

Eco Toxicity of Mineral Wastes – Experience in Austria with Implementation of the HP14 Criterion

Jutta Kraus

EU-wide criteria have been standardised for the hazardous property HP14 in the EU Regulation 2017/997. The EU Regulation has been in force since 5 July 2018. The EU Regulation is directly applicable, i.e. it applies without further implementation measures by the Austrian legislator or regulator and takes precedence over other Austrian provisions.

In the EU, neither the production of eluate for the performance of tests for the assessment of aqua toxic properties nor the type and number of bio-tests to be carried out have been determined at present. It was only prescribed that *when a test is performed to assess waste for the hazardous property HP14 eco toxic, it is appropriate to apply the relevant methods established in Commission Regulation (EC) No 440/2008 or other internationally recognised test methods and guidelines.*

In order to assist in the classification of waste to a type of waste taking into account the hazardous property HP14, a guideline was prepared describing the state of the art in Austria.

To carry out bio-tests, an eluate according to ÖNORM S 2117 *Preparation of an eluate from unground waste samples with a grain size smaller than 10 mm for the analysis of the aquatic eco toxicity and the organic parameters*, issued on 1 February 2018, must be prepared from the representative waste sample. A limit test in accordance with Regulation (EC) No. 440/2008 must be performed with the eluate produced.

The derivation of the concentration for the limit test is based on the CLP Regulation (EC) No 1272/2008 in its current version, chapter 4.1.2.6, table 4.1.0 iii, criteria for the classification of substances as hazardous to aquatic organisms under the assumption that appropriate data on the chronic toxicity of the substances and mixtures present in the waste are usually not available.

Whether the eluates have aqua toxic properties must be determined using test methods with the three test organisms daphnia (*Daphnia magna* Straus), luminescent bacteria (*Vibrio fischeri*) and freshwater algae (*Desmodesmus subspicatus*/*Scenedesmus subspicatus*, *Pseudokirchneriella subcapitata* or *Selenastrum capricornutum*).

Based on these specifications, electric furnace slag, recycled construction materials and incineration residues were investigated.

Ökotoxizität mineralischer Abfälle – Erfahrung in Österreich mit der Konkretisierung des HP14 Kriteriums

Jutta Kraus

1.	Grundsätzliche Vorgangsweise bei der HP14 Bewertung	90
1.1.	Abfälle bekannter Zusammensetzung	90
1.2.	Abfälle unbekannter Zusammensetzung	91
2.	Durchführung und Beurteilung von Bio-Tests	92
2.1.	Probenvorbereitung – Eluatherstellung	92
2.2.	Limittest – Testverfahren	92
2.3.	Limittest – EC 50-Wert	93
3.	Bewertung der Gewässergefährdung	94
4.	HP14 Untersuchungen mineralischer Abfälle	94
4.1.	Elektroofenschlacken	94
4.2.	Recycling-Baustoffe	95
4.3.	Verbrennungsrückstände	95
5.	Quellen	96

Basierend auf dem Abfallrecht der Europäischen Union legt § 17 Abfallwirtschaftsgesetz – AWG 2002, BGBl. I Nr. 102/2002 in der geltenden Fassung fest, dass ein aufzeichnungspflichtiger Abfallersterzeuger, -sammler und -behandler fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib von Abfällen zu führen hat. Die Abfallart ist durch Angabe der zutreffenden Schlüsselnummer und der Abfallbezeichnung, erforderlichenfalls einschließlich einer Spezifizierung, gemäß Abfallverzeichnisverordnung, BGBl. II Nr. 570/2003 in der geltenden Fassung anzugeben. Somit ist der Abfallbesitzer für die korrekte Zuordnung eines Abfalls zur jeweils zutreffenden Abfallart verantwortlich.

Die Zuordnung eines Abfalls zu einer Abfallart hat gemäß den Vorgaben der Anlage 5 der Abfallverzeichnisverordnung unter Berücksichtigung der gefahrenrelevanten Eigenschaften zu erfolgen. Die gefahrenrelevanten Eigenschaften HP 1 bis HP 13 und HP 15 wurden mit 1. Juni 2015 durch die Verordnung (EU) Nr. 1357/2014 geändert.

Für die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 wurden mit der Verordnung (EU) 2017/997 EU-weite Kriterien normiert. Die EU-Verordnung gilt seit 5. Juli 2018. Die EU-Verordnung ist unmittelbar anwendbar, d.h. sie gilt ohne weitere Umsetzungsmaßnahme

durch den österreichischen Gesetz- oder Ordnungsgeber und geht anderslautenden österreichischen Bestimmungen vor.

Als Hilfestellung bei der Zuordnung von Abfällen zu einer Abfallart unter Berücksichtigung der gefahrenrelevanten Eigenschaft HP14 wurde ein Leitfaden erarbeitet, welcher den Stand der Technik in Österreich beschreibt.

1. Grundsätzliche Vorgangsweise bei der HP14 Bewertung

In einem ersten Schritt ist es zweckmäßig zu bewerten, ob der Abfall eine andere gefahrenrelevante Eigenschaft erfüllt oder ozonschichtschädigende Stoffe in einem Ausmaß enthält, sodass die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 erfüllt wird. Wenn dies der Fall ist, ist der Abfall einer gefährlichen Abfallart zuzuordnen.

Eine Bewertung (Berechnung oder Testung), ob ein Abfall gewässergefährdende Eigenschaften aufweist, ist insbesondere erforderlich

- bei der Zuordnung der zutreffenden Abfallart bei Spiegeleinträgen oder
- zum Nachweis, dass es sich bei einem bestimmten Abfall, der in der Abfallverzeichnisverordnung als gefährlich erfasst ist, im Einzelfall um einen nicht gefährlichen Abfall handelt (Ausstufung gemäß § 7 Abfallwirtschaftsgesetz).

Eine Bewertung eines in der Regel nicht gefährlichen Abfalls kann aber auch im Falle der Kontamination mit Stoffen oder Abfällen, die ozonschichtschädigende oder gewässergefährdende Eigenschaften aufweisen, erforderlich sein, um die korrekte Zuordnung zu einer gefährlichen oder nicht gefährlichen Abfallart vorzunehmen.

Bei der Bewertung der gewässergefährdenden Eigenschaften kann einerseits auf Berechnungsmethoden zurückgegriffen werden und andererseits können Tests (in der Folge als Bio-Tests bezeichnet) nach dem Stand der Technik, welcher im österreichischen Leitfaden festgelegt wird, durchgeführt werden. In bestimmten Fällen kann auch das Nichtvorliegen der gefahrenrelevanten Eigenschaft HP14 gewässergefährdend durch schlüssige Argumentation (z.B. aufgrund relevanter Produktinformationen oder Sicherheitsdatenblätter bei als Abfällen anfallenden Produktresten) dargelegt werden.

Gemäß Verordnung (EU) 2017/997 gilt der Grundsatz, dass ein Testergebnis einem berechneten Ergebnis vorgeht, da mittels der Bio-Tests auch die Bioverfügbarkeit der Stoffe berücksichtigt wird bzw. die Elemente in Verbindungen vorliegen können, die nicht gewässergefährdend sind. Es kann aber auch unmittelbar (ohne Berechnung) eine ökotoxikologische Bewertung des Abfalls mittels Bio-Tests vorgenommen werden.

1.1. Abfälle bekannter Zusammensetzung

Bei Abfällen bekannter Zusammensetzung (z.B. ein gut definierter Produktionsabfall, ein Produktrest oder ölverunreinigtes Aushubmaterial, für das Art und Menge des ausgetretenen Mineralöls bekannt sind) kann mit Hilfe der Berechnungsformeln der Verordnung (EU) 2017/997 auf Basis der Schadstoffgesamtgehalte eine Bewertung erfolgen.

Ergibt eine Berechnung eines Abfalls bekannter Zusammensetzung anhand der Berechnungsmethode gemäß Verordnung (EU) Nr. 997/2017, dass dieser keine gewässergefährdenden Eigenschaften erfüllt, ist dieser Abfall als nicht gewässergefährdend einzustufen und es sind keine weiteren Tests hinsichtlich Gewässergefährdung erforderlich.

Ergibt eine Berechnung eines Abfalls, dass die Grenzwerte der Berechnungsformeln überschritten werden, ist dieser Abfall als gefährlich einzustufen. Allerdings können in diesem Falle weitere Bio-Tests durchgeführt werden, um die fehlende Bioverfügbarkeit der Schadstoffe zu belegen und den Abfall als nicht gewässergefährdend einzustufen. Es kann aber auch ohne Berechnung unmittelbar eine ökotoxikologische Bewertung des Abfalls mittels Bio-Tests vorgenommen werden.

1.2. Abfälle unbekannter Zusammensetzung

Bei Abfällen unbekannter Zusammensetzung kann die Bewertung der Gewässergefährdung durch eine Kombination chemischer (Bestimmung der Schadstoffgesamtgehalte) und gegebenenfalls biologischer Untersuchungsmethoden (Bio-Tests) erfolgen.

Es kann aber auch unmittelbar (ohne Berechnung) eine ökotoxikologische Bewertung des Abfalls mittels Bio-Tests vorgenommen werden. Bei unbekannt organischen Verbindungen sollte auf Bio-Tests zurückgegriffen werden, da eine Berechnung in der Regel nicht möglich ist.

Eine Anwendung der auf EU-Ebene festgelegten Berechnungsformeln ist bei Abfällen unbekannter Zusammensetzung in der Regel nur bedingt möglich, da die Zuordnung zur Gewässergefährdung (akut und chronisch) über Verbindungen erfolgt und das Vorliegen der analysierten Parameter als Schadstoffgesamtgehalt keinen Rückschluss auf die Art der jeweiligen Verbindungen zulässt. Auch eine röntgendiffraktometrische Untersuchung zur Bestimmung der Art der vorliegenden Verbindungen wird selten zum Erfolg führen, da es sich dabei um eine qualitative bzw. halbquantitative Bestimmungsmethode handelt. Allerdings kann bisweilen aufgrund der Abfallentstehung oder der Abfallart auf die konkrete Verbindung geschlossen werden (z.B. ist im Falle von Fällungsschlämmen ein Rückschluss auf die Metallverbindung entsprechend dem Fällungsreagenz möglich) oder bestimmte Verbindungen ausgeschlossen werden.

Die Schwellenwertberechnung ist mit der in dem spezifischen Abfall vorkommenden Verbindung mit dem höchsten Gewässergefährdungspotential und dem niedrigsten Grenzwert durchzuführen, sofern nicht abgeschätzt werden kann, welche Verbindung am wahrscheinlichsten vorliegt.

Liegen die Berechnungsergebnisse für sämtliche Verbindungen unter den jeweiligen Schwellenwerten, ist der Abfall als nicht gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen und Bio-Tests sind nicht erforderlich. Liegt zumindest ein Ergebnis über einem Schwellenwert, ist der Abfall als gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen. In diesem Fall können Bio-Tests durchgeführt werden, um die nicht vorhandene Bioverfügbarkeit der Schadstoffe zu belegen und damit nachzuweisen, dass der Abfall die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 gewässergefährdend nicht erfüllt.

Aus der Literatur ist bekannt, dass beispielsweise hohe Schwermetallgehalte bei Bio-Tests nicht unbedingt zu gewässergefährdenden Resultaten führen müssen. Wenn die gefahrenrelevante Eigenschaft gewässergefährdend sowohl durch eine Testung, als auch anhand der Konzentrationen gefährlicher Stoffe berechnet wurde, sind die Ergebnisse der Testung ausschlaggebend.

2. Durchführung und Beurteilung von Bio-Tests

In der EU wurde derzeit weder die Eluatherstellung für die Durchführung von Tests zur Bewertung der gewässergefährdenden Eigenschaften, noch Art und Anzahl der durchzuführenden Bio-Tests festgelegt. Es wurde lediglich vorgegeben, dass *bei der Durchführung einer Prüfung zur Beurteilung der gefahrenrelevanten Eigenschaft HP14 ökotoxisch die in der Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission festgelegten einschlägigen Methoden oder andere international anerkannte Methoden und Leitlinien angewendet werden sollten*.

Im österreichischen Leitfaden erfolgt die nationale Festlegung aufgrund der obigen Empfehlung.

Ob die Eluate eine gewässergefährdende Wirkung haben, hat gemäß den in der Literatur angeführten Testmethoden mit den drei Testorganismen Daphnien (*Daphnia magna* Straus), Leuchtbakterien (*Vibrio fischeri*) und Süßwasseralgeln (*Desmodesmus subspicatus/Scenedesmus subspicatus*, *Pseudokirchneriella subcapitata* oder *Selenastrum capricornutum*) zu erfolgen. Diese Testorganismen werden auch in vielen anderen EU-Mitgliedstaaten verwendet.

Bio-Tests sind durch qualifizierte Labors durchzuführen. Eine Akkreditierung ist dafür nicht erforderlich.

2.1. Probenvorbereitung – Eluatherstellung

Zur Durchführung der Bio-Tests ist ein Eluat gemäß ÖNORM S 2117 *Herstellung eines Eluates aus ungemahlene Abfallproben mit einer Korngröße kleiner 10 mm für die Untersuchung der Gewässergefährdung und der organischen Parameter*, ausgegeben am 1. Februar 2018, aus der repräsentativen Abfallprobe herzustellen.

Die Eluatherstellung kann auch gemäß ÖNORM EN 14735 *Charakterisierung von Abfällen – Herstellung von Abfallproben für ökotoxikologische Untersuchungen (konsolidierte Fassung)*, ausgegeben am 1. August 2006, erfolgen.

Das gemäß ÖNORM S 2117 mit einem Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis von 1/10 hergestellte Eluat weist eine Konzentration von 100 Gramm trockener Abfall pro Liter auf.

2.2. Limittest – Testverfahren

Der Limittest gemäß Verordnung (EG) Nr. 440/2008 ist mit dem hergestellten Eluat durchzuführen. Die Anzahl der Testansätze richtet sich nach den Vorgaben der in der Literatur angeführten Testmethoden für die jeweiligen Testorganismen.

Der Sinn des Limittests liegt darin, dass die Eluate nicht anhand einer Verdünnungsreihe bis zum Vorliegen keiner Ökotoxizität (LID – lowest ineffective dilution) untersucht werden, sondern nur in einer bestimmten Verdünnungsstufe.

Bei einem Limittest wird das Eluat auf eine Endkonzentration von 100 Milligramm trockener Abfall pro Liter in dem jeweiligen Prüfansatz gebracht. Das entspricht einer Gesamtverdünnung von 1:1.000.

Die Ableitung der Konzentration für den Limittest basiert auf der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 in der geltenden Fassung, Kapitel 4.1.2.6, Tabelle 4.1.0 iii, Kriterien für die Einstufung von Stoffen als gewässergefährdend unter der Annahme, dass üblicherweise keine geeigneten Daten zur chronischen Toxizität der im Abfall vorkommenden Stoffe und Gemische vorliegen.

2.3. Limittest – EC 50-Wert

Die gewässergefährdenden Auswirkungen auf die beschriebenen drei Testorganismen sind zu bewerten.

Wenn der Limittest (100 mg/l) bei allen drei Testorganismen keine signifikante Wirkung zeigt, ist von keinen gewässergefährdenden Eigenschaften des Abfalls auszugehen und der Abfall ist als nicht gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen. Dies bedeutet auch, dass der EC 50-Wert gemäß CLP-Verordnung größer als 100 mg/l ist. Es ist zu beachten, dass die Konzentration für den EC 50-Wert umso geringer ist, je toxischer der Abfall ist.

Der EC 50-Wert ist die mittlere effektive Konzentration als statistisch errechnete Konzentration einer Substanz, die eine Wirkung bei 50 % der eingesetzten Organismen zeigt (z.B. Immobilisierung) oder bei der eine Endpunkt-Ausprägung (z.B. Hemmung der Wachstumsrate oder Lichtemission von Leuchtbakterien) 50 % beträgt.

Wenn der Limittest (100 mg/l) bei einem oder mehreren Testorganismen eine signifikante Wirkung zeigt, ist von gewässergefährdenden Eigenschaften des Abfalls auszugehen und der Abfall ist als gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen; es sei denn, eine zusätzliche Ermittlung des EC 50-Wertes ergibt, dass der EC 50-Wert größer als 100 mg/l ist. Das bedeutet, dass die Konzentration für die Erreichung des EC 50-Wertes höher liegt als jene im Limittest (100 mg/l). Dann ist der Abfall als nicht gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen. Die Testung des EC 50-Wertes ist an derselben Laborprobe nur mit jenen Testorganismen durchzuführen, bei denen im Limittest eine signifikante Wirkung festgestellt wurde.

Zeigt sich jedoch bereits beim Limittest (100 mg/l) eine signifikante Wirkung, ist anzunehmen, dass die Konzentration für die Erreichung des EC 50-Wertes jedenfalls unter jener im Limittest (100 mg/l) liegt. Dann ist der Abfall als gefährlich im Sinne von HP14 gewässergefährdend einzustufen.

Das Ergebnis der Limittests ist im Untersuchungsbericht mit dem konkreten Prozentsatz der Inhibierung der Testorganismen angegeben. Bei geringer Hemmwirkung ist aufgrund der Messunsicherheit der konkreten Bio-Testergebnisse folgende Angabe erforderlich:

- Leuchtakterien: Angabe von EC < 10 % (signifikanter Effekt ab EC > 20 %),
- Süßwasseralgen: Angabe von EC < 10 % (signifikanter Effekt ab EC > 20 % bzw. wenn der Test gemäß Anhang C.3. der Verordnung (EU) Nr. 440/2008 durchgeführt wurde, ab EC > 25 %) und
- Daphnien: Angabe von EC < 5 % (signifikanter Effekt ab EC > 10 %).

Der EC 50-Wert ist als Konzentration in mg/l bzw. bezogen auf mg/kg TM (trockene Abfallprobe) anzugeben.

3. Bewertung der Gewässergefährdung

Bei einer Ausstufung gemäß § 7 Abfallwirtschaftsgesetz gilt hinsichtlich der Häufigkeit der Untersuchungen betreffend Gewässergefährdung für einen Abfallstrom aus einem definierten Prozess mit gleichbleibender Qualität Folgendes:

Wenn die Berechnungsergebnisse *nicht gewässergefährdend* ergaben oder die Limittests keine signifikanten Effekte auf die Testorganismen gezeigt haben, ist der Nachweis für das Nichtzutreffen der gewässergefährdenden Eigenschaften einmal in vier Jahren zu erbringen.

Wenn zum Nachweis der Nichtgefährlichkeit ein EC 50-Test notwendig war, ist der Nachweis für das Nichtzutreffen der gewässergefährdenden Eigenschaften einmal in zwei Jahren zu erbringen.

Bei wiederkehrend anfallenden Abfällen und einmalig anfallenden Abfällen ist jede Abfallcharge hinsichtlich des Nichtzutreffens der gewässergefährdenden Eigenschaften zu bewerten.

4. HP14 Untersuchungen mineralischer Abfälle

4.1. Elektroofenschlacken

Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus wurden Elektroofenschlacken aus verschiedenen Stahlerzeugungsfirmer zur Einstufung auf die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 *ökotoxisch* nach dem Stand der Technik in Österreich (Leitfaden) untersucht.

Elektroofenschlacken entstehen bei der Stahlerzeugung mittels Elektrolichtbogenöfen. Hierfür wird Eisenschrott mit Zusätzen aufgeschmolzen.

Insgesamt wurden neun Schlackenproben (sechs frische Proben und drei gealterte Proben) mittels ICP-OES auf Schwermetalle sowie mittels Bio-Tests untersucht.

Bei allen untersuchten Elektroofenschlacken konnte im Rahmen des durchgeführten Untersuchungsumfanges eine Gewässergefährdung im Sinne von HP14 ausgeschlossen werden, da alle bestimmten EC 50-Werte größer als 100 mg/l waren.

4.2. Recycling-Baustoffe

Im Auftrag des Österreichischen Baustoff-Recycling Verbandes wurden Untersuchungen an 25 Proben (plus vier ungebrochenen Proben) bestehend aus sieben verschiedenen Materialgruppen von zehn Recyclingunternehmen durchgeführt.

Die mittels Bio-Tests (Daphnien, Leuchtbakterien und Süßwasseralgen) getesteten Recycling-Baustoffe wiesen nach dem Entscheidungsbaum zur ökotoxikologischen Bewertung im Anhang A der ÖNORM S 2117 keine akute Toxizität der Kategorie I nach CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 auf. Die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 *ökotoxisch* war somit nicht erfüllt.

4.3. Verbrennungsrückstände

Im Auftrag der Plattform Thermik wurden mehr als 30 Verbrennungsrückstände aus Abfallverbrennungsanlagen (Müll- und Sondernüllverbrennungsanlagen), Abfallmitverbrennungsanlagen (in der Holzverarbeitenden Industrie und in der Zellstoff- und Papierindustrie) sowie Biomasseheiz(kraft)werken untersucht.

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungsverfahren (ÖNORM S 2117) wurde für keine der untersuchten Spezies (Daphnien, Leuchtbakterien und Süßwasseralgen) ein signifikanter Effekt festgestellt.

Es wurden keine Unterschiede zwischen den Feuerungstechnologien (Rost, Wirbelschicht oder Drehrohr), den (Abfall)brennstoffen und den Verbrennungsrückständen (Aschen, Bettaschen, Flugaschen oder Gips) wahrgenommen.

Darüber hinaus wurden bei einzelnen Proben auch der Einfluss der Korngröße (4 mm oder 10 mm) und der Alterung (frische Proben, zwei Monate oder sechs Monate alte Proben) untersucht und kein Unterschied festgestellt.

5. Quellen

- [1] Abfallverzeichnisverordnung, BGBl. II Nr. 570/2003 in der geltenden Fassung
- [2] Abfallwirtschaftsgesetz – AWG 2002, BGBl. I Nr. 102/2002 in der geltenden Fassung
- [3] Eurofins water&waste GmbH: Befund im Auftrag des BRV – Österreichischer Baustoff-Recycling Verband - Betreff: Ökotoxikologische Charakterisierung von Recycling Baustoffen. Wiener Neudorf, 20. Februar 2018
- [4] Leitfaden des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, Bewertung der gefahrenrelevanten Eigenschaft HP14 *ökotoxisch* gemäß Verordnung (EU) 2017/997 des Rates vom 8. Juni 2017, 1. Auflage, Wien, Juli 2018
- [5] Linsmeyer, T: HP14 *ökotoxisch* – Umsetzung in Österreich. In: ÖWAV 23. Dreiländertreffen – Internationaler Erfahrungsaustausch für Betreiber thermischer Abfallbehandlungsanlagen. Graz, 15. Oktober 2018
- [6] Linsmeyer, T.; Rittenschober, F.; Voraberger, B.: Verbrennungsrückstände – Grundlagen zur Bestimmung der aquatischen Ökotoxizität. In: ÖWAV Neue gefährliche Abfälle? – HP14 *ökotoxisch* – Auswirkungen auf das Abfallverzeichnis. Wien, 20. Juni 2018
- [7] ÖNORM EN 14735 Charakterisierung von Abfällen – Herstellung von Abfallproben für ökotoxikologische Untersuchungen (konsolidierte Fassung), ausgegeben am 1. August 2006

- [8] ÖNORM EN ISO 6341 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmung der Beweglichkeit von *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Akuter Toxizitäts-Test (ISO 6341:2012), ausgegeben am 15. Mai 2013
- [9] ÖNORM EN ISO 8692 Wasserbeschaffenheit – Süßwasser-algen-Wachstumshemmtest mit einzelligen Grünalgen (ISO 8692:2012), ausgegeben am 15. April 2012
- [10] ÖNORM EN ISO 11348-1 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) – Teil 1: Verfahren mit frisch gezüchteten Bakterien (ISO 11348-1:2007), ausgegeben am 15. April 2009
- [11] ÖNORM EN ISO 11348-2 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) – Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien (ISO 11348-2:2007), ausgegeben am 15. April 2009
- [12] ÖNORM EN ISO 11348-3 Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) – Teil 3: Verfahren mit gefriergetrockneten Bakterien (ISO 11348-3:2007/DAM 1:2017) (Änderung), ausgegeben am 1. Juni 2017
- [13] ÖNORM S 2117 Herstellung eines Eluates aus ungemahlten Abfallproben mit einer Korngröße kleiner 10 mm für die Untersuchung der Gewässergefährdung und der organischen Parameter, ausgegeben am 1. Februar 2018
- [14] Verordnung (EG) Nr. 440/2008 der Kommission zur Festlegung von Prüfmethode gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) vom 30. Mai 2008
- [15] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 vom 16. Dezember 2008
- [16] Verordnung (EU) Nr. 1357/2014 der Kommission zur Ersetzung von Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfall und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, ABL L 365 vom 19.12.2014, Seite 89
- [17] Verordnung (EU) 2017/997 des Rates zur Änderung von Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die gefahrenrelevante Eigenschaft HP14 *ökotoxisch*, ABL L 150 vom 14. Juni 2017, Seite 1
- [18] Wruss, W.; Wruss, K.; Mann, O.; Dvorak, A.: Bericht Untersuchungen an Elektroofenschlacken zum Kriterium HP 14 *ökotoxisch*. Wien, 19. Februar 2019 (nicht veröffentlicht)

Ansprechpartner



Dipl.-Ing. Dr. techn. Jutta Kraus

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
 Sachbearbeiterin
 V/6 – Abfallvermeidung, -verwertung und -beurteilung
 Stubenbastei 5
 1010 Wien, Österreich
 +43 1 71100 613510
 jutta.kraus@bmnt.gv.at

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Thomas Pretz, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 6
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-47-3 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe, Sarah Pietsch,
Janin Burbott-Seidel, Ginette Teske, Roland Richter,
Cordula Müller, Gabi Spiegel
Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.