

**Anhang 5****Besondere Untersuchungen gemäß den §§ 9, 14 und 15**

Die folgenden Untersuchungsmethoden sind ergänzend zu den Bestimmungen des Anhangs 4 anzuwenden.

## **1.       UNTERSUCHUNG VON STARK ALKALISCHEN RÜCKSTÄNDEN AUS THERMISCHEN PROZESSEN**

### **1.1.     Untersuchung der Gasentwicklung bei Kontakt des Abfalls mit Wasser**

Das Gasbildungspotential des Abfalls bei Kontakt mit Wasser ist nach den im ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), BGBI. Nr. 522/1973 idF BGBI. III Nr. 21/2007) hinsichtlich des Kriteriums H3-A vorgesehenen Testmethoden zu untersuchen. Um die höchstmögliche Gasbildungsrate zu bestimmen, sind drei verschiedene Mengenverhältnisse zu untersuchen: Abfall zu Wasser (g/ml) 1:2, 1:20 und 1:50. Die chemische Zusammensetzung des gebildeten Gases ist zu untersuchen. Es ist sowohl die höchstmögliche Gasbildungsrate (in l/kg.h) als auch – zumindest näherungsweise – die Gesamtmenge (in l/kg) zu bestimmen.

### **1.2.     Alterung bei ausreichendem Luft- und Feuchtigkeitsangebot**

Die Alterung des Abfalls ist durch versuchsweise Lagerung bei ausreichendem Luft- und Feuchtigkeitsangebot durchzuführen. Nicht darunter zu verstehen ist eine forcierte Alterung zB durch Begasung mit CO<sub>2</sub>, dh. die CO<sub>2</sub>-Zufuhr hat nur durch Diffusion aus der Luft zu erfolgen.

Die Lagerung kann im Freien, zB in Form von Mieten, falls erforderlich nach Befeuchtung, erfolgen. Es können auch Laborversuche durchgeführt werden, wobei möglichst reproduzierbare Versuchsbedingungen herzustellen sind. Dies kann insbesondere durch Aufstellung von oben offenen Versuchsbehältern in Innenräumen, Zufuhr von Außenluft oder synthetischer Luft mit 0,04% CO<sub>2</sub>, der Einstellung eines definierten Wassergehaltes der Probe und einen auf konstanter Temperatur gehaltenen Heizmantel erreicht werden. Dabei sind ausreichend große Probenmengen einzusetzen, die nicht unter 25 kg pro Ansatz betragen dürfen.

## **2.       UNTERSUCHUNG VON VERFESTIGTEN ABFÄLLEN**

### Eignungsprüfung im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung

Zusätzlich zu den Untersuchungen der unverfestigten Abfälle gemäß Anhang 4 ist der verfestigte Abfall folgender Eignungsprüfung zu unterziehen (vgl. § 14):

1. Untersuchung des verfestigten Abfalls: Herstellung und Lagerung von Probekörpern gemäß ÖNORM S 2116-1 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Herstellung der Probekörper“, ausgegeben am 1. August 1998, und Elution nach einer Aushärtezeit von 28 bis höchstens 56 Tagen; bei Verfestigung mit hydraulischen Bindemitteln jedenfalls nach 28 Tagen; die Elution ist an Probekörpern, welche auf < 10 mm gebrochen wurden, gemäß ÖNORM EN 12457-4 „Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung – Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)“, ausgegeben am 1. Jänner 2003, vorzunehmen; der Mittelwert dieser Eluate hat die jeweiligen Grenzwerte einzuhalten;
2. Untersuchung des Auslaugverhaltens des verfestigten Abfalls unter pH-Wert-Kontrolle gemäß ÖNORM EN 14997 „Charakterisierung von Abfällen – Untersuchung des Auslaugungsverhaltens – Einfluss des pH-Wertes auf die Auslaugung bei kontinuierlicher pH-Wert-Kontrolle“, ausgegeben am 1. Oktober 2004, oder ÖNORM CEN/TS 14429 „Charakterisierung von Abfällen – Untersuchung des Auslaugverhaltens – Einfluss des pH-Wertes unter vorheriger Säure/Base Zugabe“, ausgegeben am 1. Jänner 2006;
3. entsprechend den Gegebenheiten auf den jeweiligen Kompartimenten sind Vorgaben für physikalische Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich der Standsicherheit des Deponiekörpers,

festzulegen (zB Druckfestigkeit, Wasserdurchlässigkeit, geotechnisches Verhalten) und es ist zu untersuchen, ob der Abfall diese Vorgaben einhält;

4. bei verfestigten Schlacken und Aschen aus (Mit)Verbrennungsanlagen gemäß Abfallverbrennungsverordnung, BGBI. II Nr. 389/2002, in der Fassung der Verordnung BGBI. II Nr. 296/2007, sind die Eluatgehalte von Aluminium und Eisen jedenfalls gemäß Z 1 zu untersuchen; überschreiten die Mittelwerte dieser Eluatwerte bei Aluminium 100 mg/kg TM oder Eisen 20 mg/kg TM, müssen vor der Verfestigung Maßnahmen zur Verbesserung der Beständigkeit des verfestigten Abfalls durch eine Entmetallisierung nach dem Stand der Technik durchgeführt werden.

#### Untersuchungen im Rahmen der Übereinstimmungsbeurteilung

Zusätzlich zu den Untersuchungen der unverfestigten Abfälle gemäß Anhang 4 ist der verfestigte Abfall wie folgt zu untersuchen (vgl. § 15 Abs. 2):

Zumindest einmal jährlich ist eine Elution des verfestigten Abfalls gemäß Z 1 der Eignungsprüfung und eine Untersuchung der für die konkreten Kompartimente relevanten physikalischen Eigenschaften vorzunehmen.

#### Untersuchungen für die Identitätskontrolle

Es ist ein Elutionstest gemäß Z 1 durchzuführen.

### **3. UNTERSUCHUNG VON STABILISIERTEN ABFÄLLEN**

#### Eignungsprüfung im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung

Ein Abfall, der die Annahmekriterien der Deponie nicht erfüllt, kann einem Behandlungsverfahren zur dauerhaften Einbindung der Schadstoffe in eine Matrix unterzogen werden. Der Nachweis der Dauerhaftigkeit erfolgt durch die Eignungsprüfung, wobei einerseits die Entwicklung des Eluatverhaltens des stabilisierten Abfalls, auch in gealtertem Zustand, und andererseits die physikalische Beständigkeit geprüft werden.

#### **3.1. Allgemeine Anforderungen**

Stabilisierte Abfälle haben jedenfalls eine Druckfestigkeit  $> 3 \text{ N/mm}^2$  und einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f < 10^{-8} \text{ m/s}$  entsprechend den Bestimmungen des Kapitels 3.2.2.2. aufzuweisen.

Der Gehalt an folgenden Schwermetallen hat in Summe weniger als zehn Masseprozent zu betragen, bezogen auf die Trockensubstanz des nicht stabilisierten Abfalls:

Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Selen, Thallium, Vanadium, Zinn.

Unbeschadet dieser Regelung sind die Grenzwerte für Gehalte im Feststoff gemäß Anhang 1 der entsprechenden Deponie(unter)klasse durch den stabilisierten Abfall einzuhalten.

Die Eluatgrenzwerte sind vom Mittelwert der Eluate aus den 24-stündigen Elutionsversuchen gemäß Kapitel 3.2.2.1. lit. a einzuhalten, wobei die Eluatgehalte auf die Trockenmasse des Abfallanteiles im stabilisierten Abfall zu beziehen sind.

Das Stabilisierungsverfahren ist auf den konkreten Abfall hinsichtlich der Schadstoffeinbindung zu optimieren, wobei insbesondere die Schwankungsbreiten der Abfallzusammensetzung bei der Erstellung einer (oder mehrerer) Rezeptur(en) zu berücksichtigen sind.

#### **3.2. Eignungsprüfung**

Diese Prüfung hat die Eignung des Stabilisierungsverfahrens für den betreffenden Abfall im Hinblick auf die geplante Deponierung nachzuweisen. Sie ist bei Verfahren mit hydraulischen oder latent hydraulischen Bindemitteln jedenfalls durchzuführen. Es ist insbesondere darauf zu achten, dass durch die vorgenommenen Untersuchungen Aussagen über die Beständigkeit des stabilisierten Abfalls gemacht werden können. Sind weitere Untersuchungen erforderlich, um ausreichende Informationen über die Beständigkeit oder das Auslaugverhalten zu erlangen, so sind diese von der befugten Fachperson oder Fachanstalt durchzuführen und der Eignungsprüfung anzuschließen.

Bei Anwendung anderer Stabilisierungsverfahren können Abwandlungen und Anpassungen dieser Prüfung an besondere Eigenschaften des stabilisierten Abfalls erforderlich sein, die jedenfalls detailliert zu beschreiben und zu begründen sind.

Bei einem nicht gefährlichen Abfall, der einem Stabilisierungsverfahren unterzogen wird, das im Wesentlichen durch Zugabe von Wasser, nicht jedoch Bindemitteln, gesteuert wird, sind Abwandlungen der Prüfbedingungen hinsichtlich einer längeren Aushärtezeit zulässig, wenn der Abfall in einer Monodeponie oder einem Monokompartiment abgelagert wird und der vorgesehene Aushärteprozess und der Schutz der Umwelt in diesem Zeitraum durch eine entsprechende Deponietechnik sichergestellt ist. Dies gilt auch für einen gefährlichen Abfall, sofern dieser ausschließlich die gefahrenrelevante Eigenschaft reizend oder ätzend aufweist. Die zur Einhaltung der Eluatgrenzwerte notwendige Aushärtezeit darf nicht länger als sechs Monate betragen. Im Rahmen der Eignungsprüfung sind Vorgaben für eine geeignete Deponietechnik, insbesondere hinsichtlich Einbauwassergehalt, Einbauschichtstärken, Verdichtung, Schutz gegen Austrocknung, auszuarbeiten. Bei diesem Abfall sind die Untersuchungen des nicht stabilisierten Abfalls und des stabilisierten Abfalls gemäß Kapitel 3.2.1. bis 3.2.2.1. jedenfalls durchzuführen. Die Untersuchungen zur Langzeitbeständigkeit gemäß Kapitel 3.2.2.2. sind möglichst den Vorgaben entsprechend durchzuführen; Anpassungen oder Abwandlungen der Prüfbedingungen und Prüfkriterien an die Besonderheit des stabilisierten Abfalls sind zulässig, wenn die befugte Fachperson oder Fachanstalt darlegen kann, dass die Standfestigkeit des Deponiekörpers auf Dauer gegeben ist und eine Staubbildung an der Oberfläche gegebenenfalls in Verbindung mit der Deponietechnik vermieden wird. Unter diesen Bedingungen kann die Untersuchung der Frostbeständigkeit durch alternative Untersuchungen am Deponiekörper ersetzt werden. Weiters sind Feldversuche gemäß Kapitel 3.2.3. vorzunehmen. Die Anpassungen der Eignungsprüfung an die Besonderheiten des stabilisierten Abfalls sind detailliert zu beschreiben und zu begründen.

### 3.2.1. Untersuchung der Ausgangsmaterialien

Neben der genauen Kenntnis des nicht stabilisierten Abfalls (Untersuchungen gemäß § 14 Abs. 1 Z 1) muss die chemische Zusammensetzung der Bindemittel und der Zuschlags- und Hilfsstoffe bekannt sein.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen gemäß § 14 Abs. 1 Z 1 und der chemischen Zusammensetzung der Bindemittel und der Zuschlags- und Hilfsstoffe sind die zu Beginn der Eignungsprüfung zu untersuchenden relevanten Parameter für Gehalte im Feststoff und Eluat (siehe Kapitel 3.2.2.1. lit. a und b) festzulegen. Dabei sind mögliche Änderungen des Eluatverhaltens im stabilisierten Abfall, zB infolge der Art der Bindemittel, Zuschlag- und Hilfsstoffe, und das alkalische Milieu zu berücksichtigen.

### 3.2.2. Herstellung und Lagerung der Probekörper

Von dem zu stabilisierenden Abfall sind Probekörper gemäß ÖNORM S 2116-1 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Herstellung der Probekörper“, ausgegeben am 1. August 1998, herzustellen und zu lagern. Die Probekörper sind nach den jeweils festzulegenden Aushärtezeiten den folgenden Prüfungen zu unterziehen:

#### 3.2.2.1. Elutionsversuche

Die Elutionsversuche sind an Probekörpern nach einer Aushärtezeit von 28 bis höchstens 56 Tagen vorzunehmen. Bei einem Abfall, der einem Stabilisierungsverfahren unterzogen wird, das im Wesentlichen durch Zugabe von Wasser, nicht jedoch Bindemitteln, gesteuert wird, kann diese Aushärtezeit unter den in Kapitel 3.2. genannten Bedingungen bis zu sechs Monate betragen. Die Aushärtezeit bis zur Durchführung der Elutionsversuche ist für jeden stabilisierten Abfall im Einzelfall festzulegen, sodass alle Elutionsversuche an möglichst gleich alten Probekörpern vorgenommen werden.

##### a) Elution über 24 Stunden

Die Elution über 24 Stunden ist gemäß ÖNORM S 2116-4 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Elutionstests über 24 Stunden, 64 Tage, 2 Tage“, ausgegeben am 1. Jänner 2001, vorzunehmen.

Das Eluat ist auf alle jene Parameter zu untersuchen, die aufgrund der Charakterisierung des nicht stabilisierten Abfalls und der Art der Bindemittel und der Zuschlag- und Hilfsstoffe relevant sein könnten.

Bei stabilisierten Schlacken und Aschen aus (Mit)Verbrennungsanlagen gemäß Abfallverbrennungsverordnung sind jedenfalls die Parameter Aluminium und Eisen zu untersuchen. Überschreiten die Mittelwerte der Eluatwerte von Aluminium 100 mg/kg TM oder von Eisen 20 mg/kg TM, müssen vor der Stabilisierung Maßnahmen zur Verbesserung der Beständigkeit des stabilisierten Abfalls durch eine Entmetallisierung nach dem Stand der Technik durchgeführt werden.

#### b) Untersuchung der Verfügbarkeit von Schadstoffen für die Auslaugung (Verfügbarkeitstest)

Zur Bestimmung des Anteils von Schadstoffen, welcher in langen Zeiträumen unter extremen Bedingungen ausgelaugt werden kann, ist ein Verfügbarkeitstest gemäß ÖNORM S 2116-5 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Verfügbarkeitstest“, ausgegeben am 1. Jänner 2001, durchzuführen. Die Säureneutralisationskapazität und die Verfügbarkeiten der relevanten Parameter sind zu bestimmen. Welche Parameter für diesen Versuch relevant sind, ist aufgrund der Gehalte im Feststoff und im Eluat aus den 24-stündigen Versuchen mit dem nicht stabilisierten Abfall und dem stabilisierten Abfall zu ermitteln. Die Parameterauswahl ist zu begründen.

#### c) Parameterauswahl für alle weiteren Eluatuntersuchungen

Aufgrund der Ergebnisse der grundlegenden Charakterisierung des nicht stabilisierten Abfalls, der Elution des stabilisierten Abfalls über 24 Stunden und des Verfügbarkeitstests ist die Auswahl der Parameter für alle weiteren Eluatuntersuchungen zu prüfen und festzulegen. Die Auswahl ist zu begründen. In der Folge sind in allen Eluaten (dh. bei Elution über 64 Tage, Elution über zwei Tage, Elution nach Schnellkarbonatisierung, Elution nach Schnellalterung, Elution von Bohrkernen und Elution von Vergleichsproben für die Identitätskontrolle) diese festgelegten Parameter zu bestimmen.

#### d) Elution über 64 Tage

Zur Beurteilung des mittelfristigen Auslaugverhaltens ist ein Elutionstest über 64 Tage gemäß ÖNORM S 2116-4 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Elutionstests über 24 Stunden, 64 Tage, 2 Tage“, ausgegeben am 1. Jänner 2001, durchzuführen. Jedes der Eluate ist auf die gemäß lit. c festgesetzten Parameter zu analysieren. Zusätzlich ist zumindest ein Element zu untersuchen, welches unabhängig vom pH-Wert in der Porenflüssigkeit gut löslich ist und nur eine vernachlässigbare chemische Wechselwirkung mit der Matrix aufweist (Natrium oder Kalium). Die Bestimmung von Natrium oder Kalium dient nur zur Evaluierung des Stofftransportmechanismus. Die aus dem stabilisierten Abfall ausgelaugten Stoffmengen sind gemäß ÖNORM S 2116-4 zu bestimmen und die Stofftransportmechanismen abzuschätzen. Die Ergebnisse des Versuchs sind detailliert zu beschreiben.

#### e) Elution über zwei Tage

Der Elutionstest über zwei Tage ist gemäß ÖNORM S 2116-4 durchzuführen. Jedes der drei Eluate ist auf die gemäß lit. c festgesetzten Parameter zu analysieren.

Dieser Elutionstest ist im Rahmen der Untersuchungen zur Langzeitbeständigkeit anzuwenden. Ferner dient dieser Versuch zur laufenden Überprüfung stabilisierter Abfälle (Übereinstimmungsbeurteilungen) und für Identitätskontrollen.

### 3.2.2.2. Untersuchungen zur Langzeitbeständigkeit

Nach einer Aushärtezeit von 28 Tagen ist die Wasserdurchlässigkeit ( $k_f$ -Wert) und die Druckfestigkeit zu bestimmen. Die Druckfestigkeit ist gemäß ÖNORM B 3303 „Betonprüfung“, ausgegeben am 1. September 2002, zu bestimmen. Abweichend von dieser Norm hat die Lagerung der Probekörper nicht unter Wasser, sondern bei > 95% relativer Feuchte bei einer Temperatur von  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  zu erfolgen. Wird der Probekörper unmittelbar vor der Prüfung vier Stunden lang unter Wasser gelagert, so ist diese Vorgangsweise auch im Rahmen der Untersuchungen zur Langzeitbeständigkeit anzuwenden. Die Wasserdurchlässigkeit ist nach ÖNORM B 4422-1 „Erd- und Grundbau – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit – Laborprüfungen“, ausgegeben am 1. Juli 1992, mittels Triaxialzelle bei einem Druck von maximal  $0,1 \text{ N/mm}^2$  (10 m WS) zu bestimmen.

Die geforderten Mindestwerte für den  $k_f$ -Wert ( $< 10^{-8} \text{ m/s}$ ) und die einaxiale Druckfestigkeit ( $> 3 \text{ N/mm}^2$ ) sind spätestens nach 56 Tagen einzuhalten. Bei einem nicht gefährlichen Abfall, der einem Stabilisierungsverfahren unterzogen wird, das im Wesentlichen durch Zugabe von Wasser, nicht jedoch Bindemitteln, gesteuert wird, sind diese Mindestwerte nach spätestens sechs Monaten einzuhalten.

Weiters sind folgende Prüfungen durchzuführen.

#### a) Wasserlagerung

Probekörper sind gemäß ÖNORM S 2116-2 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Wasserlagerung“, ausgegeben am 1. Juli 2000, unter Wasser zu lagern. Davor und danach sind normgemäß die Druckfestigkeit sowie die Kennwerte für Gesamtporosität, Kapillarporosität und Makroporosität zu bestimmen. Nach der Wasserlagerung darf die Druckfestigkeit nicht abnehmen, die Porositätskennwerte dürfen nicht signifikant zunehmen.

Alternativ zur Bestimmung der Porositätskennwerte ist auch folgende Vorgehensweise zulässig: Kommt die befugte Fachperson oder Fachanstalt aufgrund der materialspezifischen Eigenschaften des im

Einzelfall vorliegenden stabilisierten Abfalls zum Schluss, dass zur Beurteilung des Einflusses der Wasserlagerung auf die Langzeitbeständigkeit die Bestimmung des  $k_f$ -Wertes anstelle der Porositätskennwerte gleichermaßen geeignet ist, so kann die Prüfung wie im Folgenden beschrieben durchgeführt werden; die Entscheidung ist zu begründen:

Zur Bestimmung des  $k_f$ -Wertes sind zwei zylindrische Probekörper mit 10 cm Durchmesser und 10 cm Höhe nach einer Aushärtezeit von 28 bis höchstens 56 Tagen in die Durchströmungszelle einzubauen. Im Anschluss an die Messung, spätestens jedoch drei Wochen nach Einbau, sind die Proben auszubauen und wie in ÖNORM S 2116-2 beschrieben unter Wasser zu lagern. Die Lagerung wird für insgesamt drei Monate durchgeführt, gerechnet ab dem Zeitpunkt des Beginns der Prüfung der Wasserdurchlässigkeit. Unmittelbar im Anschluss an die Wasserlagerung ist wiederum der  $k_f$ -Wert zu bestimmen. Die Bestimmung des  $k_f$ -Wertes hat jeweils entsprechend ÖNORM B 4422-1 zu erfolgen.

Die Prüfung der Beständigkeit gegen Wasserlagerung gilt als bestanden, wenn für die Mittelwerte der  $k_f$ -Werte folgende Kriterien erfüllt sind:

1. Bei einem  $k_f$ -Wert vor Wasserlagerung von kleiner als  $1 \times 10^{-10}$  m/s muss der  $k_f$ -Wert nach Wasserlagerung ebenfalls kleiner als  $1 \times 10^{-10}$  m/s sein.
2. Bei einem  $k_f$ -Wert vor Wasserlagerung zwischen  $1 \times 10^{-10}$  und  $1 \times 10^{-9}$  m/s darf der  $k_f$ -Wert nach Wasserlagerung höchstens das Zweifache des Wertes vor Wasserlagerung betragen.
3. Bei einem  $k_f$ -Wert vor Wasserlagerung zwischen  $1 \times 10^{-9}$  und  $1 \times 10^{-8}$  m/s darf der  $k_f$ -Wert nach Wasserlagerung höchstens das Eineinhalbfache des Wertes vor Wasserlagerung betragen und muss jedenfalls kleiner als  $1 \times 10^{-8}$  m/s sein.
4. Werden die angeführten Kriterien nicht erfüllt und ist der  $k_f$ -Wert nach Wasserlagerung kleiner als  $1 \times 10^{-8}$  m/s, so kann die Wasserlagerung für weitere drei Monate durchgeführt werden. Die Prüfung gilt dann noch als bestanden, wenn der  $k_f$ -Wert in diesem Zeitraum nicht weiter zunimmt.

#### b) Schnellkarbonatisierung

Diese Untersuchungen sind gemäß ÖNORM S 2116-3 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Schnellkarbonatisierung“, ausgegeben am 1. Juli 2000, vorzunehmen. Infolge der Schnellkarbonatisierung darf es zu keiner Abnahme der Druckfestigkeit kommen. In den Eluaten sind die gemäß Kapitel 3.2.2.1. lit. c festgesetzten Parameter zu untersuchen. Nach der Schnellkarbonatisierung darf es zu keiner Zunahme der über die Versuchsdauer ausgelaugten Schadstoffmengen kommen. Werden deutliche Änderungen des Auslaugverhaltens festgestellt, so sind diese zu bewerten.

#### c) Schnellalterung

Die Untersuchungen zur Schnellalterung sind gemäß ÖNORM S 2116-6 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Schnellalterung“, ausgegeben am 1. Juli 2000, mit folgenden Abweichungen vorzunehmen. Wird eine Längenänderung von 0,5 Promille nach drei Monaten überschritten, ist der Versuch auf sechs Monate auszudehnen, wobei zusätzlich die Biegezugfestigkeiten nach 28 Tagen, nach drei Monaten und nach sechs Monaten (gerechnet ab dem Zeitpunkt der Probekörperherstellung; der Wert nach 28 Tagen ist für die Beurteilung des stabilisierten Abfalls erforderlich) zu messen sind.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn

1. die Längenänderung nach drei Monaten Lagerungsdauer weniger als 0,5 Promille beträgt oder
2. die Längenänderung nach sechs Monaten weniger als 0,8 Promille beträgt und der Wert der Biegezugfestigkeit im Alter von sechs Monaten 95% des Wertes im Alter von drei Monaten nicht unterschreitet oder
3. die Längenänderung nach sechs Monaten mehr als 0,8 Promille beträgt; wurde jedoch das Kriterium für die Biegezugfestigkeit gemäß Z 2 erfüllt, so können die Biegezugfestigkeiten nach neun Monaten und nach einem Jahr (gerechnet ab dem Zeitpunkt der Probekörperherstellung) gemessen werden. Die Prüfung gilt dann noch als bestanden, wenn die Werte der Biegezugfestigkeiten nach neun Monaten und nach einem Jahr jeweils mindestens 95% des Wertes der Biegezugfestigkeit im Alter von drei Monaten betragen. In diesem Fall kann die Schnellalterung nach sechs Monaten abgebrochen werden und die Längenänderungen sind nicht zu bewerten.

Die der Schnellalterung ausgesetzten Probekörper sind nach dreimonatiger Lagerungsdauer, oder im Fall gemäß Z 2 nach sechsmonatiger Lagerungsdauer, einem Elutionstest über zwei Tage zu unterwerfen. In den Eluaten sind die gemäß Kapitel 3.2.2.1. lit. c festgesetzten Parameter zu untersuchen. Nach der Schnellalterung darf es zu keinen Zunahmen der über die Versuchsdauer ausgelaugten Schadstoffmengen kommen.

#### d) Frostbeständigkeit

Die Frostbeständigkeit ist gemäß ÖNORM S 2116-7 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Teil 7: Frostbeständigkeit“, ausgegeben am 1. Jänner 2002, zu untersuchen, wobei die Bewertung über die Änderung der Druckfestigkeit und die Bewertung über die Längenänderung wahlweise zulässig sind. Dabei darf im ersten Fall die Abnahme des Mittelwertes der Druckfestigkeit nach zwölf Frost-Tau-Wechseln nicht größer als 20% sein. Im zweiten Fall darf die Höhenzunahme des Probekörpers zwischen den Messungen nach dem ersten und zwölften Frost höchstens ein Promille betragen. In beiden Fällen müssen die Probekörper formstabil bleiben (keine Rissbildungen, der Gewichtsverlust durch Abplatzungen darf 650 g/m<sup>2</sup> nicht überschreiten).

#### 3.2.3. Feldversuche und Untersuchung von Bohrkernen

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen im Labor ist die großtechnische Umsetzbarkeit des Stabilisierungsverfahrens, insbesondere betreffend Mischbarkeit, Verdichtbarkeit und Einbaufähigkeit nachzuweisen. Im Falle eines lagenweisen Einbaus in den Deponiekörper ist die maximale Lagenstärke für den optimalen Einbau festzustellen. Aus dem im großtechnischen Maßstab hergestellten stabilisierten Abfall sind Bohrkern zu entnehmen und deren Durchlässigkeit, Druckfestigkeit und Auslaugbarkeit zu bestimmen. Die Auslaugbarkeit ist mittels Elution über 24 Stunden und Elution über zwei Tage zu bestimmen. In den Eluaten sind die gemäß Kapitel 3.2.2.1. lit. c festgesetzten Parameter zu untersuchen. Die Untersuchungen an den Bohrkernen sind so durchzuführen, dass die Ergebnisse für einen Vergleich mit Ergebnissen von Identitätskontrollen auf der Deponie und für Kontrollen durch die Deponieaufsicht herangezogen werden können.

#### 3.2.4. Beurteilung der Ergebnisse

Das Stabilisierungsverfahren ist hinsichtlich des Auslagverhaltens durch einen Vergleich zwischen dem nicht stabilisierten und dem stabilisierten Abfall zu beurteilen. Daher sind die aus dem stabilisierten Abfall eluierten Frachten jeweils auf die Trockensubstanz des eingebundenen Abfalls zu beziehen, dh. die Zuschlagstoffe und Bindemittel sind rechnerisch in Abzug zu bringen. Weiters ist anzugeben, welche Schwankungsbreite der Abfallzusammensetzung im Hinblick auf die Eignung des stabilisierten Abfalls für die geplante Deponierung toleriert werden kann.

Aus dem 64-Tage-Elutionsversuch ist das mittelfristige Auslagverhalten des stabilisierten Abfalls unter Berücksichtigung der Freisetzungsmechanismen der Schadstoffe zu beurteilen. Die Beständigkeit muss anhand der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte beurteilt werden. Auch unter den in der Deponie herrschenden Milieubedingungen muss gewährleistet sein, dass keine Reaktionen auftreten, durch die es zu einem Zerfall des stabilisierten Abfalls kommen kann.

Zur Beurteilung der Eignung des Stabilisierungsverfahrens sind die Laborversuche, aber auch die Ergebnisse der Feldversuche, insbesondere hinsichtlich der großtechnischen Umsetzbarkeit der Laborergebnisse, heranzuziehen.

### **3.3. Übereinstimmungsbeurteilungen bei stabilisierten Abfällen**

Die Übereinstimmungsbeurteilungen haben zusätzlich zu den Untersuchungen der nicht stabilisierten Abfälle gemäß § 15 Abs. 2 Folgendes zu umfassen:

1. Untersuchung des stabilisierten Abfalls nach der festgesetzten Aushärtezeit durch Elution über 24 Stunden und Elution über zwei Tage mit Analyse der gemäß Kapitel 3.2.2.1. lit. c festgesetzten Parameter und
2. Druckfestigkeitsprüfung nach der festgesetzten Aushärtezeit.

### **3.4. Untersuchungen für die Identitätskontrolle**

Es ist ein Elutionstest über 24 Stunden und über zwei Tage durchzuführen.

#### 4.        **UNTERSUCHUNG VON IMMOBILISIERTEN ABFÄLLEN**

Es dürfen nur Abfälle einem Behandlungsverfahren zur Immobilisierung unterzogen werden, welche

1. nicht gefährlich sind oder
2. die Eluatwerte der Tabelle 10 des Anhangs 1 und die organischen Summenparameter der Tabelle 9 des Anhangs 1 einhalten und nach der Immobilisierung gemäß § 7 AWG 2002 ausgestuft werden.

Abweichend dazu darf der Parameter Blei im Eluat bei stark alkalischen Rückständen aus thermischen Prozessen beim nicht immobilisierten Abfall bis zu 100 mg/kg TM betragen.

##### 4.1.     **Allgemeine Anforderungen**

Die Immobilisierung von Abfällen, welche die Grenzwerte für Stabilitätsparameter gemäß Anhang 1 Tabelle 9 überschreiten, ist nicht zulässig.

Der Gehalt an folgenden Schwermetallen im nicht immobilisierten Abfall hat in Summe weniger als zehn Masseprozent zu betragen, bezogen auf die Trockensubstanz:

Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Selen, Thallium, Vanadium, Zinn.

Die Grenzwerte für Gehalte im Feststoff der entsprechenden Deponie(unter)klasse gemäß Anhang 1 sind durch den immobilisierten Abfall einzuhalten.

Die Eluatgrenzwerte sind basierend auf den Elutionsversuchen gemäß Kapitel 4.2.2.1. lit. a und Kapitel 4.2.2.1. lit. c (Umspülung und Perkolation) einzuhalten, wobei die Eluatgehalte auf die Trockensubstanz des Abfallanteiles im immobilisierten Abfall zu beziehen sind.

Immobilisierte Abfälle haben jedenfalls einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f < 5 \times 10^{-9}$  m/s als Laborwert aufzuweisen, bei Feldversuchen darf ein  $k_f$ -Wert  $< 10^{-8}$  m/s nicht überschritten werden. Weiters muss der Verdichtungsgrad  $D_{pr}$  von Immobilisierungsprodukten größer als 90% sein.

Das Immobilisierungsverfahren ist auf den konkreten Abfall hinsichtlich einer dauerhaften Schadstoffeinbindung und einer geringen Wasserdurchlässigkeit zu optimieren, wobei insbesondere die Schwankungsbreiten der Abfallzusammensetzung bei der Erstellung einer (oder mehrerer) Rezeptur(en) zu berücksichtigen sind.

##### 4.2.     **Eignungsprüfung**

Diese Prüfung hat die Eignung des Immobilisierungsverfahrens für den einzelnen Abfall im Hinblick auf die geplante Deponierung nachzuweisen. Sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die Langzeitbeständigkeit, das bodenmechanische Verhalten oder das Auslaugverhalten beurteilen zu können, so sind diese durchzuführen und zu dokumentieren. Sofern die befugte Fachperson oder Fachanstalt nicht über die nötigen Kenntnisse der Bodenmechanik verfügt, ist eine diesbezüglich fachkundige Person in die Eignungsprüfung einzubeziehen.

###### 4.2.1.   Untersuchung der Ausgangsmaterialien

Neben der genauen Kenntnis des nicht immobilisierten Abfalls (Untersuchungen gemäß § 14 Abs. 1 Z 1) muss die chemische Zusammensetzung und die bodenmechanische Klassifikation der mineralischen Hilfsstoffe bekannt sein. Es ist zu prüfen, ob eine Vorbehandlung des Abfalls vor der Immobilisierung zur Erzielung der angestrebten bodenmechanischen Eigenschaften erforderlich ist.

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen gemäß § 14 Abs. 1 Z 1 und der chemischen Zusammensetzung der mineralischen Hilfsstoffe sind die zu Beginn der Eignungsprüfung zu untersuchenden relevanten Parameter für Gehalte im Feststoff und Eluat (siehe Kapitel 4.2.2.1. lit. a und b) festzulegen. Dabei sind mögliche Änderungen des Eluatverhaltens im immobilisierten Abfall und gegebenenfalls das alkalische Milieu zu berücksichtigen.

###### 4.2.2.   Herstellung und Lagerung der Probekörper

Für die folgenden Untersuchungen sind Probekörper herzustellen, die in Zusammensetzung und Zustandsform dem immobilisierten Abfall entsprechen, wie er abgelagert wird. Die Geometrie der Probekörper hat einem Verhältnis von Oberfläche zu Volumen von 0,5 bis 1,2 cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup> zu entsprechen. Ein Probekörper hat mindestens 100 g Abfall, bezogen auf die Trockenmasse, zu enthalten.

Die Lagerung der Probekörper hat an der Luft bei einer relativen Feuchte von  $> 95\%$  und einer Temperatur von  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  zu erfolgen. Die Probekörper sind den folgenden Prüfungen zu unterziehen:

#### 4.2.2.1. Eluatuntersuchungen

##### a) Elution über 24 Stunden (Umspülungseluat)

Für diesen Test kann der Probekörper in ein feinmaschiges Gittergefäß oder Kunststoffnetz eingebracht werden, wobei die Oberfläche des Probekörpers frei umspülbar sein muss.

Die Elution über 24 Stunden ist analog der ÖNORM S 2116-4 „Untersuchung verfestigter Abfälle – Elutionstests über 24 Stunden, 64 Tage, 2 Tage“, ausgegeben am 1. Jänner 2001, vorzunehmen. Allfällige Abweichungen, die sich aufgrund der Besonderheit des immobilisierten Abfalls als notwendig erweisen, sind zulässig, müssen jedoch dokumentiert werden.

Das Eluat ist auf all jene Parameter zu untersuchen, die aufgrund der Beurteilung des nicht immobilisierten Abfalls und des Wissens über die Art der mineralischen Hilfsstoffe, unter Bedachtnahme auf mögliche Wechselwirkungen, relevant sein könnten.

##### b) Parameterauswahl für alle weiteren Eluatuntersuchungen

Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen am nicht immobilisierten Abfall und der Elution des immobilisierten Abfalls über 24 Stunden ist die Auswahl der Parameter für alle weiteren Eluatuntersuchungen zu prüfen und festzulegen. Die Auswahl ist zu begründen. In der Folge sind diese festgelegten Parameter in allen Eluaten zu bestimmen.

##### c) Perkolation in der Triaxialzelle

Es ist ein Perkolat mithilfe derselben Versuchsanordnung wie bei Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes gemäß ÖNORM B 4422-1 „Erd- und Grundbau – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit – Laborprüfungen“, ausgegeben am 1. Juli 1992, herzustellen. Die Masse des Perkolats hat das Zehnfache der Trockenmasse des Probekörpers zu betragen. Die Anwendung von höheren Druckgradienten ist zulässig.

#### 4.2.2.2. Geotechnische Untersuchungen

Die Wasserdurchlässigkeit ist nach ÖNORM B 4422-1 „Erd- und Grundbau – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit – Laborprüfungen“, ausgegeben am 1. Juli 1992, mittels Triaxialzelle bei einem Druck von maximal  $0,1 \text{ N/mm}^2$  (10 m WS) zu bestimmen.

Die Proctor-Dichte  $D_{pr}$  ist nach ÖNORM B 4418 „Geotechnik – Durchführung von Proctorversuchen im Erdbau“, ausgegeben am 1. Jänner 2007, zu bestimmen. Der Verdichtungsgrad  $D_{pr}$  ergibt sich als der Quotient aus Trockendichte und Proctor-Dichte.

#### 4.2.3. Feldversuche und Untersuchung von Bohrkernen

Bezug nehmend auf die Untersuchungsergebnisse im Labor ist die großtechnische Umsetzbarkeit des Immobilisierungsverfahrens, insbesondere betreffend Mischbarkeit, Verdichtbarkeit und Einbaufähigkeit nachzuweisen. Aus dem im großtechnischen Maßstab hergestellten immobilisierten Abfall sind Bohrkern zu entnehmen und an Probekörpern deren Wasserdurchlässigkeit, Verdichtungsgrad und Auslaugbarkeit zu bestimmen. Dabei muss der  $k_f$ -Wert  $< 10^{-8} \text{ m/s}$  und  $D_{pr} > 90\%$  betragen. Die Auslaugbarkeit ist mit einem Umspülungseluat-Test zu bestimmen, wobei die gemäß Kapitel 4.2.2.1. lit. b festgesetzten Parameter zu untersuchen sind.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an den Bohrkernen sind zur Bewertung von Identitätskontrollen heranzuziehen.

#### 4.2.4. Beurteilung der Ergebnisse

Das Immobilisierungsverfahren ist hinsichtlich des Auslaugverhaltens durch einen Vergleich zwischen dem nicht immobilisierten und dem immobilisierten Abfall zu beurteilen. Daher sind die aus dem Abfall eluierten Frachten jeweils auf die Trockensubstanz des eingebundenen Abfalls zu beziehen, dh. die Zuschlagstoffe und Bindemittel sind rechnerisch in Abzug zu bringen. Weiters ist anzugeben, welche Schwankungsbreiten der Abfallzusammensetzung im Hinblick auf die Eignung des immobilisierten Abfalls für die geplante Deponierung toleriert werden können.

Aus dem Perkulationsversuch ist das mittelfristige Auslaugverhalten des Immobilisierungsproduktes unter Berücksichtigung der Freisetzungsmechanismen der Schadstoffe zu beurteilen. Die Beständigkeit



muss anhand der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte beurteilt werden. Auch unter den in der Deponie herrschenden Milieubedingungen muss gewährleistet sein, dass keine Reaktionen auftreten, durch die es zu einer Minderung des Schadstoffrückhaltevermögens des immobilisierten Abfalls kommt.

Zur Beurteilung der Eignung des Immobilisierungsverfahrens sind die Laborversuche, aber auch die Ergebnisse der Feldversuche, insbesondere hinsichtlich der großtechnischen Umsetzbarkeit der Laborergebnisse, heranzuziehen.

#### **4.3. Übereinstimmungsbeurteilungen bei immobilisierten Abfällen**

Die Übereinstimmungsbeurteilungen haben zusätzlich zu den Untersuchungen der nicht immobilisierten Abfälle gemäß § 15 Abs. 2 Folgendes zu umfassen:

1. Untersuchung des immobilisierten Abfalls durch Elution über 24 Stunden (Umspülungseluat) und Analyse der gemäß Kapitel 4.2.2.1. lit. b festgesetzten Parameter und
2. Prüfung der Wasserdurchlässigkeit und des Verdichtungsgrades.

#### **4.4. Untersuchungen für die Identitätskontrolle**

Es ist ein Elutionstest über 24 Stunden durchzuführen.