

	Charakterisierung von Abfällen Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen Deutsche Fassung EN 13657:2002	DIN EN 13657
--	--	-------------------------------

ICS 13.030.40

Characterization of waste — Digestion for subsequent determination of
aqua regia soluble portion of elements; German version EN 13657:2002

Caractérisation des déchets — Digestion en vue de la détermination
ultérieure de la part des éléments solubles dans l'eau régale contenus
dans les déchets; Version allemande EN 13657:2002

Die Europäische Norm EN 13657:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee TC 292 „Charakterisierung von Abfällen“ (Sekretariat: Niederlande) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm EN 13657, die in Deutsch, Englisch und Französisch herausgegeben wurde.

Die vorbereitenden Arbeiten wurden von der Arbeitsgruppe 3 „Mineralsäure- oder wasserlösliche substanzbezogene Parameter: Analyse und Aufschlussverfahren“ des TC 292 durchgeführt. Seitens des DIN war an der Erstellung der Europäischen Norm der NAW I 2/UA 2 „Chemische Verfahren“ beteiligt.

Deutschland hat der Veröffentlichung von EN 13657 nicht zugestimmt. Begründung:

Zur Ermittlung der Vergleichbarkeit der Europäischen Normen EN 13656 und EN 13657 wurde ein umfangreicher Ringversuch durchgeführt, dessen Ergebnisse in dem Bericht „The Validation of CEN Draft Standards for the Analysis of wastes“, JRC, H. Muntau u. a., EUR 19680 EN, zusammengefasst sind und die in verkürzter Form als Bestandteil des Anhangs B in die jeweilige Europäische Norm aufgenommen wurden. Ziel der Untersuchung war es einerseits, die Validierungsdaten für die europäischen Norm-Entwürfe (Ausgabe 1999-07) zu ermitteln, und andererseits, Aussagen über die Gleichwertigkeit der fünf unterschiedlichen Extraktionsverfahren nach EN 13656 und EN 13657 zu erhalten.

Fortsetzung Seite 2 bis 5
und 27 Seiten EN

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Beide Europäische Normen dienen dem gleichen Ziel, nämlich der Ermittlung der Elementgehalte in Abfallproben. Sie sind nur dann praxisgerecht, wenn die unterschiedlichen Verfahren – einerseits die Königswasser-Druckextraktion mit geschlossener und halboffener Mikrowelle sowie drucklos, Kochen am Rückfluss (EN 13657) und andererseits Druckaufschluss mit HF/HNO₃/HCl-Gemisch in geschlossener und halboffener Mikrowelle (EN 13656) – gleichwertige Analyseenergebnisse liefern.

Im Validierungsringversuch wurden diese fünf Verfahrensvarianten der Normen für 31 Elemente an sehr homogenen Probenmaterialien, davon vier Abfall- und zwei Referenzmaterialien (Klärschlamm und Müllverbrennungsasche), angewendet. Da für eine statistische Prüfung der Gleichwertigkeit von Prüfverfahren aus Ringversuchsdaten bisher keine geeigneten Rechenmodelle vorliegen, wurden im zitierten Bericht die Ergebnisse nur grafisch gegenüber gestellt. Leider weisen die Laborergebnisse große Streuungen bei vielen Elementen, Materialien und Extraktionsverfahren auf, so dass eine objektive Bewertung nur sehr schwer möglich ist. Hinzu kommt, dass bei einigen Elementen und Extraktionsverfahren und insbesondere beim Verfahren mit der halboffenen Mikrowelle in der Norm EN 13656 die Datenbasis für eine repräsentative Aussage zu gering war.

Aus der Boden- und Klärschlammanalytik ist seit etwa 20 Jahren bekannt, dass die mit Königswasser (Rückfluss) extrahierbaren Elementgehalte – je nach Bindungsform der Elemente in der Matrix – etwa 50 % bis 100 % der echten Totalgehalte betragen. In den sechs verfügbaren Boden-/Klärschlamm Certified Reference Materials (CRM) des BCR (BCR 141 bis 146) wurden aus diesem Grunde getrennt sowohl echte Totalgehalte als auch königswasserextrahierbare Elementgehalte zertifiziert. Die Elementgehalte in diesen Proben unterscheiden sich z. T. deutlich. Bei der jahrelangen Entwicklung der Königswasser-Bodennorm, ISO 11466, wurde der Begriff „Aufschluss“, der die Ermittlung der Gesamtgehalte beschreibt, bewusst vermieden und durch den Begriff „mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte“ ersetzt. Verwendet man jedoch ein Gemisch aus HF/HNO₃/HCl in der Mikrowelle unter Druck, so werden viele Materialien, insbesondere silikatische Materialien, vollständig in Lösung gebracht und bei der nachfolgenden Bestimmung erfasst.

Somit ist allein durch den Chemismus der unterschiedlichen Verfahren in den Europäischen Normen EN 13656 und EN 13657 zu erwarten, dass verschiedene Anteile der Materialien in Lösung gebracht und als Elementgehalte ermittelt werden. Nach dem Prinzip des Druckaufschlusses steigt das Oxidationspotential der Salpetersäure mit steigender Temperatur und Druck an. Es ist also zu erwarten, dass gerade bei kohlenstoffreichem Material die Mikrowellenextraktion unter hohem Druck (geschlossenes System) höhere Elementgehalte liefert als halboffene Systeme oder gar offene Systeme wie die Königswasserextraktion unter Rückfluss. Diese Effekte werden allerdings durch den Zeitfaktor, der in den vorliegenden Normen für die Verfahren sehr unterschiedlich ist, und durch die verschiedenen chemischen Eigenschaften der Elemente überlagert. Es handelt sich um ein sehr komplexes System, das einer objektiven, vergleichenden Prüfung nur schwer zugänglich ist.

Prüfung der Gleichwertigkeit

Um eine objektive Prüfung der Gleichwertigkeit der Verfahren auf der Grundlage der verfügbaren Daten aus den Ringversuchsergebnissen zu ermöglichen, wurden in der nachfolgenden Berechnung die Mittelwerte und Wiederholstandardabweichungen (SI) paarweise gegenübergestellt. Es wurden jeweils die ermittelten Elementgehalte der untersuchten Materialien geprüft nach:

- 1) **gleiche Verfahren des geschlossenen Mikrowellen-Druckaufschlusses**
Extraktion nach Verfahren „Königswasser (EN 13657)“
gegenüber Aufschluss Verfahren „HF/HNO₃/HCl (EN 13656)“
- 2) **gleiche Lösemittel, nur Königswasser (EN 13657)**
Extraktion nach Verfahren „Mikrowelle, geschlossen“
gegenüber Verfahren „Rückfluss“
- 3) **gleiche Lösemittel, Königswasser, Mikrowelle (EN 13657)**
Extraktion nach Verfahren „Mikrowelle, geschlossen“
gegenüber Verfahren „Mikrowelle, halboffen“

Zur Prüfung der Gleichwertigkeit der Verfahren wurden Streuungen in Form der Wiederholstandardabweichungen (SI) mit dem F-Test sowie Mittelwerte nach dem t-Test für jedes Element und für die untersuchten Probematerialien untersucht. Der Differenzen-t-Test konnte in Ermangelung des Vorliegens der Labor-Einzeldaten nicht angewendet werden. Es wurden Berechnungen nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

F-Test:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$s_1 > s_2 \quad f_1 = n_1 - 1 \quad f_2 = n_2 - 1$$

Wenn s_1 und s_2 sich nicht signifikant unterscheiden, dann **t-Test**:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$f = n_1 + n_2 - 2$$

s_1 und s_2 unterscheiden sich möglicherweise signifikant, dann Anwendung des modifizierten **t-Tests** nach Fischer und Behrend:

$$f = \frac{\left[\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right) + \left(\frac{s_2^2}{n_2} \right) \right]^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

Ergebnisse:

zu 1) Vergleich Totalgehalte – königswasserextrahierbare Gehalte:

HF/HNO₃/HCl-Aufschluss mit Königswasser-Extraktion,

beide Verfahren mit Druckextraktion in der Mikrowelle, geschlossen

Der statistische t-Test lieferte das Ergebnis, dass die Mittelwerte für die unterschiedlichen Lösemittel überwiegend nicht vergleichbare Elementgehalte ermitteln. Während die Schwermetalle Wiederfindungsraten häufig im Bereich von 80 % bis 95 % bezogen auf den zertifizierten Gesamtgehalt aufweisen, sind die Differenzen bei den Alkalielementen und Aluminium und Titan besonders groß.

Auch die statistischen Prüfungen für die im Ringversuch eingesetzten 4 Abfallmaterialien zeigten ein ähnliches Bild.

Auch wenn der t-Test für den Einsatzbereich der Normen zu scharf sein sollte, so konnte gezeigt werden, dass Abweichungen über 20 % bei vielen Elementen und Materialien auftreten, die nicht toleriert werden können. Die beiden Extraktions-/Aufschlussverfahren sind daher nicht gleichwertig.

Zu 2) Vergleich nur Königswasser-Extraktion:

Verfahren „Mikrowelle, geschlossen“ mit Verfahren „Rückfluss“

Auch hier zeigten sich deutliche Differenzen, allerdings nicht ganz so gravierend wie das Ergebnis unter Punkt 1. Für Chrom und Zn sind keine Unterschiede feststellbar, für die anderen Elemente liefert die Druckextraktion in der Mikrowelle überwiegend höhere Gehalte.

Die Wiederfindungsraten zum Referenzwert, „City waste incineration ash“, BCR 176, für beide Extraktionsverfahren zeigten deutlich, dass diese Verfahren ohne die Verwendung von Flusssäure erwartungsgemäß zum Teil erhebliche Minderbefunde gegenüber dem Gesamtgehalt aufweisen (Al, Sb, Ba, Cr, Mg, Ni, S, Na, Sr und Ti). Der t-Test weist auch hier bei den meisten Elementen keine Gleichwertigkeit nach.

Auch für die überwiegende Anzahl der Elementgehalte ist keine Gleichwertigkeit der Ergebnisse in den vier Abfallproben festzustellen.

Zu 3) Vergleich Mikrowellen-Varianten mit Königswasser-Extraktion:
Verfahren „Mikrowelle, geschlossen“ mit Verfahren „Mikrowelle, halboffen“

Selbst hier lieferten die statistischen Prüfungen für eine größere Anzahl von Elementen keine gleichwertigen Resultate. Abweichungen von über 20 % waren bei einer Reihe von Elementen feststellbar. Die Gleichwertigkeit der Verfahren ist nicht für alle Elemente gegeben.

Fazit:

Deutschland hatte bereits anlässlich der CEN-Umfrage zu den europäischen Norm-Entwürfen prEN 13656 und prEN 13657 (Ausgabe 1999-07) erhebliche Vorbehalte gegen die technische Beschreibung dieser Dokumente vorgebracht, die im Wesentlichen in der weiteren Bearbeitung nicht berücksichtigt wurden. Da auch die Validierungsdaten, wie oben dargestellt, eine eindeutige Anwendung aus der Sicht des zuständigen Fachgremiums im DIN nicht ermöglichen, wurden im Vorfeld der Schluss-Abstimmung die folgenden Vorschläge dem Federführenden der zuständigen Arbeitsgruppe zur Berücksichtigung gegeben.

Da die beiden Normen keine gleichwertigen Analysenergebnisse liefern, sollten die Anwendungsbereiche klarer definiert werden: Einerseits erfasst EN 13657 nur königswasserextrahierbare Gehalte, die je nach Bindungsform der Elemente weit unterhalb der Gesamtgehalte liegen können, und andererseits ist EN 13656 in der Lage, echte Gesamtgehalte zu erfassen. Die Anwendungsunterschiede könnten durch Änderung der Normtitel manifestiert werden.

Folgende Änderungen in den Normen sind daher erforderlich und sollten im Rahmen einer Überarbeitung der Europäischen Normen EN 13656 und EN 13657 berücksichtigt werden.

1. Titelländerung

Die vorliegenden Europäischen Normen EN 13657 und EN 13656 liefern bei einer Vielzahl von Elementen keine gleichwertigen Gehalte – insbesondere in Anwesenheit von silikatischen Matrices, die in Abfallproben häufig anzutreffen sind. Es wäre daher ratsam, den Titel der Norm EN 13656 in „Aufschluss mittels Mikrowellengerät mit einem Gemisch aus HF HNO₃ und HCl für die anschließende Bestimmung der Element-Gesamtgehalte“ umzubenennen.

Inwieweit die Variante „Mikrowelle halboffen“ in der Norm EN 13656 vergleichbare Resultate mit der Variante Mikrowelle, geschlossen liefert, konnte wegen der zu geringen Datenbasis nicht geprüft werden. Es ist jedoch zu vermuten, dass in gleicher Weise wie bei der Königswasser-Extraktion unterschiedliche Gehalte ermittelt werden, da aufgrund der unterschiedlichen Energieeinträge, der Druckverhältnisse sowie der Zeitdauer der Verfahrensvarianten dies wahrscheinlich ist.

Für die Norm EN 13657 sollte im Titel der Begriff „Aufschluss“ durch „Extraktion“ ersetzt werden, um klarzustellen, dass mit dieser Norm in der Regel keine echten Gesamtgehalte extrahiert werden. Die Auftraggeber könnten damit genau unterscheiden, ob sie königswasserextrahierbare Elementgehalte oder echte Gesamtgehalte bei Anwendung der Norm EN 13656 für die Untersuchung der Abfallproben in Auftrag geben.

2. Elemente

Die in den Normen aufgeführten Elemente sind wegen der Datenlage teilweise nicht ausreichend validiert. Es wäre daher sinnvoll, auf die Nennung der bestimmaren Elemente (Abschnitt 1 der Normen) zu verzichten und dem Anwender auf der Grundlage der Validierungsdaten die Auswahl der geeigneten Elemente zu überlassen.

3. Korngröße – Probenvorbehandlung

Der Abschnitt 5.1 in den Normen – Probenvorbehandlung – ist so formuliert, dass im ersten Satz gefordert wird: „Die Prüfmenge sollte möglichst ohne jegliche Vorbehandlung in das Gefäß überführt werden.“, wenn die Prüfmenge repräsentativ für die Laboratoriumsprobe ist. Dies kann sicher nur der Fall sein, wenn homogenisierte, schlammartige Proben zum Einsatz kommen.

Bei festen Abfällen wird allerdings dann nicht definitiv die Aufmahlung und damit verbunden eine Homogenisierung gefordert, sondern es ist eine Kann-Vorschrift mit dem Begriff „sollte“ formuliert. Im Norm-Entwurf prEN 13656 (Ausgabe 1999-07) war diese Passage sogar nur als nicht normative Anmerkung mit dem Begriff „können“ aufgeführt. Diese Vorgehensweise führt bei festen Proben, die in der Regel gerade bei Abfallproben nicht homogen sind, zu großen Streuungen in den Analysenergebnissen. Gerade bei einer Einwaage von nur 200 mg bis 500 mg sind dann die Analysenproben nicht repräsentativ für die Laboratoriumsprobe. Die vorliegenden Analysenergebnisse weisen bei Einsatz der Ringversuchsproben mit einer Korngröße $< 90 \mu\text{m}$ bei einigen Elementen bereits jetzt eine zu hohe Wiederholstandardabweichung auf. Für nicht aufgemahlene Untersuchungsproben würden die Streuungen durch Heterogenitäten weiter, z. T. in unzulässiger Weise erhöht werden.

Es sollte daher bei festen Proben generell eine Aufmahlung auf eine Korngröße unter $250 \mu\text{m}$ gefordert werden.

4. Verfahrensvarianten in den Normen

Wie der Validierungsringversuch gezeigt hat, liefern die in der Norm EN 13657 aufgeführten Varianten für eine Reihe von Elementen keine gleichwertigen Ergebnisse. Es sollte daher entweder das Verfahren nach 9.2 oder 9.4 allein in der Norm enthalten sein. Sollte die Königswasser Mikrowellen-Extraktion wegen der Zeitersparnis favorisiert werden, so ist der Einsatz der Probe mit einer definierten Korngröße erforderlich. Um die Vergleichbarkeit der Analysenergebnisse zu verbessern, empfiehlt es dann nur noch **eine** Mikrowellenvariante, mit **einer** definierten Probeneinwaage, **einer** Säuremischung sowie **einem** Temperatur-/Leistungsprogramm zu normen.

In den vorliegenden Normen ist die Variationsbreite der jeweiligen Unterverfahren hinsichtlich der Einwaage, der Säuremengen, der Leistungseinstellungen sowie der Extraktionsdauer zu unterschiedlich, um gleichwertige Analysenergebnisse liefern zu können.

Auf die Verfahrensvariante „Mikrowelle, halboffen“ kann verzichtet werden, da nur wenige Teilnehmer des Ringversuches dieses Verfahren angewendet hatten. Dies gilt umso mehr für die EN 13656, bei der nur wenige Laboratorien dieses Verfahren einsetzten.

Zusätzlich sollte für das Verfahren „Mikrowelle, geschlossen“ eine mindestens einzuhaltende Druckresistenz der verwendeten Aufschlussgefäße angegeben werden, da die Konstruktionsmerkmale kommerzieller Gefäße zu unterschiedlich sind. Optimal wäre die Angabe von Temperaturprogrammen als Ersatz für die angegebenen Leistungs-Zeit-Programme.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Charakterisierung von Abfällen – Aufschluss zur anschließenden Bestimmung des in Königswasser löslichen Anteils an Elementen in Abfällen

Characterization of waste – Digestion for subsequent
determination of aqua regia soluble portion of elements

Caractérisation des déchets – Digestion en vue de la
détermination ultérieure de la part des éléments solubles
dans l'eau régale contenus dans les déchets

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. August 2002 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Sicherheitshinweise	5
5 Probe	6
5.1 Probenvorbehandlung.....	6
5.2 Masse der Prüfmenge.....	6
6 Ausrüstung	6
6.1 Geschlossenes Gefäßsystem	6
6.1.1 Mikrowellengerät.....	6
6.1.2 Aufschlussgefäße	7
6.2 Halboffenes Gefäßsystem.....	7
6.2.1 Mikrowellengerät.....	7
6.2.2 Aufschlussgefäße	7
6.3 Geräte für den thermischen Aufschluss	8
6.3.1 Reaktionsgefäße	8
6.3.2 Rückflusskühler	8
6.3.3 Absorptionsgefäß	8
6.3.4 Aufgeraute Glasperlen	8
6.3.5 Temperaturgeregeltes Heizgerät.....	8
6.4 Allgemeine Ausrüstung.....	8
7 Chemikalien	8
8 Störungen und Fehlerquellen	8
8.1 Allgemeines	8
8.2 Geschlossenes Gefäßsystem	9
8.3 Halboffenes Gefäßsystem für Mikrowellen oder thermischen Aufschluss	9
9 Verfahren	9
9.1 Blindprobe	9
9.2 Verfahren für den Aufschluss mittels Mikrowellengerät in geschlossenen Gefäßen	10
9.3 Verfahren für den Aufschluss mittels Mikrowellengerät in halboffenen Gefäßen	10
9.3.1 Probenmenge	10
9.3.2 Aufschluss.....	10
9.3.3 Herstellung der Analysenlösung.....	11
9.4 Verfahren für den thermischen Aufschluss in Rückflusssystemen.....	11
9.4.1 Probenmenge	11
9.4.2 Aufschluss.....	11
9.4.3 Herstellung der Analysenlösung.....	12
10 Prüfbericht	12
Anhang A (normativ) Kalibrieren der Leistungseinstellung	14
Anhang B (informativ) Validierung	15
B.1 Ringversuch	15
B.2 Robustheitsstudie.....	23
Literaturhinweise	27

Vorwort

Dieses Dokument EN 13657:2002 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 292 „Charakterisierung von Abfällen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2003 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

In dieser Europäischen Norm ist Anhang A normativ und Anhang B ist informativ.

Einleitung

Ziel dieser Norm ist es, geeignete Verfahren zur Extraktion von Elementen aus Abfällen, die durch Aufschluss mit Königswasser gelöst werden können, d. h. Königswasser lösliche Elemente, zu beschreiben.

Für die Arten von Abfällen, bei denen das Probenmaterial durch den beschriebenen Aufschluss mit Königswasser nicht gänzlich in Lösung gebracht werden kann, stellen die erhaltenen Resultate nicht den Gesamtgehalt der Elemente im Abfall dar.

Die erhaltenen Resultate an in Königswasser löslichen Elementen können nicht als eluierbar angesehen werden, da das Extraktionsverfahren zu stark ist, um natürliche Prozesse zu repräsentieren.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Verfahren zum Aufschluss mit Königswasser fest. Die nach den Verfahren hergestellten Lösungen sind z. B. für Analysen mittels Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (FAAS), Hydrid-Atomabsorptionsspektrometrie (HGAAS), Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie (CVAAS), Graphitrohrföfen-Atomabsorptionsspektrometrie (GFAAS), optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und mit induktiv gekoppelter Plasma-Emissions-Massenspektrometrie (ICP-MS) geeignet.

Der Aufschluss mit Königswasser schließt nicht unbedingt alle Elemente vollständig auf. Dennoch sind die Resultate für die meisten umweltbezogenen Fragestellungen und Abfallcharakterisierungen geeignet.

Das Verfahren ist zum Aufschluss von Abfällen anwendbar, z. B. für folgende Elemente: Al, Sb, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P, K, Se, Ag, S, Na, Sr, Sn, Te, Ti, Tl, V, Zn.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN ISO 3696:1995, *Wasser für analytische Laborzwecke – Spezifikationen und Prüfverfahren (ISO 3696:1987)*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Königswasser

Aufschlusslösung aus einem Gemisch von 1 Volumen Salpetersäure (65 % *m/m* bis 70 % *m/m*) und 3 Volumina Salzsäure (35 % *m/m* bis 37 % *m/m*)

3.2

Aufschluss

Mineralisierung der organischen Stoffe einer Probe und mehr oder weniger vollständiges Auflösen ihrer mineralischen Anteile nach Reaktion mit einem Reagenzgemisch