



# ÖNORM S 2116-7

Ausgabe: 2010-01-01

## Untersuchung stabilisierter Abfälle

### Teil 7: Frostbeständigkeit

Examination of stabilised wastes — Part 7: Freeze-Thaw Resistance

Examen des déchets stabilisés — Partie 7: Résistance au gel

---

#### Medieninhaber und Hersteller

Austrian Standards Institute/  
Österreichisches Normungsinstitut (ON)  
Heinestraße 38, 1020 Wien

**Copyright © Austrian Standards Institute 2010.**  
**Alle Rechte vorbehalten.** Nachdruck oder Vervielfäl-  
tigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder  
Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!  
E-Mail: [publishing@as-plus.at](mailto:publishing@as-plus.at)  
Internet: [www.as-plus.at/nutzungsrechte](http://www.as-plus.at/nutzungsrechte)

**Verkauf** von in- und ausländischen Normen und  
Regelwerken durch  
Austrian Standards plus GmbH  
Heinestraße 38, 1020 Wien  
E-Mail: [sales@as-plus.at](mailto:sales@as-plus.at)  
Internet: [www.as-plus.at](http://www.as-plus.at)  
24-Stunden-Webshop: [www.as-plus.at/shop](http://www.as-plus.at/shop)  
Tel.: +43 1 213 00-444  
Fax: +43 1 213 00-818

[www.ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at)

**ICS** 13.030.10

**Ersatz für** ÖNORM S 2116-7:2002-01

**zuständig** ON-Komitee ON-K 224  
Charakterisierung von Abfällen

**ÖNORM S 2116-7:2010****Inhalt**

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Allgemeines</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Grundlagen</b> .....	<b>4</b>
<b>5 Herstellung, Abmessungen und Vorbereitung der Probekörper</b> .....	<b>4</b>
<b>6 Geräte und Durchführung</b> .....	<b>5</b>
6.1 Geräte .....	5
6.2 Durchführung .....	5
6.2.1 Frost-Tau-Wechsel .....	5
6.2.2 Variante Druckfestigkeit .....	6
6.2.3 Variante Längenänderung .....	6
<b>7 Auswertung und Angabe der Ergebnisse</b> .....	<b>6</b>
7.1 Auswertung der Druckfestigkeit .....	6
7.2 Auswertung der Längenänderung .....	6
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>8</b>

## Vorwort

Die vorliegende Ausgabe ersetzt die Ausgabe ÖNORM S 2116-7:2002, die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind nachfolgend angeführt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Die neuen Begriffsfestlegungen „stabilisiert“ und „verfestigt“ wurden für die grundlegende Charakterisierung gemäß Deponieverordnung 2008 an den aktuellen Stand der Technik angepasst.

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

- Teil 1: Herstellung der Probekörper;
- Teil 2: Wasserlagerung;
- Teil 3: Schnellkarbonatisierung;
- Teil 4: Elutionstests über 24 Stunden, 64 Tage, 2 Tage;
- Teil 5: Verfügbarkeitstest;
- Teil 6: Schnellalterung;
- Teil 7: Frostbeständigkeit.

Die Teile 4 und 5 wurden wegen der laufenden Entwicklung europäischer Normen für Elutionstests an monolithischen Abfällen noch nicht überarbeitet.

## 1 Anwendungsbereich

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

Die vorliegende ÖNORM ist insbesondere im Rahmen der Eignungsprüfung anzuwenden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 B 3303, *Betonprüfung*

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

## ÖNORM S 2116-7:2010

### 3 Allgemeines

Die Untersuchungen gemäß dieser ÖNORM sind im Rahmen der Eignungsprüfung für die Ablagerung stabili-sierter Abfälle gemäß Deponieverordnung 2008 durchzuführen.

Ein auf der Eignungsprüfung basierendes Gutachten hat im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung den Nachweis zu erbringen, dass die Schadstoffe des betreffenden Abfalls durch das Stabilisierungsverfahren wirksam und dauerhaft eingebunden werden können.

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben sind neben Schadstoffgehalten im Eluat auch bestimmte Gesamtgehal-te, insbesondere einige Schwermetallgehalte, sowie Mindestanforderungen an die mechanischen Eigenschaf-ten einzuhalten.

Die Eignungsprüfung ist bei Stabilisierungsverfahren mit hydraulischen oder latent hydraulischen Bindemitteln jedenfalls durchzuführen. Bei der Anwendung anderer Stabilisierungsverfahren können Abwandlungen und Anpassungen dieser Prüfung an besondere Eigenschaften des stabilisierten Abfalls erforderlich sein, die im Gutachten zu beschreiben und zu begründen sind.

Untersuchungen an stabilisierten Abfällen sind auch im Rahmen der Übereinstimmungsuntersuchungen, der Identitätskontrollen und der Deponieaufsicht gemäß Deponieverordnung 2008 durchzuführen.

Über den Geltungsbereich der Deponieverordnung 2008 hinaus dürfen diese Untersuchungen auch bei der Beurteilung von stabilisierten oder verfestigten Abfällen und Materialien, die nicht zur Ablagerung vorgesehen sind, angewendet werden.

### 4 Grundlagen

Im Rahmen der Untersuchung der physikalischen Beständigkeit von stabilisierten Abfällen ist auch das Ver-halten bei Frost-Tau-Wechseln zu prüfen, da vor dem Abschluss einer Deponie mit wiederholtem Frostangriff gerechnet werden muss. Mangelnde Frostbeständigkeit führt zu Rissbildung und Abplatzungen, wodurch die für die Auslaugung von Schadstoffen und die weiteren Verwitterungsprozesse zur Verfügung stehende Ober-fläche in unerwünschter Weise vergrößert werden kann.

Bei diesem Test wird wahlweise die Änderung der Druckfestigkeit oder die Längenänderung nach zwölfmali-gem Frost-Tau-Wechsel geprüft. In jedem Fall wird das Ausmaß der Abplatzungen bestimmt.

### 5 Herstellung, Abmessungen und Vorbereitung der Probekörper

Die Probekörper sind gemäß ÖNORM S 2116-1 herzustellen und über einen Zeitraum von mindestens 28 Tagen bis zur festgelegten Aushärtezeit bei mehr als 95 % relativer Feuchtigkeit und einer Temperatur von  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  zu lagern.

Es sind zylindrische Probekörper mit einem Durchmesser von 10 cm und einer Höhe von 10 cm herzustellen. Zur Erzielung der Messgenauigkeit für die Bestimmung der Längenänderung (0,1 Promille) ist auch die Herstellung von Probekörpern mit anderen Abmessungen zulässig.

Für die Durchführung der Frostbeständigkeitsprüfung sind je 3 Probekörper erforderlich (Dreifachbestim-mung). Zur Bestimmung der Druckfestigkeit vor den Frost-Tau-Wechseln werden zusätzlich 3 Probekörper benötigt.

Die beiden Stirnseiten der Probekörper werden vor Beginn der Frostbeständigkeitsprüfung planparallel ge-schliffen. Für die Bestimmung der Längenänderung der Zylinderhöhe werden an beiden Stirnflächen jedes Probekörpers 3 Markierungen an den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks angezeichnet und nummeriert (gemäß Bild 1). An diesen markierten Stellen werden die Änderungen der Längen gemessen.

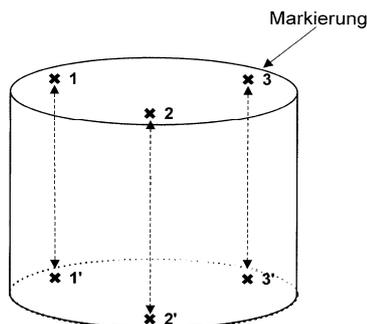


Bild 1 — Messanordnung

## 6 Geräte und Durchführung

### 6.1 Geräte

Für die Bestimmung sind folgende Geräte erforderlich:

- Gefrierschrank (oder Gefriertruhe),
- Trockenschrank,
- Präzisionswaage,
- wassersaugender Filz mit einer Dicke von etwa 15 mm,
- flache Behälter (zB Auffangwanne),
- Gerät zur Bestimmung der Druckfestigkeit, oder
- Gerät zur Bestimmung der Längenänderung mit einer Ablesegenauigkeit von mindestens 0,01 mm (zB Messuhr, elektronischer Messschieber).

### 6.2 Durchführung

#### 6.2.1 Frost-Tau-Wechsel

Die Durchführung der Frost-Tau-Wechsel hat sowohl für die Bestimmung der Druckfestigkeitsänderung als auch der Längenänderung in gleicher Weise zu erfolgen.

3 Probekörper werden vor Beginn der Frostprüfung für mindestens 7 Tage im Feuchtraum bei  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  und mindestens 95 % relativer Feuchtigkeit gelagert. 4 Stunden vor Beginn der Frostprüfung werden sie in flachen Behältern auf wassergesättigtem Filz, der zu etwa 2/3 in Wasser steht, gestellt, um Wasser anzusaugen.

Während der Frostperiode sind die Probekörper bei mindestens  $-20\text{ °C}$  über 24 Stunden zu lagern, wobei darauf zu achten ist, dass sie von allen Seiten gleichmäßig abkühlen. Der Abstand der Probekörper untereinander und von den Wänden des Gefrierschranks muss mindestens 5 cm betragen. Die Frostbeanspruchung aller Probekörper muss möglichst gleichmäßig sein. Falls erforderlich, kann die Frostperiode auch länger als 24 Stunden dauern.

Zum Auftauen und zur erneuten Wasseraufnahme werden die Probekörper auf den wassergesättigten Filz gestellt und 24 Stunden im Feuchtraum bei  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  und mehr als 95 % relativer Feuchtigkeit gelagert.

## ÖNORM S 2116-7:2010

In der Folge werden 12 Frost-Tau-Wechsel durchgeführt. Die Lagerung der Probekörper während der Taupeperioden hat so zu erfolgen, dass die beiden Stirnflächen (d. h. Oberseite und Unterseite) jeweils abwechselnd auf den Filz zur Wassersättigung gestellt werden.

Treten während der Frost-Tau-Wechsel infolge von Rissbildungen und Abplatzungen Masseverluste auf, so ist das abgeplatzte Material zu sammeln und seine Trockenmasse zu bestimmen.

### 6.2.2 Variante Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit ist in Anlehnung an ÖNORM B 3303 zu bestimmen.

Zur Bestimmung der Druckfestigkeit vor der Frostprüfung werden 3 Probekörper für mindestens 4 Stunden unter Wasser gelagert. Die Bestimmung der Druckfestigkeit hat unmittelbar danach zu erfolgen.

Im Anschluss an die letzte Frostperiode werden die 3 Probekörper für 24 Stunden unter Wasser bei Raumtemperatur gelagert. Die Bestimmung der Druckfestigkeit hat unmittelbar danach zu erfolgen.

### 6.2.3 Variante Längenänderung

An den 3 Probekörpern, die mit Markierungen an den Stirnseiten gemäß Abschnitt 5 versehen wurden, werden unmittelbar vor Beginn der ersten Frostperiode die Längen  $l_0$  zwischen zwei korrespondierenden Markierungspunkten der Probekörper bestimmt.

Nach der ersten Frostperiode werden – noch in gefrorenem Zustand der Probekörper – zwischen den korrespondierenden Markierungspunkten die Längen  $l_1$  bestimmt.

Nach der 6. Frostperiode und nach der 12. Frostperiode werden – noch in gefrorenem Zustand der Probekörper – zwischen den korrespondierenden Markierungspunkten die Längen  $l_6$  und  $l_{12}$  bestimmt.

Treten Abplatzungen eines oder mehrerer Markierungspunkte auf, so genügen die Messungen an den verbliebenen, korrespondierenden Markierungspunkten. Je Probekörper muss aber mindestens ein gültiger Messwert vorliegen.

## 7 Auswertung und Angabe der Ergebnisse

### 7.1 Auswertung der Druckfestigkeit

Über die Untersuchung ist ein Protokoll anzufertigen, das mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Datum, Name des Ausführenden,
- Bezeichnung der Probekörperserie, Art, Anzahl und Alter der Probekörper bei Prüfbeginn,
- Einzelmesswerte der Druckfestigkeit vor und nach der Frostprüfung,
- Mittelwerte der Druckfestigkeit vor und nach der Frostprüfung,
- Auftreten von Rissbildungen, Abplatzungen und Materialverlusten ist zu dokumentieren, Materialverluste, bezogen auf die Oberfläche der Probekörper, sind in  $g \cdot m^{-2}$  anzugeben.

### 7.2 Auswertung der Längenänderung

Die relativen Längenänderungen ( $\Delta l$ ), angegeben in Promille nach dem 1., 6. und 12. Frost-Tau-Wechsel, (FTW) werden wie folgt berechnet:

$$0. \text{ FTW bis } 1. \text{ FTW: } \Delta l_1 = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 1000 \quad (1)$$

$$1. \text{ FTW bis } 6. \text{ FTW: } \Delta l_6 = \frac{l_6 - l_1}{l_1} \cdot 1000 \quad (2)$$

$$1. \text{ FTW bis } 12. \text{ FTW: } \Delta l_{12} = \frac{l_{12} - l_1}{l_1} \cdot 1000 \quad (3)$$

Es bedeutet:

$l_0$  Länge vor der 1. Frostperiode, angegeben in mm (auf 0,01 mm genau)

$l_1$  Länge nach der 1. Frostperiode, angegeben in mm (auf 0,01 mm genau)

$l_6$  Länge nach der 6. Frostperiode, angegeben in mm (auf 0,01 mm genau)

$l_{12}$  Länge nach der 12. Frostperiode, angegeben in mm (auf 0,01 mm genau)

$\Delta l_1$  Längenänderung nach dem 1. FTW, angegeben in Promille

$\Delta l_6$  Längenänderung nach dem 6. FTW, angegeben in Promille

$\Delta l_{12}$  Längenänderung nach dem 12. FTW, angegeben in Promille

Die Längenänderungen sind zunächst zwischen den einzelnen Markierungspunkten der jeweiligen Probekörper zu berechnen, danach sind die Mittelwerte je Probekörper zu bilden. Schließlich sind die Mittelwerte aus allen drei Probekörpern zu bilden, und zwar für den 0. FTW bis 1. FTW, für den 1. FTW bis 6. FTW und für den 1. FTW bis 12. FTW. Als Ergebnis der Frostprüfung gilt der Mittelwert der relativen Längenänderung zwischen dem 1. FTW bis 12. FTW, angegeben in Promille (auf 0,1 Promille genau).

Über die Untersuchung ist ein Protokoll anzufertigen, das jedenfalls folgende Angaben zu enthalten hat:

- Datum, Name des Ausführenden;
- Bezeichnung der Probekörperserie, Art, Anzahl und Alter der Probekörper bei Prüfbeginn;
- mittlere Längenänderungen je Probekörper für 0. FTW bis 1. FTW, 1. FTW bis 6. FTW und 1. FTW bis 12. FTW in Promille (angegeben auf 0,1 Promille genau);
- Mittelwerte der Längenänderungen über alle Probekörper für 0. FTW bis 1. FTW, 1. FTW bis 6. FTW und 1. FTW bis 12. FTW in Promille (angegeben auf 0,1 Promille genau);
- Auftreten von Rissbildungen, Abplatzungen und Materialverlusten ist zu dokumentieren, Materialverluste, bezogen auf die Oberfläche der Probekörper, sind in  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  anzugeben.

## Literaturhinweise

ÖNORM B 3123-1, *Prüfung von Naturstein – Verwitterungsbeständigkeit – Beurteilungsgrundlagen*

ÖNORM S 2116-2, *Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 2: Wasserlagerung*

ÖNORM S 2116-3, *Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 3: Schnellkarbonatisierung*

ÖNORM S 2116-4, *Untersuchung verfestigter Abfälle – Elutionstests über 24 Stunden, 64 Tage, 2 Tage*

ÖNORM S 2116-5, *Untersuchung verfestigter Abfälle – Verfügbarkeitstest*

ÖNORM S 2116-6, *Untersuchung stabilisierter Abfälle – Teil 6: Schnellalterung*

BGBI. II Nr. 39/2008, *Deponieverordnung 2008, idgF*





## Wichtige Informationen für Norm-Anwender

Österreichisches  
Normungsinstitut

Austrian Standards  
Institute

Member of CEN and ISO

**Normen sind Regeln**, die im Dialog und Konsens aller Betroffenen und Interessierten entwickelt werden. Sie legen Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen, Systeme und Qualifikationen fest und definieren, wie die Einhaltung dieser Anforderungen überprüft wird.

Von Ihrem Wesen her sind Normen Empfehlungen. Ihre Anwendung ist somit freiwillig, aber naheliegend, da Normen den aktuellen Stand der Technik dokumentieren: das, was in einem bestimmten Fachgebiet „Standard“ ist. Dafür bürgen das hohe Fachwissen und die Erfahrung der Experten und Expertinnen in den zuständigen Komitees auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene – sowie die Kompetenz des Österreichischen Normungsinstituts und seiner Komitee-Manager.

**Aktualität des Normenwerks.** Analog zur technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung unterliegen Normen einem kontinuierlichen Wandel. Sie werden vom zuständigen ON-Komitee laufend auf Aktualität überprüft und bei Bedarf überarbeitet und dem aktuellen Stand der Technik angepasst. Für den Anwender von Normen ist es daher wichtig, immer Zugriff auf die neuesten Ausgaben der Normen seines Fachgebiets zu haben, um sicherzustellen, dass seine Produkte und Produktionsverfahren bzw. Dienstleistungen den Markterfordernissen entsprechen.

**Wissen um Veränderungen.** Um zuverlässig über Änderungen in den Normenwerken informiert zu sein und um stets Zugriff auf die jeweils gültigen Fassungen zu haben, bietet „Austrian Standards plus GmbH“ den Norm-Anwendern zahlreiche und auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Angebote. Das reicht von klassischen Fachgebiets-Abonnements bis hin zu innovativen kundenspezifischen Online-Lösungen und Update-Services.

### Austrian Standards plus GmbH

Heinestraße 38, 1020 Wien

E-Mail: [office@as-plus.at](mailto:office@as-plus.at)

Fax: +43 1 213 00-818

[www.as-plus.at](http://www.as-plus.at)

Tel.: +43 1 213 00-805

Webshop: [www.as-plus.at/shop](http://www.as-plus.at/shop)

**Normen & Regelwerke aus dem Ausland.** Über Austrian Standards plus Publishing (AS+P) können auch Internationale Normen (ISO) sowie Normen und Regelwerke aus allen Ländern der Welt bezogen werden – ein besonders wichtiger Service für die exportorientierte Wirtschaft. Ebenso sind Dokumente anderer österreichischer Regelsetzer bei »AS+P« erhältlich.

### Austrian Standards plus Publishing (AS+P)

E-Mail: [sales@as-plus.at](mailto:sales@as-plus.at)

Fax: +43 1 213 00-818

[www.as-plus.at/publishing](http://www.as-plus.at/publishing)

Tel.: +43 1 213 00-444

Austrian Standards plus   
Publishing

**Weiterbildung zu Normen.** Ein Plus an Wissen rund um Normen und ihr Umfeld bietet »Austrian Standards plus Trainings«. In Seminaren, Vorträgen, Workshops und Lehrgängen bieten Experten, die zum Großteil selbst an der Entwicklung der Normen mitwirken, Informationen und Know-how aus erster Hand.

### Austrian Standards plus Trainings (AS+T)

E-Mail: [trainings@as-plus.at](mailto:trainings@as-plus.at)

Fax: +43 1 213 00-350

[www.as-plus.at/trainings](http://www.as-plus.at/trainings)

Tel.: +43 1 213 00-333

Austrian Standards plus   
Trainings

**Normkonformität.** Um die Einhaltung von Normen objektiv nachweisen zu können, bieten das Österreichische Normungsinstitut und »Austrian Standards plus Certification« die Möglichkeit der Zertifizierung von Produkten, Dienstleistungen und Personen auf Normkonformität.

### Austrian Standards plus Certification (AS+C)

E-Mail: [certification@as-plus.at](mailto:certification@as-plus.at)

Fax: +43 1 213 00-520

[www.as-plus.at/certification](http://www.as-plus.at/certification)

Tel.: +43 1 213 00-555

Austrian Standards plus   
Certification

Austrian Standards plus   
More Than Just Standards.

Die »Austrian Standards plus GmbH« ist ein  
Unternehmen des Österreichischen Normungsinstituts