prüfergebnis haben können, zu überprüfen (siehe 9.6).

Die in 7.4, 7.9, 7.10 und 7.12 beschriebenen Geräte müssen ebenfalls in entsprechend der Akkreditierung oder nationalen Normen kalibriert werden.

Übliche Laborausstattung und insbesondere Folgendes:

7.2 Auslaugbehälter oder -tanks

Es sind Auslaugbehälter oder -tanks von unterschiedlicher Größe aus Glas oder Kunststoff (z. B. HDPE, PMMA, PTFE, PE, PET, PP, PVC) zu verwenden, die verschlossen werden können, um längerfristigen Kontakt mit der Luft zu vermeiden. Wenn ausschließlich nichtflüchtige organische Stoffe von Interesse sind, darf nichtrostender Stahl verwendet werden. Wenn sowohl anorganische Stoffe als auch nichtflüchtige organische Stoffe von Interesse sind, sollten Glasgeräte verwendet werden.

Der Luftkontakt ist begrenzt zu halten, um bei Auslaugung von alkalischen Produkten die Aufnahme von CO₂ aus der Luft zu vermeiden. Um Karbonatisierung oder Oxidation zu vermeiden, darf die Prüfung in einer N₂-Atmosphäre durchgeführt werden.

Der Mindestabstand zwischen der/den auszulaugenden Oberfläche(n) der Prüfmenge(n), die den Behälterwänden gegenüberliegen, und den Wänden des Behälters oder Tanks muss rund um die Prüfmenge 20 mm betragen. In Anhang C und Anhang D sind Beispiele angegeben.

Um den direkten Kontakt auch an den Unterseiten des Probestücks mit dem Wasser zu ermöglichen, müssen Haltevorrichtungen aus gegenüber Auslaugung inertem Material verwendet werden. Die Haltevorrichtungen dürfen nicht die Oberflächen der dem Auslaugmittel ausgesetzten Probe signifikant beeinflussen. Bahnen- oder plattenartige Produkte dürfen an der Innenseite des Auslaugbehälters oder -tanks befestigt werden, wobei die auszulaugende Fläche in den Behälter/Tank hineinragen muss (siehe Anhang C und Anhang D) oder im Tank durch Befestigung am Deckel mittels eines Drahts anzuordnen ist.

7.3 Schneidevorrichtung mit Diamantsägeblatt und/oder Vorrichtung zum Kernbohren (trockenes Verfahren) oder sonstige geeignete Schneidewerkzeuge (siehe EN 17087).

7.4 Analysenwaage mit einer Fehlergrenze von mindestens 0,1 g.

7.5 Vorrichtung für die Messung der Probenabmessungen mit einer Fehlergrenze von mindestens 1 mm.

7.6 Messzylinder zur Volumenbestimmung mit einer Messunsicherheit von 1 %.

7.7 Filtrationsvorrichtung, entweder ein Vakuumfiltrationsgerät (zwischen 30 kPa und 70 kPa) (300 mbar bis 700 mbar) oder ein Hochdruckfiltrationsgerät (< 0,5 MPa) (5 bar).

7.8 Membranfilter zur Filtration der Eluate.

Für die Filtration von Eluaten, die auf anorganische Stoffe analysiert werden sollen, werden Membranfilter mit einer Porengröße von 0,45 µm (z. B. PTFE) verwendet. Für Eluate, die auf organische Stoffe analysiert werden sollen, dürfen keine Filter verwendet werden. Die Anforderungen an die Porengröße des verwendeten Geräts für die Analyse sollten jedoch berücksichtigt werden.

7.9 pH-Messgerät mit einer Fehlergrenze von mindestens 0,05 pH-Einheiten.

7.10 Leitfähigkeitsmessgerät mit einer Fehlergrenze von mindestens 0,1 mS/m.

7.11 Glas- oder Kunststoffflaschen, z. B. aus Glas, HDPE, PMMA, PTFE, PE, PET, PP, PVC.

Es sind Flaschen mit einem geeigneten Volumen und einem Schraubverschluss für das Sammeln von Eluat und die Konservierung von Eluatproben (gespült wie in EN ISO 5667-3 vorgegeben) zu verwenden.

ANMERKUNG Für anorganische Stoffe werden vorzugsweise HDPE/PP-Flaschen verwendet, außer bei Proben, die auf Quecksilber analysiert werden; für diese sind Glasflaschen zu verwenden.

7.12 Redoxpotential-Messgerät (optional)

7.13 Zentrifuge

Es ist eine Zentrifuge zu verwenden, die bei 20 000 *g* bis 30 000 *g* betrieben wird, mit Zentrifugenröhrchen aus FEP oder Röhrchen aus einem alternativen Werkstoff, der bezüglich sowohl anorganischer als auch organischer Stoffe inert und für die Hochgeschwindigkeitszentrifugation geeignet ist.

Wenn keine Hochgeschwindigkeitszentrifuge (Ultrazentrifuge) zur Verfügung steht, darf alternativ in Kombination mit einer verlängerten Zentrifugierdauer eine Zentrifuge eingesetzt werden, die bei 2 000 *g* bis 2 500 *g* betrieben wird und bei der Glasflaschen verwendet werden. Zur Aufrechterhaltung der gewünschten Temperatur muss Kühlung angewendet werden.

8 Probenvorbereitung

8.1 Festlegungen zur Laborprobe

Die Vorbereitung der Laborprobe muss der Produktnorm entsprechen.

Die Probenahme muss in Übereinstimmung mit der in der Produktnorm vorgesehenen Ergänzung zur Probenahme und den in EN 16637-1 beschriebenen zusätzlichen Verfahren durchgeführt werden, um eine repräsentative Laborprobe zu erhalten.

8.2 Festlegungen zur Untersuchungsprobe und Prüfmenge

Die Probenvorbereitung durch das Prüflabor besteht in der Herstellung der Untersuchungsprobe aus der Laborprobe sowie der Herstellung einer Prüfmenge einschließlich Ermittlung der geometrischen Oberfläche.

Die Untersuchungsprobe sollte aus der Laborprobe nach EN 17087 und jedem in der Produktnorm beschriebenen ergänzenden Verfahren hergestellt werden.

Die Untersuchungsprobe ist nach EN 17087 und entsprechend allen zusätzlichen in der Produktnorm beschriebenen Bedingungen zu lagern. Veränderungen der Untersuchungsprobe durch Kontakt mit der Atmosphäre (Trocknen, Karbonatisierung, Oxidation usw.), die das Auslaugen beeinflussen könnten, sind zu vermeiden.

Zur Durchführung der DSLT ist eine Prüfmenge erforderlich, die mindestens aus einem monolithischen oder platten- bzw. bahnenartigen Probestück besteht.

Zur Durchführung der Prüfung ist mindestens ein Probestück erforderlich, dessen Struktur, Homogenität und Zusammensetzung repräsentativ für das zu prüfende Produkt sein müssen. Jedes Probestück (*P*) muss ein Maß größer als 40 mm aufweisen (um Verarmung zu vermeiden) und aus praktischen Gründen muss das Volumen (*V_P*) bekannt sein und im Bericht angegeben werden.

Die Untersuchungsprobe darf aus mehreren Probestücken bestehen, um die Probenheterogenität, z. B. aufgrund einer heterogenen Zusammensetzung oder von unregelmäßigen Oberflächen, zu behandeln.

Für platten- und bahnenartige Produkte gelten nur 2D-Mindestabmessungen $[10\,000\text{ mm}^2\ (100\text{ cm}^2)]$ der exponierten Oberfläche]. Bei hohen Freisetzungsraten müssen diese jedoch begründet werden und es sollten Korrekturen durch Neuberechnung der Freisetzung bei 64 Tagen oder erneute Prüfung eines größeren Probestücks vorgenommen werden.

Wenn ein zu prüfendes formgepresstes oder monolithisches Produkt in einem Produktformat hergestellt wird, dessen kleinstes Maß weniger als 40 mm beträgt, kann dieses Produkt als Probestück *P* verwendet werden, wenn an einer Seite eine exakt zu bestimmende geometrische Fläche *A* von mindestens $7\,500\text{ mm}^2$ vorhanden ist und die anderen Seiten abgedeckt sind, sodass sie nicht zur Auslaugung beitragen.

Wenn die Prüfmenge durch Schneiden oder Kernbohren hergestellt wird, sollten zur Verhinderung von Artefakten die neu geschaffenen Oberflächen mit einem inerten Werkstoff abgedichtet (abgedeckt) werden, sofern nichts anderes festgelegt ist.

Zum teilweisen Abdecken eines Probestücks mit einer undurchlässigen Schicht muss ein Werkstoff verwendet werden, der keine Auswirkungen auf den Diffusionsvorgang aufgrund des Abgebens, Aufnehmens oder der (verzögerten) Übertragung der zu prüfenden Stoffe hat.

ANMERKUNG 1 Es wurde festgestellt, dass Acrylharz ein geeigneter undurchlässiger Werkstoff für Auslaugprüfungen von anorganischen Stoffen mit der DSLT ist.

ANMERKUNG 2 Eine Anleitung ist in EN 16637-1 enthalten.

Vor der Prüfung muss die Prüfmenge untersucht werden, um sicherzustellen, dass sie in einem für die Prüfung ordnungsgemäßen Zustand ist (z. B. keine tiefen Risse oder sonstige Beschädigungen).

Um die Repräsentativität eines in einem Behälter erzielten Prüfergebnisses zu erhöhen, kann eine Prüfmenge geprüft werden, die aus mehreren Probestücken besteht. In diesem Fall entspricht die freiliegende Oberfläche der Prüfmenge der gesamten freiliegenden Oberfläche der einzelnen Probestücke. Das Volumen (V_p) und die geometrische Fläche *A* der Prüfmenge sollten dann dem Gesamtvolumen bzw. der geometrischen Gesamtfläche der kombinierten Probestücke entsprechen. Um die Blockierung einer Oberfläche zu verhindern, müssen die beteiligten Probestücke voneinander getrennt werden.

Bestimmte Bauprodukte werden standardmäßig mit einer Dicke von weniger als 40 mm hergestellt, beispielsweise Schieferdacheindeckungen, Grobkeramik-Dachziegel, dünne Fliesen, Hohlziegel oder Rasengittersteine. Im Allgemeinen führt die geforderte Festigkeit dieser Produkte implizit zu Werkstoffen, die eine solch niedrige Freisetzungsrate aufweisen, dass während des DSLT keine Verarmungserscheinungen auftreten. Für ein optimales Ergebnis beim DSLT müssen derartige dünne Probestücke auf einer Seite abgedeckt werden (siehe 8.3).

Das Alter der Produkte/Probestücke ist ein wesentlicher Faktor, der Einfluss auf das Auslaugverhalten haben kann. Im Fall, dass das Produkt im Labor hergestellt wurde, sollte es entsprechend der gängigen Praxis in Produktnormen (falls anwendbar) zur Ermittlung der Produkteigenschaften ausreichend lange ausgehärtet sein, um große Abweichungen beim Auslaugen infolge der anhaltenden Änderungen in der Porenstruktur und bei der Entwicklung der die Freisetzung kontrollierenden Mineralphasen zu vermeiden.

8.3 Bestimmung der geometrischen Oberfläche

8.3.1 Allgemeines

Kurz vor Beginn der Auslaugprüfung sind Staub und lose Teilchen von der Prüfmenge durch vorsichtiges Abbläsen mit Druckluft (mit ausreichender Qualität, um eine Verunreinigung mit Öl zu vermeiden) zu entfernen.

Die Bestimmung der Fläche des Probestücks *P* wird durch Messen charakteristischer geometrischer Variablen der geometrischen Außenfläche *A* des Probestücks durchgeführt. Dabei wird unterschieden zwischen:

- a) Probestücken mit einer regelmäßigen eindeutig definierbaren geometrischen Fläche. Die geometrische Fläche muss nach 8.3.2 bestimmt werden, wenn es sich um Probestücke handelt, die in allen senkrecht zu jedem Punkt der Außenfläche gemessenen Richtungen ein Mindestmaß von 40 mm aufweisen;
- b) Probestücken, die dünner als 40 mm sind, wie etwa bahnenartige Produkte mit einer regelmäßigen geometrischen Fläche. Die geometrische Fläche muss nach 8.3.3 ermittelt werden;
- c) Probestücken mit teilweise unregelmäßigen Seitenflächen. Die geometrische Fläche muss nach 8.3.4 ermittelt werden;
- d) Probestücken, bei denen keine regelmäßige Seitenfläche feststellbar ist. Die geometrische Fläche muss nach 8.3.5 ermittelt werden.

ANMERKUNG Zur exakten Ermittlung des Diffusionskoeffizienten ist es notwendig, die geometrische Fläche des Probestücks genau und eindeutig zu bestimmen. Zu diesem Zweck sollten vorzugsweise Probestücke oder Teile von Probestücken untersucht werden, deren geometrische Fläche leicht und eindeutig bestimmbar ist.

8.3.2 Regelmäßige Probestücke

Ermittlung der geometrischen Fläche eines regelmäßigen Probestücks, bei dem die geometrische Fläche des gesamten Probestücks eindeutig gemessen werden kann.

- a) Die Oberfläche des Probestücks ist so in eine Anzahl von flachen oder gewölbten Ebenen (Einheiten) zu unterteilen, dass für jede Einheit die Fläche geometrisch anhand von gemessenen charakteristischen Variablen wie z. B. Länge, Breite, Höhe und Radius bestimmt werden kann.
- b) Die unter a) genannten Einheiten müssen so ausgewählt werden, dass die Abweichung des Abstands zwischen der Produktoberfläche und der festgelegten (imaginären) geometrischen Oberflächenebene (regelmäßig eben oder regelmäßig gewölbt) an keiner Stelle mehr als 3 mm beträgt.
- c) Die Länge der charakteristischen Variablen ist mit einer Unsicherheit von ± 1 mm zu bestimmen.
- d) Die geometrische Fläche jeder der gewählten Einheiten ist mit den gemessenen charakteristischen Einheiten zu berechnen. Die geometrische Fläche (A), angegeben in m^2 , ist die Summe der berechneten Oberflächen jeder der Einheiten.

8.3.3 Probestücke, die dünner als 40 mm sind, wie etwa bahnenartige Produkte mit einer regelmäßigen geometrischen Fläche

Ermittlung der freiliegenden geometrischen Fläche eines regelmäßigen Probestücks, bei dem die geometrische Fläche des Teils des Probestücks, die in der Prüfung Wasser auszusetzen ist, eindeutig gemessen werden kann.

- a) Die geometrische Fläche des Produkts wird als die Fläche, die dem Auslaugen unterliegt, berechnet. Mögliche Dellen in der Oberfläche sind zu ignorieren. Die exponierte geometrische Fläche (A) wird ausgedrückt in m^2 .

8.3.4 Probestücke mit teilweise unregelmäßigen Seitenflächen

- a) Ermittlung der geometrischen Fläche des Probestücks, bei dem:
 - 1) die gesamte geometrische Fläche nicht eindeutig vermessen werden kann;
 - 2) eine oder mehrere Seiten durch Sägen oder Bohren des Probestücks aus einem größeren Element hergestellt wurden und bei dem diese Seiten nicht an der Auslaugung beteiligt sind;
 - 3) eine Abmessung weniger als 40 mm beträgt und die nicht durch 8.3.3 abgedeckt ist.
- b) Die Teile der Oberfläche sind mit einer wasserdichten Schicht zu bedecken: