



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

**LAGA-Methodensammlung  
Abfalluntersuchung**

**LAGA-Forum Abfalluntersuchung**

**Version 3.0**

**Stand: 14. Oktober 2016**

Die LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung V 1.0 wurde vom LAGA Forum Abfalluntersuchung 2008 erarbeitet.

Die Kenntnisnahme erfolgte durch die 71. ATA der LAGA unter TOP 6.2 in 06/2008 unter dem Vorsitz des

Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft  
(LAGA-Vorsitz in den Jahren 2007 und 2008)  
Archivstraße 1  
01097 Dresden

Die Fortschreibung zur LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung V 2.0 erfolgte durch das LAGA Forum Abfalluntersuchung in 2012; die Kenntnisnahme durch die 79. ATA der LAGA unter TOP 5.3 in 06/2012 unter dem Vorsitz des

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume  
des Landes Schleswig-Holstein  
(LAGA-Vorsitz in den Jahren 2011 und 2012)  
Mercatorstraße 3  
24106 Kiel

Die Fortschreibung zur LAGA-Methodensammlung Abfalluntersuchung V 3.0 erfolgte durch Bericht des LAGA Forum Abfalluntersuchung zur 87. ATA in 2016; er wurde unter TOP 4.5 in 06/2016 durch die 87. ATA der LAGA unter dem Vorsitz des

Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
Des Landes Baden-Württemberg  
(LAGA-Vorsitz in den Jahren 2015 und 2016)  
Kerner Platz 9  
70182 Stuttgart

zur Kenntnis genommen.

Die ACK hat der Veröffentlichung mit Umlaufverfahren ..... zugestimmt.

An der fachlichen Erarbeitung beteiligte Personen/Institutionen in alphabetischer Reihenfolge:

Dr. Axel Barrenstein, LANUV NRW  
Dipl.-Geol. Ralf Behrend, Landeslabor Berlin-Brandenburg  
Dr. Ulrich Bochert, Institut für Hygiene und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg  
Dr. Jan Brodsky, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Dr. Jürgen Diemer, Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Dr. Rolf Hahn, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Dr. Werner Heine, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz  
Dipl.- Biochem. Wolfgang Heß, Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland  
Dr. Gerhard Schmiedel, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz  
Dipl.-Geol. Reinhard Sudhoff, Regierungspräsidium Kassel  
Dr. Hans-Dietrich Zerbe, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein



## Inhaltsverzeichnis

### Vorwort

## I. Allgemeiner Teil

### I.1 Ziel der Methodensammlung Abfalluntersuchung

### I.2 Begriffe

### I.3 Status von Normen und Richtlinien

### I.4 Angabe von Analysen- und Untersuchungsergebnissen

## II. Regelwerksbezogener Teil

### II.1 Probenahme

*Vortext: Schulungsinhalte für Probenehmer nach LAGA PN98*

### II.2 Schnellanalysenmethoden und Vor-Ort-Verfahren

*Vortext: Zum Charakter mobiler Analysentechniken*

### II.3 Probenvorbereitung

#### II.3.1 Mechanische Probenvorbereitung

*Vortext: Siebschnitte und Endfeinheiten*

#### II.3.2 a) Probenvorbereitende Techniken; Bestimmung grundlegender Parameter

#### b) Extraktions- und Aufschlussverfahren

*Vortext: Matrixeinflüsse; Gesamt- und Totalgehalte*

#### c) Elutionsverfahren

*Vortext: Mobilisierungsbedingungen; Elution und Extraktion*

### II. 4 Allgemeine Parameter

#### II.4.1 Allgemeine Parameter Feststoffe

#### II.4.2 Allgemeine Parameter Eluate/Perkolate

### II.5 Physikalische Parameter

*Vortext: Ermittlung der Entzündlichkeit im Kontakt mit Wasser*

### II.6 Anorganische Analytik

#### II.6.1 Anorganik, Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)

#### II.6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik

#### II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik

*Vortext: Angabeform von Nährstoffgehalten*

### II.7 Organische Analytik

#### II.7.1 Organische Analytik, Feststoff

*Vortext: 6PCB nach Ballmiter; PCB-Gesamt nach LAGA; Stoffliste POP-VO; TOX-Äquivalente PCDD/F; Stoffgruppen: PBDE; 16EPA PAK; BTXE; Chlorbenzole; Chlorphenole; LHKW; Phenole*

#### II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate

*Vortext: Untersuchung leichtflüchtiger Komponenten*

- II.8 Summarische Parameter, Feststoff**  
*Vortext: Aussagekraft summarischer Parameter*
- II.9 Summarische Parameter, Eluate/Perkolate**
- II.10 Spezielle Verfahren zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit (AT4, GB21)**
- II.11 Biologische Testverfahren zur ökotoxikologischen Charakterisierung von Abfällen**
  - II.11.1 Allgemeines**  
*Vortext: Methodische Besonderheiten*
  - II.11.2 Terrestrische Testverfahren zur Untersuchung von Feststoffen**
  - II.11.3 Aquatische Testverfahren zur ökotoxikologischen Untersuchung von Abfalleluaten**  
*Vortext: Methodische Besonderheiten*
  - II.11.4 Auswertung von Biotests und Interpretation der Ergebnisse**  
*Vortext: Methodische Besonderheiten; Umgang mit Testergebnissen*
- II.12 Beurteilung von ungleichmäßigen Stoffverteilungen in einem Haufwerk**  
*Vortext: Rahmenbedingungen zur Berechnung statistischer Streuungen; Fallbeispiele*
- III. Beurteilung der Vollständigkeit und Qualität von Prüfberichten und Gutachten**  
*Vortext: Qualitätsstufensystem; Qualitätsstufenermittlung*
- IV. Anhang**
  - IV.1 Literaturverzeichnis**
  - IV.2 Abkürzungsverzeichnis**

## **Vorwort**

Um eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung oder Beseitigung von Abfällen sicherzustellen, enthält das untergesetzliche Regelwerk zum Kreislaufwirtschaftsgesetz Anforderungen an die Beschaffenheit der zu entsorgenden Abfälle. Ergebnisse der chemischen Untersuchung von Abfällen bilden in vielen Fällen die Grundlage einer Entscheidung über die Einstufung eines Abfalls als gefährlich/nicht gefährlich im Sinne der AVV und über die Art der Entsorgung dieses Abfalls (z. B. Zuordnung zu Deponie- und Verwertungsklassen).

Sachgerechte Entscheidungen setzen voraus, dass diese Untersuchungsergebnisse verlässlich ermittelt werden. Zu diesem Zwecke werden in den entsprechenden Regelwerken Untersuchungsverfahren vorgeschrieben. In der Regel verläuft die Fortschreibung des Rechtes jedoch weniger schnell als die Fortentwicklung der Untersuchungsverfahren. Es kommt daher vor, dass für die Bestimmung ein und derselben Parameter je nach Rechtsbereich unterschiedliche und unter Umständen nicht vergleichbare Verfahren herangezogen werden.

Vielfach müssen von den Untersuchungsstellen fachlich veraltete Analysenverfahren vorgehalten werden. Dies verursacht nicht nur unnötige Kosten, sondern bedeutet für die Untersuchungsstellen zudem einen höheren Aufwand bei der Qualitätssicherung und Akkreditierung.

## **I. Allgemeiner Teil**

### **I.1 Ziel der Methodensammlung Abfalluntersuchung**

Ziel dieser Methodensammlung ist es, als Kompendium für gesetzliche Regelungen im Abfallbereich zu dienen. Zur zukünftigen Vereinheitlichung der Vorgaben für Abfalluntersuchungen werden die notwendigen Grundlagen bereitgestellt, um im Zuge einer Methoden-Harmonisierung robuste und leistungsstarke Verfahren (Referenzverfahren) vorrangig anwenden zu können. Die vorliegende Zusammenstellung soll darüber hinaus dem mit der Thematik befassten Personenkreis, u. a.

- Abfallerzeuger,
- Gutachter,
- Untersuchungsstellen,
- Vollzugsbehörden

einen Überblick und eine Hilfestellung zu den in der Abfallanalytik verwendeten Untersuchungsverfahren geben. Soweit keine gesetzlichen Vorgaben für den Bereich existieren oder gleichwertige Verfahren in den Rechtsgrundlagen zugelassen sind (z. B. Nr. 3 Anh. 4 DepV) kann dieses Kompendium eine Entscheidungshilfe zur Verfahrensauswahl darstellen.

Bei der Auswahl von Verfahren zur Abfalluntersuchung ist vor allem die Vielfalt der Abfälle zu berücksichtigen. Unterschiedliche Abfallarten wie

- Klärschlamm, Kompost
- Aschen und Schlacken
- andere feste Abfälle zur Verwertung (z.B. Sekundärbrennstoffe, mineralische Baustoffe und Baustoffgemische, Baustellenmischabfälle, Bodenaushub),
- feste Abfälle zur Beseitigung (z. B. Filterstäube, Baustellenmischabfälle mit schädlichen Verunreinigungen, Abfälle aus der chem. Industrie, ausgekofferte belastete Feststoffe aus dem Altlastenbereich),
- „spezielle Abfallarten“ (z.B. Shredderleichtfraktionen, Althölzer, Altöl)

erfordern ein differenziertes Vorgehen nicht nur bei den für den Aussagewert von Untersuchungen besonders wichtigen Probenahmen, sondern auch bei den nachfolgenden Schritten der Probenvorbereitung und den anzuwendenden Analyseverfahren.

Die grundlegenden fachlichen Anforderungen für die Abfalluntersuchungen sind den entsprechenden Anhängen des untergesetzlichen Regelwerks zum Kreislaufwirtschaftsgesetz sowie sonstigen Regelwerken in Verbindung mit dem Fachmodul Abfall zu entnehmen.

Untersuchungsverfahren werden derzeit in folgenden Regelwerken vorgegeben:

- 1.) Deponieverordnung, (DepV), Anhang 4 [1]
- 2.) Versatzverordnung (VersatzV), Anhang 3 [4];
- 3a) Klärschlammverordnung (AbfKlärV), Anhang 1 (Klärschlamm) [5],
- 3b) Klärschlammverordnung (AbfKlärV), Anhang 1 (Boden) [5],
- 4.) Bioabfallverordnung (BioAbfV), Anhang 3 [6];
- 5.) Altholzverordnung (AltholzV), Anhang 4 [7];
- 6.) Altölverordnung, Anlage 2 [8];
- 7.) EU-POP-Verordnung [9];
- 9.) LAGA-Mitteilung 20 Teil III Probenahme und Analytik; Stand: 05.11.2004 (kurz: LAGA M20)
- 10.) Abfallrechtliche Marktüberwachung [16]

Die nachfolgenden Entwürfe von Regelwerken und ihre im Methodenteil gelisteten Verfahren werden nur zur Information aufgeführt.

- 3c.) 3. Arbeitsentwurf Mantelverordnung § 2 Ersatzbaustoffverordnung (E-EBV) [2]
- 8.) Entwurf Klärschlammverordnung (E-AbfKlärV), Anlage 3;[3]

Zu beachten ist außerdem, dass insbesondere bei der Verwertung von Abfällen mitunter weitere Rechtsbereiche mit ggfs. eigenen Festlegungen zur Untersuchung zu berücksichtigen sind. Ein Beispiel dafür ist die Verwertung mineralischer Abfälle durch Auf- oder Einbringen auf oder in den Boden, die die Berücksichtigung bodenschutz- und wasserrechtlicher Vorgaben erforderlich macht.

Durch die vorliegende Methodensammlung „Abfalluntersuchung“ soll eine

- zeitnahe Fortschreibung des Standes der Technik für die Abfalluntersuchung,
- Erhöhung der Effizienz durch Methodenharmonisierung, z. B. durch Berücksichtigung bei der Aktualisierung von entsprechenden Verordnungen etc. insbesondere auch rechtsgebietsübergreifend (Reduzierung vorzuhaltender Methoden in Untersuchungsstellen),
- Reduzierung von Kosten und Zeitaufwand für die jeweiligen Messgröße durch die Vereinheitlichung der Verfahren für verschiedene Rechtsbereiche,
- Steigerung der Qualität von Abfalluntersuchungen,
- Hilfestellung bei der Auswahl adäquater Analyseverfahren (nur anwendbar, wenn ausdrücklich zugelassen),
- Verbesserung der Übersicht und der Handhabung in der Praxis unterstützt werden.

## I.2 Begriffe

Die Begrifflichkeiten wurden bewußt allgemeinverständlich gehalten, um einem breiten Nutzerkreis Rechnung zu tragen.

### Referenzverfahren

Referenzverfahren im Sinne dieser Methodensammlung sind robuste, leistungsstarke Verfahren, die für eine bestimmte Messaufgabe besonders geeignet sind und für die Vollzugspraxis empfohlen werden. Sie sind auch durch eine hellgraue Unterlegung gekennzeichnet.

### Validierte Verfahren

In Ringversuchen getestete Verfahren.

### Adäquate Verfahren

Als adäquat gilt ein Verfahren dann, wenn es nach Auffassung des zuständigen Gremiums die stofflichen Eigenschaften eines Abfalls in gleicher Qualität darstellt wie das entsprechende Referenzverfahren.

### Selektive Analysemethoden

Als selektive Analysemethoden bezeichnet man Verfahren, bei denen sichergestellt ist, dass das Analysensignal ausschließlich von dem zu bestimmenden Stoff/Bestandteil und nicht von den Begleitsubstanzen (Matrix) hervorgerufen wird.

**Beispiel:** Bei der photometrischen Untersuchung wässriger Proben auf Chromat/Dichromat mittels Diphenylcarbazid muss sichergestellt sein, dass das Analysensignal nur von der Farbreaktion mit dem zu untersuchenden Stoff stammt und nicht (auch) von der Eigenfärbung der Matrix (z. B. Huminstoffe).

### Untere Anwendungsgrenze

Die **untere Anwendungsgrenze (UAG)** gibt die kleinste quantifizierbare Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **realen Probe** an, die mit einer Analysenmethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift ermittelt werden kann. Sie hängt insbesondere vom Einfluss der Stör- bzw. Begleitkomponenten (Matrix) ab.

Die **Bestimmungsgrenze (BG)** gibt die kleinste Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **idealen Probe** an, die mit einer Analysenmethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift quantifiziert werden kann.

Die **Nachweisgrenze (NWG)** gibt die kleinste Konzentration oder Gehalt eines Stoffes in einer **idealen Probe** an, die mit einer Analysenmethode unter Anwendung der vollständigen Arbeitsvorschrift detektiert werden kann.

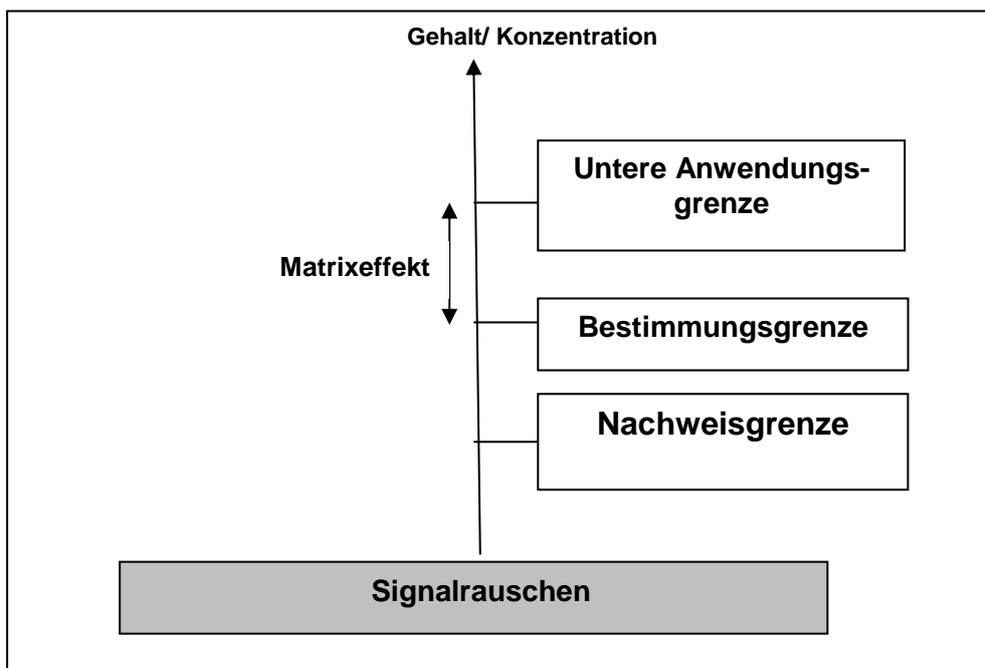


Abb. I.2-1: Graphische Erläuterung der Begrifflichkeiten Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze und untere Anwendungsgrenze

### Ergebnisunsicherheit<sup>1</sup>

Die Beurteilung und der Vergleich von Untersuchungsergebnissen erfordern ein Maß für ihre Verlässlichkeit. Dieses Maß wird als Unsicherheit bezeichnet. Sie ist definiert als „ein dem Ergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte“. Beim Vergleich von Untersuchungsergebnissen, insbe-

<sup>1</sup> Für weitergehende Informationen zu diesem Thema wird verwiesen auf: „Leitfaden zur Ermittlung von Messunsicherheiten bei quantitativen Prüfergebnissen“ (Deutsche Ausgabe des EUROLAB Technical Report 1/2006 „Guide to the Evaluation of Measurement Uncertainty for Quantitative Test Results“) und die dort genannte Literatur

sondere zur Überwachung von Grenzwerten, ist die Angabe der Unsicherheit eine wichtige Kenngröße zur Bewertung des Untersuchungsergebnisses.

Quellen für die Unsicherheit von Untersuchungsergebnissen sind u. a.:

- die Eigenschaften des untersuchten Objekts (z.B. Heterogenität des Prüfguts bzw. die Inhomogene Stofferteilung der Merkmale)
- die Probennahme/Probenaufbereitung
- das angewandte Mess-/Prüfverfahren incl. der Unsicherheit der zertifizierten Referenzwerte, die der Messung zugrunde liegen (Messunsicherheit)

Um ein Messverfahren zu charakterisieren, werden die Begriffe Präzision und Richtigkeit verwendet (vgl. Abb. I.2-2).

### Präzision

Qualitatives Maß für statistische (zufällige) Fehler (z. B. Ablese- und Interpolierfehler, Pipettier- und Wägefeler).

### Richtigkeit

Übereinstimmung des Messwertes mit einem als richtig akzeptierten Wert. Systematische Fehler eines Messverfahrens können z. B. durch Untersuchung mit mehreren physikalisch unabhängigen Analysemethoden oder den Einsatz zertifizierter Standardreferenzmaterialien erkannt werden.

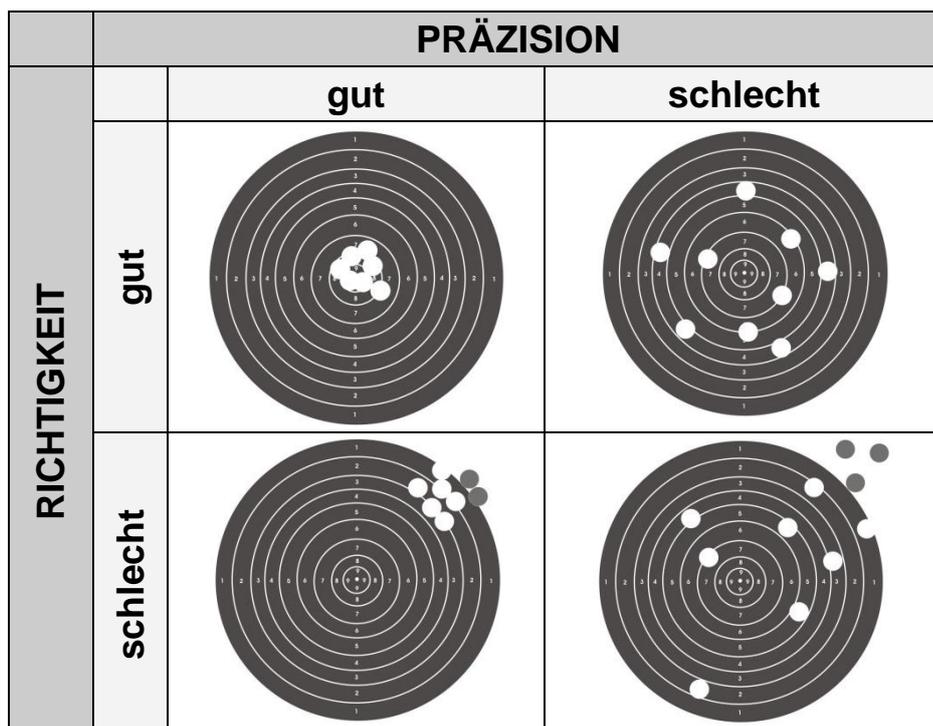


Abb. I.2-2: Schießscheibenmodell zur Verdeutlichung der Begriffe Präzision

## und Richtigkeit

Hinweise auf die Unsicherheit der validierten Analyseverfahren sind den jeweiligen Normen zu entnehmen. Bei Abfalluntersuchungen wird das Ausmaß der Unsicherheit des ermittelten Analyseergebnisses nicht allein durch die Untersuchung im Labor, sondern vor allem durch die inhomogene Stoffverteilung und die heterogene Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials bestimmt.

### I.3 Status von Normen und Richtlinien

Normen enthalten technische Regelungen und haben per se keine rechtliche Verbindlichkeit. Sie werden erst verbindlich, wenn der Gesetz- bzw. Ordnungsgeber sie beispielsweise in Gesetzen oder Verordnungen zitiert. Sie erlangen auch rechtliche Bedeutung, wenn sie der Ausfüllung des unbestimmten Rechtsbegriffs „Stand der Technik“ dienen.

Normen zur Umweltanalytik werden im nationalen (DIN/VDI-Richtlinien), europäischen (CEN) und internationalen Rahmen (ISO) erarbeitet. Der Werdegang der Normung und der Stellenwert sind in Abb. I.3-1 dargestellt.

Im nationalen Bereich besitzen für abfallbezogene Fragestellungen die LAGA-Richtlinien besondere Bedeutung. Deren Werdegang ist in Abb. I.3-2 dargestellt. Die Richtlinien und Merkblätter der LAGA konkretisieren abfallrechtliche Vorgaben und gehen in diesem Belang etwaigen Aussagen in technischen Normen oder allgemeinen technischen Richtlinien vor.

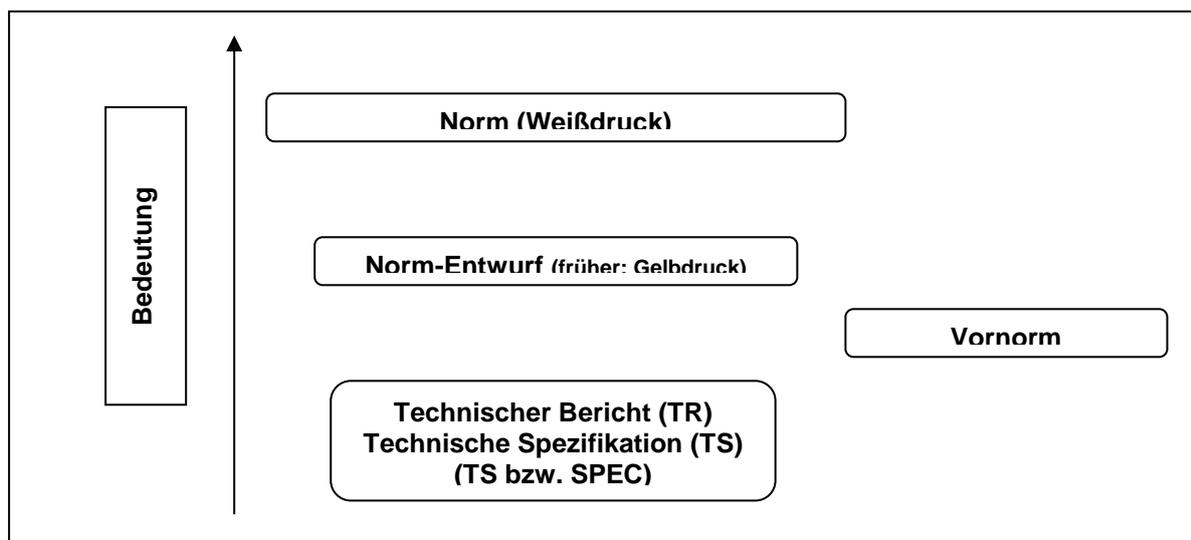
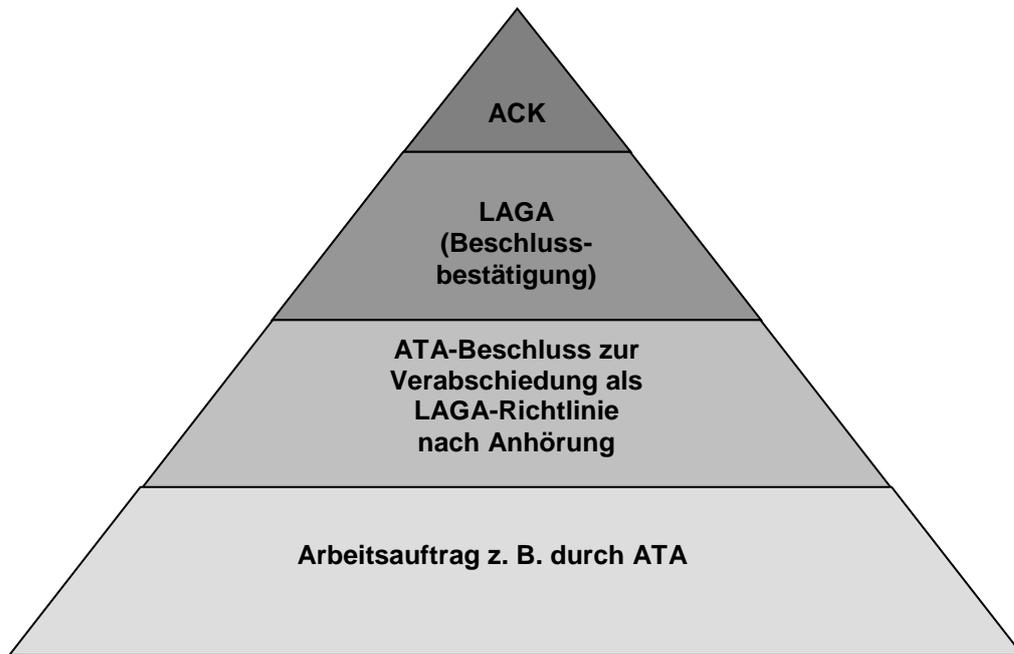


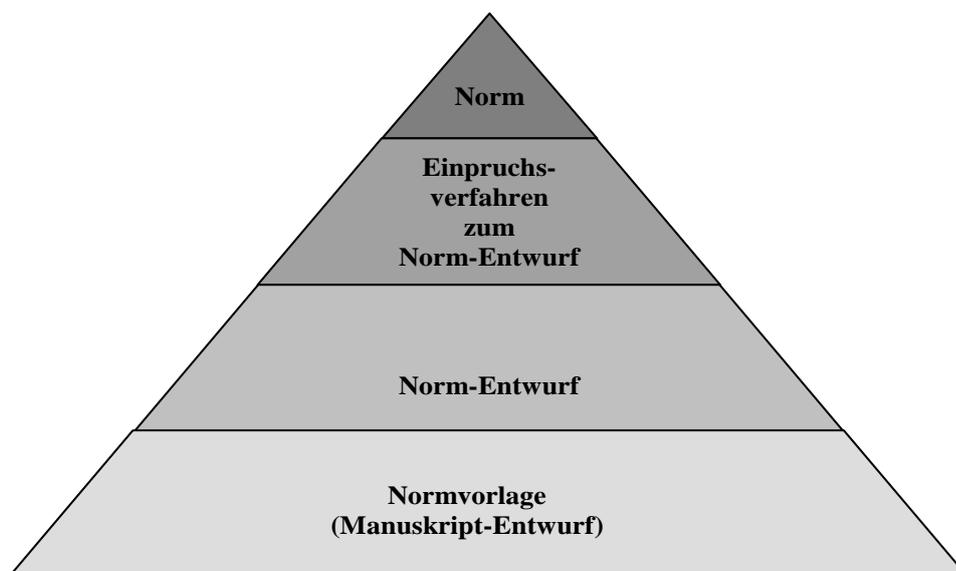
Abb. I.3-1: Hierarchie von Normen



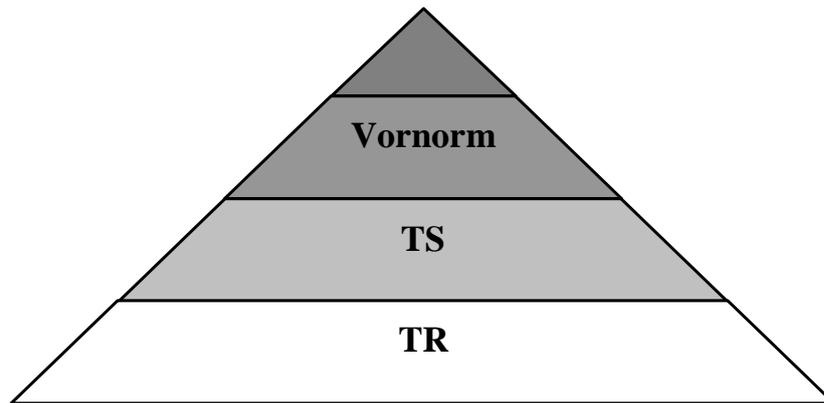


**Abb. I.3-2: Werdegang einer LAGA-Richtlinie**

Die LAGA erarbeitet Richtlinien, Technische Regeln und Merkblätter (Mitteilungen) zur Abfalluntersuchung für die Vollzugspraxis. Die Erarbeitung erfolgt z. B. auf Beschluss des Abfalltechnik-Ausschuss (ATA) der LAGA. Der Arbeitsauftrag über zu erarbeitende Richtlinien, Technische Regeln und Merkblätter wird an Ländervertreter vergeben. Entwürfe von LAGA-Richtlinien werden nach Anhörung zu beteiligender Kreise durch den zuständigen „Hauptausschuss“ über die LAGA-Vollversammlung der Amtschefkonferenz (ACK) vorgelegt und bei Bestätigung den Bundesländern zur Einführung empfohlen.



**Abb. I.3-3: Werdegang einer Norm**



**Abb. I.3-4: Pränormative Dokumente und technische Berichte**

Den Werdegang einer Norm vom Manuskript-Entwurf bis zur verabschiedeten Norm ist in Abb. I.3-3 dargestellt. Außer den „klassischen Normen“ existieren noch sog. pränormative Dokumente und Technische Spezifikationen (TS bzw. SPEC) sowie technische Berichte (TR).

DIN CEN/TR,

DIN CEN/TS,

DIN ISO/TS,

DIN SPEC,

ISO TR

Ihre Bedeutung darf **nicht** mit verabschiedeten Normen gleichgesetzt werden, sie besitzen lediglich informativen Charakter (s. a. Abb.I.3-4).

**Technische Spezifikationen (TS, SPEC) und Technical Reports (TR) erfahren i. d. R.  
keine Methodvalidierung!**

Es gibt bisher nur wenige Analyseverfahren, die explizit für die Untersuchung von Abfällen entwickelt und validiert wurden. Auf europäischer Ebene werden zwar derzeit vermehrt Analyseverfahren für den Matrixtyp „Abfall“ erarbeitet, jedoch müssen häufig zur Abfalluntersuchung noch Normen aus den Matrixbereichen Boden, Schlämme und Sedimente herangezogen werden, die für den Anwendungsbereich "Abfalluntersuchung" nicht validiert sind. Vor einer Übertragung dieser Verfahren auf feste Abfälle oder verunreinigtes Bodenmaterial müssen deshalb grundsätzlich mögliche abfallspezifische Matrixinterferenzen geprüft werden.

Verwendete Bezeichnungen für Normen sind hier:

DIN,

DIN EN,

DIN EN ISO,

DIN EN ISO/IEC,

DIN ISO,

ISO

Überdies sind Dokumente mit der Zusatzkennung „Entwurf“ (kurz: E) zu finden. Vielfach wird das „E“ hierbei vorangestellt.

#### I.4 Angabe von Analysen- und Untersuchungsergebnissen

Grundlage für die Angabe von Analysenergebnissen ist DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08 und DIN 38402:2011-09. Bei einzelnen Kenngrößen sind die normenspezifischen Festlegungen zu beachten.

Ein **vollständiger Prüfbericht** beinhaltet folgende Punkte:

- Probenart
- Vorbehandlung (s. Protokoll Anhang A DIN 19747)
- Probenvorbereitung (Anzahl der (Einzelproben (EP) (Mischproben (MP), Sammelproben (SP) , Laborproben (LP) Parallelproben (PP), Rückstellproben (RSP)))
- Parameter
- Zu ermittelnde Messgröße (Konzentration, Gehalt)
- Zahlenwert der ermittelten Messgröße (Einzelwert, Mittelwert)
- Messunsicherheit mit dem Erweiterungsfaktor k
- Einheit (bezogen auf Originalsubstanz oder Trockenmasse)
- Analysenverfahren

Beispiel:

Probenbezeichnung	Parameter	Spezifikation	Zahlenwert der Messgröße	Erweiterte Messunsicherheit	Erweiterungsfaktor(k)	Messgröße/Einheit	Analyseverfahren
z.B. Labornr.	MKW	C 10 – C 22	350	50	2	Gehalt/mg/kg TM	DIN EN 14039

Analysenergebnisse müssen konsistent mit der angegebenen Messunsicherheit sein. Die Größe der Messunsicherheit (i.d.R. 2 signifikante Stellen) legt fest, bis zu wie vielen Stellen ein Analyseergebnis angegeben werden darf. In der Regel wird die erweiterte Messunsicherheit mit  $k=2$  der Rundung zu Grunde gelegt.

Beispiel: Angabe der Analysenergebnisse mit Messunsicherheit ( $k = 2$ )

richtig: Cadmium: 5,32 mg/kg  $\pm$  0,45 mg/kg

falsch: Cadmium: 5,623 mg/kg  $\pm$  0,73 mg/kg

richtig: Blei: 5,6 mg/kg  $\pm$  0,7 mg/kg

falsch: Blei: 5,6 mg/kg  $\pm$  0,734 mg/kg

#### Angabe von Analysenergebnissen unterhalb der Bestimmungsgrenze

Liegt der ermittelte Wert für eine Messgröße unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) ist i.d.R. die folgende Form der Ergebnisangabe im Analysenbericht ausreichend:

Wert der Messgröße < Wert der Bestimmungsgrenze

Beispiel Cadmium < 0,1 mg/kg TM

Der angegebene Wert ist die ermittelte Bestimmungsgrenze.

Für den Fall, dass mit den Ergebnissen weitere Berechnungen erforderlich sind, können weitere Angaben notwendig werden.

Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze können wie folgt angegeben werden:

Fall	Angabe des Ergebnisses	Bedeutung
Gehalt kleiner als Nachweisgrenze	n.n. (NG) Beispiel: n.n. (10 mg/kg TM)	nicht nachgewiesen (Nachweisgrenze)
Gehalt größer gleich Nachweis- und kleiner als Bestimmungsgrenze	n.b. (Zahlenwert und Einheit; BG) Beispiel: n.b.(15 mg/kg TM; 30 mg/kg TM)	nachgewiesen, nicht bestimmbar (Ergebnisangabe; Bestimmungsgrenze)
Gehalt größer gleich Bestimmungsgrenze	Zahlenwert und Einheit mit Messunsicherheit	nachgewiesen und quantifiziert
Messgröße nicht ermittelt	n.a.	nicht analysiert

Der Wert unterhalb der „BG“ stellt eine Bandbreite dar.  
Er darf für Auswertungen nicht als Einzelwert verwendet werden!

### Angabe von Ergebnissen im Fall von weiteren Rechnungen mit Gehalten kleiner als die Bestimmungsgrenze

Werte kleiner als die Bestimmungsgrenze (BG) können im Extremfall durch die Werte Null oder den Wert der Bestimmungsgrenze ersetzt werden.

Dies kann in der Praxis bei Berechnungen oftmals Probleme bereiten, insbesondere im Fall der Summenbildung.

Für Summenberechnungen aus Werten kleiner als die Bestimmungsgrenze findet man sowohl die Berechnungsmethode mit der einfachen Angabe „< Summenwert“, wobei der Summenwert die Summe der einzelnen Bestimmungsgrenzen ist als auch die Angabe eines möglichen Wertebereichs (Untergrenze bis Obergrenze). Zur Ermittlung der Untergrenze gehen dabei die „kleiner als“-Werte als Null ein, zur Berechnung der Obergrenze gehen die Werte der Bestimmungsgrenzen als Zahlenwerte ein. Da diese Berechnungsergebnisse oftmals die Basis für wichtige Entscheidungen darstellen, muss ein geeignetes Substitutionsverfahren gewählt werden.

PCB-Kongenere	BG [mg/kg]	Bsp.1[mg/kg]	Bsp.2[mg/kg]	Bsp.3[mg/kg]
28	0,1	1,2	< 0,1	<0.1
52	0,1	1,6	< 0,1	<0.1
101	0,1	2,3	2,3	<0.1
138	0,3	5	0,4	<0,3
153	0,3	3,7	<0,3	<0,3
180	0,3	2,9	0,5	<0,3
Summe PCB		16,7	3,2 bis <3,7	0 bis <1,2



## II. Regelwerksbezogener Teil

### II.1 Probenahme

Grundvoraussetzung für eine sachgerechte Beurteilung ist es, dass die Ergebnisse der Untersuchungen ein zuverlässiges Abbild der stofflichen Zusammensetzung des Abfalls geben. Dies ist bei Abfällen besonders schwierig, da neben einer inhomogenen Schadstoffverteilung verschiedene Abfälle zusätzlich noch eine heterogene Matrix aufweisen. Die Probenahme ist deshalb integraler Bestandteil der physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchung und beeinflusst maßgeblich die Qualität der Ergebnisse.

*Um die Ergebnisunsicherheit in engen Grenzen zu halten sind die Vorgaben der LAGA PN 98 (Referenzverfahren der Probenahme) stringent einzuhalten. Eine Unterschreitung der Mindestmischprobenanzahl ( $n=2$ ) bei je 4 Einzelproben ist unzulässig!*

Das von der LAGA eingeführte Regelwerk PN 98 enthält Vorgaben zu

- Probenahmeverfahren und -strategien sowie
- Anzahl und Größe der zu entnehmenden Einzel-, Misch- und Sammelproben

in Abhängigkeit von Grundmenge, Konsistenz, Teilchen- und Stückgrößenverteilung.

Es ist zu beachten, dass es sich bei diesen Vorgaben um grundlegende Anforderungen handelt. Je nach Zielsetzung (z. B. Forschungsvorhaben mit erhöhten Anforderungen an Zuverlässigkeit/Vertrauenswürdigkeit und der Heterogenität der Abfälle) kann das Anforderungsniveau auch sehr viel höher liegen.

Für die sachgerechte und zielorientierte Durchführung der Probenahme ist die Fach-/Sachkompetenz der Probenehmer von entscheidender Bedeutung.

**Schulungen für Probenehmer** sollten daher Inhalte aus folgenden Bereichen vermitteln:

- einschlägige Publikationen zu PN-Praxis und -Theorie
- Hintergrundwissen zu einschlägigen PN-Normen im Zusammenhang mit den einschlägigen Regelungen
- PN von ruhenden und bewegten Stoffströmen incl. der erforderlichen PN-Techniken und -Geräte für die zu beprobenden Materialien
- Qualitätssicherung und -kontrolle bei der Probenahme
- Probenvorbehandlung Vor-Ort
- Vor-Ort -Analytik als wesentlicher Bestandteil der exp. Qualitätskontrolle
- Bedeutung der Stoffverteilung im Zusammenhang mit der Haufwerksgröße und Zusammensetzung (Stichwort: Heterogenität, inhomogene Stoffverteilung), der Mindestanzahl und dem Mindestvolumen der Einzel-, Misch-/Sammel- und Laborproben, sowie dem Erhalt der Prüfmerkmalsverteilung und der erforderlichen Mindestanzahl der Prüfmerkmale (Stichwort: Abbild durch Labor-/Prüfprobe) als Maß der Ergebnisqualität.

Tab.II.1 Probenahme

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in: )
1	LAGA PN 98 (2001)	Feste Abfälle; Stichfeste Abfälle; abgelagerte Abfälle; Ruhende und bewegte Stoffströme; Heterogene und inhomogene Materialien	Abfallcharakterisierende PN „Hot-spot“-PN Volumen-/ Massenabhängige PN Sortenreine PN Vor-Ort-Analytik	Ungeeignet für nicht stichfeste und flüssige Abfälle		a) Referenzverfahren für feste Abfälle	DepV, LAGA M20 E-AbfklärV
2	LAGA PN 2/78K	Feste Abfälle Stichfeste Abfälle Flüssige Abfälle Ruhende und bewegte Stoffströme	Materialcharakterisierend		Zurückgezogene LAGA-Richtlinie	b) LAGA PN 98 (Referenzverfahren) b) DIN 51750 Teil 1 bis 3 (flüssige Abfälle) (Referenzverfahren)	
3	PN 2/78	Kompost, Klärschlamm, Hausmüll, hausmüllähnliche Abfälle, durch Abfälle kontaminierte Böden Schlammige Abfälle Flüssige Abfälle	Grundmengenabhängige PN; Entnahme von EP, Bildung von DP; Durchzugs-PN; geschichtete PN		Keine LAGA-Richtlinie; "Langfassung der LAGA PN 2/78K"	b) LAGA PN 98 (Referenzverfahren) b) DIN 51750 Teil 1 bis 3 (Flüssige Abfälle)(Referenzverfahren)	

Tab.II.1 Probenahme - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in: )
4	DIN EN 932-1 (11/1996)	PN von Gesteinskörnungen aus Lieferungen, Lager und Anlagen; Verfahren zur Anwendung im Bauwesen	Entnahme von EP und/oder Bildung von SP	Ausschließlich geeignet zur Qualitätssicherung bei der Produktionskontrolle; keine grundmengenabhängige PN	Nur zur Produktkontrolle; im Zweifelsfall Schadstoffcharakterisierung durch LAGA PN 98	b) E-DIN 19698-2 (2015)	E-EBV LAGA M20
5	DIN EN 14899 (04/2006)	Probenahmeplanung von Abfällen	Erstellen von PN-Plänen	Keine konkreten Handlungsempfehlungen zur Durchführung der PN; nicht vollzugspraxistauglich	Wird durch LAGA PN 98 für den Vollzug konkretisiert	b) LAGA PN 98 (Referenzverfahren)	Ratsentscheidung 33/2003 EG
6	DIN 38414 Teil 11 (08/1987)	Schlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen; Stichfeste Schlämme; Dünnschlämme	Berücksichtigung von Schichtungen; Hinweise auf EP-DP-Bildung und Zeitabhängigkeit	Keine grundmengenabhängige PN; keine konkreten Hinweise zur PN und zum Probenvolumen	Keine konkreten Handlungsempfehlungen	a)Stichfeste Schlämme: Präzisierung auf Basis der PN 98 (Referenzverfahren, Nr.1) b) Dünnschlämme Präzisierung auf Basis der DIN 51750-1 bis 3 (Referenzverfahren)	AbfklärV (KS)
7	DIN 51750 Teil 1 bis 3 (12/1990)	PN flüssiger "Abfälle"	Grundlegende Aussagen zur Probenahme an Mineralölerzeugnissen. Da spezifische PN-Richtlinie für flüssige Abfälle fehlt, ist diese Norm hilfsweise zu verwenden	Inhomogenitäten/ Mehrphasensysteme bei flüssigen Abfällen sind bei der PN-Strategie zu berücksichtigen	Norm aus dem Bereich „Mineralöle“; diese Norm war Grundlage für die "Langfassung der LAGA PN 2/78K" zur Beprobung fl. Abfälle	<b>a) Referenzverfahren für flüssige Abfälle</b>	AltöIV BioAbfV*

\*: BioAbfV zitiert DIN 51750-1 und DIN 51750-2

Tab.II. 1 Probenahme - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in: )
8	AltholzV Anhang IV, 1.1 Probe-nahme	PN Stoffliche, energetische Verw. und Beseitigung von Altholz	PN aus bewegtem Stoffstrom; Entnahme von EP, Bildung von MP	Keine differenzierte PN-Strategie zur Materialcharakterisierung; keine sorten-reine PN	Nur "Produktkontrolle"; keine Haufwerksbeprobung vorgesehen; unzureichende Probenmengen	a) u. b) Präzisierung auf Basis der LAGA PN 98 (Referenzverfahren, Nr. 1)	AltholzV
9	VersatzV Anlage 3, 1.1 Probe-nahme	Abfall-PN am Entstehungsort; Abfall-PN am Ort der Verwertung		Keine konkreten Handlungsempfehlungen	Kein konkreter Hinweis zum PN-Verfahren	a) u. b) Präzisierung auf Basis der LAGA PN 98 (Referenzverfahren)	VersatzV
10	ISO/DIS 10381-8 (08/2003)	Haufwerksbeprobung	Allgemeine Beschreibung der Vorgehensweise bei der Probenahme von ausgekotertem Bodenmaterial	Keine konkreten Handlungsempfehlungen		b) LAGA PN 98 (Referenzverfahren)	
11	DIN EN 12579 (01/2000)	PN von Bodenverbesserungsmitteln und Kultursubstraten	PN von losem und verpacktem Material	Nur anwendbar bei homogenen Produkten	Probenahmeverfahren nicht konkret; Qualitätsziele werden nicht erreicht;	a) und b) Präzisierung auf Basis der LAGA PN 98 (Referenzverfahren, Nr.1)	BioAbfV
12	DIN EN ISO 5667-13 (08/2011)	PN von Schlämmen verschiedener Konsistenz	PN von Schlämmen aus unterschiedlichen Anlagen, Haufwerken und Transportfahrzeugen	Keine differenzierte PN-Strategie	Testprobenahme ermöglicht die Berücksichtigung der inhomogenen Stoffverteilung		E-AbfKlärV BioAbfV
13	DIN EN ISO 5667-13 (08/2011)	PN von Schlämmen verschiedener Konsistenz	PN von Schlämmen aus unterschiedlichen Anlagen, Haufwerken und Transportfahrzeugen	Keine differenzierte PN-Strategie	Testprobenahme ermöglicht die Berücksichtigung der inhomogenen Stoffverteilung		BioAbfV E-AbfKlärV

Tab.II. 1 Probenahme - Fortsetzung –

Lfd. Nr.	Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk Regelungen (zitiert in: )
14	DIN19698-1 (05/2014)	Feststoffe (Haufwerke)	Segmentorientierte PN an Haufwerken von homogener bis extrem heterogener Zusammensetzung; Volumenabhängige PN; Gewinnung von EP, MP, LP	Keine Hot-spot PN; Keine Entnahme von SP vorgesehen			
15	E-DIN 19698-2 (12/2015)	Feststoffe (Haufwerke)	Materialcharakterisierende PN an Haufwerken für die Untersuchung einer zu bildenden gemeinsamen Mischprobe	Keine Verfahren zur Charakterisierung der inhomogenen stofflichen Zusammensetzung von Abfällen; Keine Aussage über Schwankungen in der stofflichen Verteilung der Grundmege möglich;	Für Entsorgungsfragen ungeeignet; Geeignet zur stofflichen Charakterisierung von Produkten, güteüberwachten RC-Materialien; leistungsstärker als DIN EN 932-1	a) sollte DIN EN 932-1 ersetzen	

Die folgenden PN-Vorschriften sind für die in dieser Methodensammlung erfolgten Untersuchungsziele in der Regel nicht einschlägig, da sie für andere Fragestellungen erarbeitet wurden und zur Schadstoffcharakterisierung nicht geeignet sind.

16	DIN 52101 (10/2013)	PN aus Lagerstätten und Anlagen; Verfahren zur Anwendung im Bauwesen	PN für gesteinskundliche und technologische Untersuchungen; PN aus Lagerstätten, Bauwerken und verpackten Körnungen		Greift auf DIN EN 932-1, DIN EN 932-2 und DIN EN 13450 zurück; ersetzt DIN 52101 52101(06/2005)		
17	E-DIN EN 13450 (07/2015)	Gesteinskörnungen für Gleisschotter	PN von Gleisschotter (ruhender Stoffstrom); Korngruppen Gleisschotter; Korngrößenverteilung; Gehalt Feinkorn und Feinanteil; Wasseraufnahme (Frost-Tauwechsel)		Materialspezifische Norm; nur auf Gleisschotter anwendbar zur Herstellung des Oberbaus von Bahnkörpern		
18	DIN EN 15442 (05/2011)	PN von Sekundärbrennstoffen	PN von ruhenden und bewegten Stoffströmen; Probenahmetechniken und -geräte		Ersetzt DIN CEN/TS 15442 (01/2007)		

## **II.2 Schnellanalysenmethoden und Vor-Ort-Verfahren**

Die im Folgenden beschriebenen Verfahren wurden aus Mitteln des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden, Abfall“ finanziert und hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit für die Untersuchung von Abfällen in den Projekten getestet.

### **Zum Charakter der mobilen Analysetechniken**

Vor-Ort-Messungen stellen ein Hilfsmittel im Rahmen der Untersuchungsstrategie dar. Ihr Einsatz verbessert die Effizienz von Probenahmen und reduziert den Aufwand von komplexen Analysen durch eine gezielte Probenauswahl und eine größere Untersuchungsdichte, so dass im Gegensatz zur „klassischen Vorgehensweise“ Konzentrationsschwerpunkte (Hot-Spots) leichter erkannt werden können. Absolute Vergleichbarkeit von Messergebnissen aus der Vor-Ort-Analytik mit denen der konventionellen Laborverfahren zu erzielen, entspricht nicht dem Charakter des Leistungsspektrums der meisten Vor-Ort-Messverfahren.

Die ausschließliche Beurteilung eines Sachverhalts anhand von Vor-Ort-Untersuchungsergebnissen birgt das Risiko, dass Schadstoffpotenziale - bedingt durch die „einfachere Messtechnik“ und das komplexe, nicht homogenisierte Probenmaterial deutlich über- oder unterschätzt werden, woraus falsche Rückschlüsse für das Schadstoffinventar gezogen werden könnten.

Justitiable Untersuchungsergebnisse sind nur mit konventionellen Laboranalysen zu erhalten.

### **Anwendungsbeispiel:**

Detektion von Brom und Antimon in Kunststoffen, Klärschlämmen und anderen Materialien. Gleichzeitig auftretende erhöhte Gehalte von Sb und Br in einem bestimmten Verhältnis sind ein deutlicher Hinweis auf eine Belastung mit PBDE. PBDE Gehalte auffälliger Proben können anschließend mit dem Referenzverfahren (DIN EN ISO 22032) bestimmt werden.

### Grundsätzliches zur Elementbestimmung mittels mobiler RFA

Elementuntersuchung mittels mobiler RFA	
Prinzip	Anregung charakteristischer Röntgenfluoreszenzstrahlung von Atomen durch Anregung mit energiereicher Strahlung (Elektronen-, Teilchen-, Röntgen-, Gammastrahlung) unter Aussendung elementspezifischer $K\alpha$ -Strahlung; Elementspezifische Abhängigkeit der Wellenlängen der emittierten $K\alpha$ -Strahlung (Gesetz von Moseley).
Techniken	Spezielle Anwendungsform für Handgeräte ist die energiedispersive Röntgenfluoreszenz (EDRFA), bei der die emittierte Fluoreszenzstrahlung mittels Detektor und Vielkanalanalysatorkopplung nach ihrer Energie zerlegt wird. Die Peaklage dient der Elementidentifizierung, die Peakhöhe der Quantifizierung. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterscheidung von Feldmessgeräten nach Art der Anregung zwischen Radionuklidquellengeräten und Röntgenröhrengeräten.</li> <li>- Beide Systeme sind handgehalten verfügbar. Radionuklidquellengeräte brauchen nur eine Energieversorgung für die Mess-; Steuer- und Auswertelektronik. Als Radionuklidquellen werden Fe-55, Cd-109, Am-241 und Cm-244 benutzt. Die Quellenaktivität bestimmt die erreichbare Nachweisgrenze.</li> </ul>
Bedienung und Auswertung	Für eine sachgerechte Bedienung und Interpretation ist eine ausgewiesene Fachkompetenz erforderlich.
Leistungsvermögen	Mit handgehaltenen Röhrengeräten werden Nachweisgrenzen für die in den Verordnungen aufgelisteten Elemente von < 100 mg/kg, für einige (u. a. Pb, Cd, Hg) von ca. 10 mg/kg erreicht. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Elemente (ohne Evakuierung der Probe) sind von Schwefel (OZ 16) bis Uran (OZ 92) bestimmbar.</li> </ul> <p>Das Verfahren ist kalibrierbedürftig. Kalibrierstandard und Probe sollten sich in den Matrixkomponenten entsprechen. In bestimmtem Umfang lassen sich Matrixunterschiede korrigieren (Fundamental Parameter Method).  Bei nicht aufbereiteten Proben (Heterogener Matrix und inhomogener Stoffverteilung) können erhebliche Bestimmungsfehler auftreten.  Störungen treten bei Spektrallinieninterferenzen auf, wenn im Energiebereich der <math>K\alpha</math>-Linie des zu bestimmenden Element die <math>K\beta</math> oder <math>L\alpha</math>-Linie eines anderen Elementes liegt (Beispiel As-Pb). Geräte mit Radionuklidquellenanregung haben wegen der Halbwertszeiten der Nuklide einen zeitlichen Empfindlichkeitsabfall.</p>
Probenvorbereitung	Die Messungen erfolgen punktförmig infolge der Strahlengeometrie der Röntgenstrahlenquelle mit eingeschränkter Eindringtiefe (Strahlenabsorption). Eine verbesserte Präzision wird durch Trocknung und Mahlen des Probenmaterials erreicht.
Umgangsgenehmigung	Der Betrieb der Geräte ist nach Röntgenverordnung (RöV) genehmigungspflichtig. Der Betreiber muss einen entsprechenden Fachkundenachweis (Strahlenschutzbeauftragter) besitzen. Der Einsatz an anderen Standorten als an dem Genehmigungsort bedarf der Zustimmung der jeweiligen zuständigen Behörde. Eine Zulassung im gesamten Geltungsbereich der RöV ist möglich. Der Einsatz muss dann nur der am Einsatzort zuständigen Behörde angezeigt werden.

Tab.II.2 Schnellanalysenmethoden und Vor-Ort-Verfahren

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Proben- aufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Fest- stoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/  b) sollte ersetzt wer- den durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
1	Schwermetalle, Halogen (Cl)	Abfall, Altlastenmaterial	Verdichtung nach Zerklei- nerung mittels Handmörser	DIN EN 16424 (03/2015)	Handgehaltene EDRFA zur Elementbestim- mung; Screening Ver- fahren;  Leistungsstarkes, vali- diertes Vor-Ort- Analysenverfahren				Zwischenzeitlich zur DIN EN 16424 (01/2015) verabschiedet und durch DIN EN 16424 (03/2015) ersetzt	a) Referenz- verfahren	MÜ
2	Schwermetalle, Halogen (Cl)	Abfall, Altlastenmaterial	Verdichtung nach Zerklei- nerung mittels Handmörser	DIN CEN/TR 16176 DIN SPEC 19776 (03/2012)	Screening Verfahren zur Elementbes- timmung						
3	Te	Abfall		RFA-VOA							
4	Vor-Ort-Elution	Abfall, Boden, Alt- lastenmaterial	Zerkleinerung <10mm; Heißelution	Schnellelution	Schnell (Vor-Ort) eluti- onsverfahren zur Identi- fikationsanalyse (s/l=1:10) mit ggf. Vor- Ort-Element- bestimmung; Schnel- lution mit s/l=1:2 mög- lich			Für die Untersu- chung der mobili- sierbaren anorga- nischen Stoffantei- le entwickelt	Liefert vergleich- bare Gehalte zur DIN EN 12457-4  (Normentwurf, E-DIN 19902, in Vorbereitung)		

### II.3 Probenvorbereitung

Von grundlegender Bedeutung für jede Feststoffuntersuchung ist neben der Probenahme die Qualität der Aufarbeitung des Probenmaterials. Dabei erfordern unterschiedliche Materialeigenschaften und Beschaffenheiten spezifische, dem Untersuchungsziel angepasste, Probenvorbehandlungs- und -vorbereitungsschritte. Eine fehlerhafte Ausführung dieser Arbeitsschritte kann chemische, physikalische oder biologische Prüfverfahren in ihrer Aussagekraft entscheidend einschränken und zu Fehlbeurteilungen führen. Die für Feststoffmatrices bis dato existierenden Normen und Vorschriften weichen teilweise deutlich voneinander ab und weisen selbst für die Bestimmung identischer Stoffgruppen unterschiedliche Bearbeitungsschritte aus.

Mit der hier als Referenzverfahren vorgeschlagenen DIN 19747 wird versucht, durch vereinfachte und vereinheitlichte Vorgehensweisen zu vergleichbaren und reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen, die den unterschiedlichen Materialien und Prüfzielen gerecht werden. Eine Vorbedingung hierbei ist, durch Wahl geeigneter Vorbereitungsschritte zu einer optimalen Merkmalerfassung zu gelangen.

Da jeder Arbeitsschritt naturgemäß mit zufälligen und/oder systematischen Fehlern behaftet ist, muss sichergestellt werden, dass die anzuwendenden Arbeitsschritte und Techniken die zu bestimmenden Merkmale nicht verfälschen, so dass die zu charakterisierende Grundgesamtheit, repräsentiert durch Feld- bzw. Technikumsproben, hinreichend genau abgebildet wird. Die mit der Materialcharakterisierung verbundenen Ansprüche an die Merkmalsbeschreibung erfordern parameter- und materialspezifische Arbeitsschritte, die auf die verschiedenen Untersuchungsverfahren und Prüfziele abgestimmt sind. Daher ist bei Feststoffuntersuchungen generell eine umfassende und zielorientierte Planung notwendig, die alle Wechselwirkungen der verschiedenen Verfahrensschritte berücksichtigt.

Die Anwendung der DIN 19747 schließt unmittelbar an die Probenahme gemäß LAGA PN 98 an. Unter der Bezeichnung „Probenvorbehandlung“ werden dabei die Arbeitsschritte Vor-Ort, also das Erstellen einer zum Transport präparierten Laborprobe aus der Feldprobe oder des z. B. im Technikumsmaßstab aufbereiteten Materials zusammengefasst.

Darauf folgen die notwendigen Arbeitsschritte der „Probenvorbereitung“ am Laborprobenmaterial. Hierzu zählen u. a. Zerkleinerungen und Klassierungen auf Basis zu berücksichtigender Regelwerke.

Letztlich sind im Rahmen der „Probenaufarbeitung“ die Arbeitsschritte im Labor durchzuführen, die erforderlich sind, um die Analysenproben für die verschiedenen Untersuchungsaufgaben herzustellen.

In den beiden folgenden Tabellen II.3.1 und II.3.2c sind die Teilschritte der Probenvorbereitung, wie Probenteilung/-zerkleinerung (mechanische Probenvorbereitung), Aufschluss und Elution dargestellt.

### II.3.1 Mechanische Probenvorbereitung

#### Siebschnitte, Endfeinheiten

Im Folgenden soll an Beispielen der Probenvorbehandlung und Analytik (Schwermetall-, PAK- und KW-Untersuchung) die Komplexität der gegenwärtig anzuwendenden Vorgehensweise nach jeweiliger Rechts- und Verordnungslage sowie der Berücksichtigung des Untersuchungsmaterials verdeutlicht werden.

In Abhängigkeit von Regelwerk und Materialtyp sind in einem ersten Schritt folgende regelwerksspezifische Siebschnitte zu tätigen:

#### 1. Siebung (Vorsiebung)

Korngröße	Materialtyp bzw. Regelwerk
< 2 mm	AbfKlärV (Klärschlamm, Boden); AltholzV (Althölzer)
< 10 mm	BioAbfV (Kompost);
Originalmaterial	LAGA M20 (außer Bodenmaterial)

Anschließend wird beispielsweise für die Bestimmung der königswasserlöslichen Anteile nach Mahlen ein 2. Schritt in Form einer weiteren Siebung notwendig, um eine der folgenden methoden- und regelwerksspezifischen Endfeinheiten zu erhalten.

#### 2. Siebung (Kontrollsiebung nach Zerkleinerung)

Korngröße	Materialtyp bzw. Regelwerk
<100µm	AbfKlärV (Boden, Klärschlamm); VersatzV (z.B. Flugaschen)
<150µm	LAGA M20 für Bodenmaterial durch Verweis auf Anhang 1 der BBodSchV (Boden-, Altlastenmaterial)
<200µm	VersatzV (z.B. Aschen, Schlacken)
<250µm	BioAbfV (Kompost); DepV (z.B. Hydroxidschlämme); AltholzV (Althölzer)
<500µm	Bodenverbesserer, Kultursubstrate

Diese unterschiedlichen und aufwändigen Bearbeitungen sind u. a. auch auf die Normenvielfalt zur Bestimmung der hier beispielhaft angeführten königswasserlöslichen Anteile zurückzuführen. Anzuführen sind die:

Norm	Regelwerk/Verordnung
DIN ISO 11466 <sup>2</sup>	LAGA M20 für Bodenmaterial,
DIN 38414 Teil 7	AbfKlärV; BioAbfV; VersatzV
DIN EN 13657	DepV; AltholzV
DIN 11512-16	Bodenverbesserer und Kultursubstrate

<sup>2</sup> Zurückgezogene Norm (12/2014)

Tab.II.3.1 Mechanische Probenvorbereitung

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
1	DIN 19747 (07/2009)	Feststoffe jeglicher Art; geeignet für chem., physikalische und biol. Untersuchungen	Vorbehandlung, Vorbereitung, Aufarbeitung		Schließt lückenlos an LAGA PN 98 an; komplettiert Vorgehensweisen zwischen PN und Analytik; Beinhaltet alle im Untergesetzlichen Regelwerk und Regelungen geforderten Schritte der PV	a) Referenzverfahren	DepV E-EBV E-AbfklärV
2	DIN ISO 11464 (12/2006)	Vorbehandlung von Bodenproben die mit phys.-chem. Verfahren untersucht werden sollen	Hinweise zu: Trocknen, Zerkleinern, Sieben, Mahlen, Teilen	Anwendung bei anderen Matrices eingeschränkt;	Inhaltlich widersprüchlich und bei Anwendung sind systematische Fehler möglich; Kein Bezug zu abfalltechnischen Untersuchungen; nicht vollzugspraxistauglich - zurückgezogene Norm	a) Leistungsschwache Methode b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
3	DIN ISO 14507 (07/2004)	Vorbehandlung von Bodenproben im Labor vor der Bestimmung org. Verunreinigungen	Eigenschaften und Informationen zu flüchtigen und mäßig flüchtigen org. Verbindungen	Nicht anwendbar für die Bestimmung flüchtiger org. Inhaltsstoffe	Defizitäre Ansätze zur Untersuchung von Feststoffen auf org. Verunreinigungen, Kein Bezug zu abfalltechnischen Untersuchungen - zurückgezogene Norm	a) Leistungsschwache Methode b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	

Tab.II.3.1 Mechanische Probenvorbereitung - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
4	AltholzV, Anhang IV, 1.2 und 1.3	Stoffliche und energetische Verwertung von Altholz	Hinweise zum Homogenisieren, Reduzieren, Zerkleinern und Trocknen	Keine inhaltsstoffspezifische PV	Systematische Fehler bei der PV leichter flüchtiger Verbindungen	b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
5	VersatzV, Anlage 3 , 1.2	Abfall am Entstehungsort; Abfall am Ort der Verwertung	Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Trocknen	Zu stark differenzierte, unübliche PV-Schritte		b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
6	Teil III LAGA M20	Untersuchung fester Abfälle	Allgemeine Hinweise auf existierende Normen	Begrenzung durch Leistungsfähigkeit der zitierten Normen		b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
7	BioAbfV, Anhang 3, 1.2	Unbehandelte und behandelte Abfälle	Hinweise zum Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern, Sieben und Trocknen			b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
8	E-AbfKlärV Anhang 1, 1.2	Klärschlamm	Hinweise zum Homogenisieren und Trocknen		Parameter und matrixspezifische PV; Zitiert defizitäre PV-Norm	b)DIN 19747 (Referenzverfahren)	
9	1.2 Probevorbereitung; 1.3.3 Bestimmung des Fremdanteils		Teilung, Zerkleinerung, Siebung (10mm;2mm;0,5mm)			b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	BioAbfV
10	DIN EN 15002 (07/2015)	Feste u. fl. Abfälle	Homogenisierung, Teilung, Phasentrennung	Greift auf Techniken der defizitären DIN ISO 11464 und DIN ISO 14507 zurück	nicht vollzugspraxistauglich (s.Nation. Vorwort); defizitäre Methode	a) Leistungsschwache Methode b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
11	E-DIN ISO 18400-201 (01/2015)	Bodenmaterial	Probenvorbehandlungstechniken im Gelände	Greift auf Techniken der defizitären DIN ISO 11464 und DIN ISO 14507 zurück	nicht vollzugspraxistauglich (s.Nation. Vorwort); defizitäre Methode	b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	
12	ISO 23909 (04/2008)	Bodenmaterial	Laborprobenbildung aus großen Mengen Feldprobenmaterial (>25kg)	Greift auf Techniken der defizitären DIN ISO 11464 und DIN ISO 14507 zurück	Defizitäre Methode; fachl. Ersatz durch DIN 19747	b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	

Tab.II.3.1 Mechanische Probenvorbereitung - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
13	DIN EN 932-2 (03/1999)	Prüfverfahren für allgemeinen Gesteinskörnungen	Teilungstechniken	ausschließlich auf die Prüfung allgemeiner Eigenschaften von Gesteinskörnungen anwendbar	Nur für Produkte	a) nicht auf Untersuchung chem. Parameter ausgelegt b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	E-EBV
14	DIN 19528 (01/2009)	Perkolationsverfahren	Material >32 mm nach DIN 19528 aufbereiten, definiert wieder zugeben		Brechen gemäß DIN 19747		E-EBV
15	ISO 23909 (04/2008)	Boden	Gewinnung von Laborproben aus sehr großen Feldprobenmaterialmengen	Keine konkreten Handlungsempfehlungen	Teilen gemäß DIN 19747		
16	DIN CEN/TS 16202 (12/2013)	Boden, Bioabfall (vorbehandelt)	Bestimmung der Fremd-/Kunststoffe nach Trockensiebung (>5mm u. >2 mm) und Waschung mittels Wasser oder Bleichmittel (NaCl/NaOH)	Vorbereitetes Material für chem. Analysen ungeeignet;  Methode dient der Bestimmung von Fremdanteilen	Ergebnisse der Validierung unzureichend		
17	DIN EN 16179 (11/2012)	Schlämme, behandelter Bioabfall, Boden	Feld-/Labor- und Prüfprobenpräparation: Homogenisieren, Teilen, Zerkleinern; Trocknungsverfahren;	Defizitäre Angaben von erforderlichen Endfeinheiten für Prüf- Analysen- und Messprobenmaterial (z.B. für org. Extrakte, Auszüge); Defizitäre Terminologie	Fachl. Ersatz durch DIN 19747	b) DIN 19747 (Referenzverfahren)	

### **II.3.2a Probenvorbereitende Techniken; Bestimmung grundlegender Parameter (Gefriertrocknung, Wassergehaltsbestimmung)**

Tab.II.3.2a Probenvorbereitende Techniken, Bestimmung allgemeiner Parameter (Gefriertrocknung, Trockenmasse etc)

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbe- reich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
1	Gefriertrocknung	DIN EN ISO 16720 (06/2007)	Boden, Schlamm, Se- dimente	Vorfrieren: -35°C; Schichtdicke: 2cm Vakuum: 37-63 Pa		Führt ggf. bei leichter flüchtigen org. Komponen- ten zu Memory-Effekten in den Geräten		
2	Gefriertrocken- rückstand	DIN 38414-22 (09/2000)	Schlamm	Vorfrieren: -35°C Materialtemp.: -30°C Schichtdicke: 2cm				
3	Trockenrückstand- Wassergehalt	DIN EN 14346 (03/2007)	Abfälle Wassergehalt >1%	Gravimetrie; Verfahren A: Best. bei 105 ±3°C		a) feste Abfälle; b) flüssige Abfälle (aze- otrope Gemische)	<b>a) Referenzverfahren</b>	
4	Trockenrückstand	DIN EN 13040 (02/2000)		Trocknen bei 105°C		Bodenverfahren; für Abfäl- le mit bodenartiger Matrix geeignet; aktuellere Norm, Ausgabe (02/2008) berücksichtigen	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	BioAbfV
5	Trockenrückstand	DIN ISO 11465 (12/1996)	Boden	Trocknen bei 105°C		Ersatzlos zurückgezogen	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	DepV
6	Trockenrückstand	DIN EN 12880 (02/2001)	Schlämme, fl., pastös	Trocknen bei 105°C			<b>a) Referenz-verfahren</b>	E-AbfklärV
7	Best. des Gesamt- gehaltes gelöster Feststoffe in Wasser u. Eluaten	DIN EN 15216* (01/2008)		a) Eluieren nach DIN EN 12457er Reihe b) Filtrieren u. Trocknen durch Eindampfen	Anteil gelöster Fest- stoffe > 200 mg/l	Norm dient <u>nicht</u> der Tro- ckenmasse-bestimmung fester Abfälle		DepV

\*: Norm wurde irrtümlich unter 3.1.1 Probenvorbereitung durch Verweis auf 3.2.22 in der Änderungsverordnung zur DepV vom 6. 12.2011 zitiert!



Tab. II.3.2a Probenvorbereitende Techniken, Bestimmung allgemeiner Parameter (Gefriertrocknung, Trockenmasse etc.) – Fortsetzung –

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbe- reich	Kurzinfo zur Metho- de	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
8	Trockenmasse	DIN EN 15934 (11/2012)	Schlamm, Bio- abfall, Boden, Abfall	Methode A: 105°C- Trocknung Methode B: Karl-Fischer Titration (volumetrisch /coulometrisch); Azeotrope Destillation		Ersatz für DIN 11465 (12/1996)		
9	Wassergehalt	DIN 18121 Teil 1 (04/1998)	Erd-und Grund- bau	Trocknen bei 105°C		<i>Ersetzt durch DIN EN ISO 17892-1 (03/2005)</i>	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	
10	Feuchtigkeits-gehalt	DIN 52183 (11/1977)		Trocknen bei 103°C		Zurückgezogen in 07/2006;  Empfehlung des Re- gelsetzer: Verwendung von DIN EN 1383-1 (07/2002)	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	AltholzV
11	Trockenrückstand, Feuchtigkeitsgehalt, Laborschüttdichte	DIN EN 13040 (12/2008)	Boden, Kultur- substrate	Bestimmung des Tro- cken-masseanteils bei 103±2°C (Kap. 10 der Norm)		Norm sollte primär zur Trockenmassebestim- mung verwendet wer- den. Zur MPV von Abfällen (ausserhalb der BioAbfV) ist die DIN 19747 zu favorisie- ren. Ersetzt DIN EN 13040 (02/2000)		
12	Wassergehalt, Tro- ckenrückstand, Trockensubstanz	DIN 38414-2 (11/1985)	Schlämme, Sedimente	Bestimmung des Tro- ckenmasseanteils bei 105 ± 2°C		Zurückgezogene Norm Wurde ersetzt durch DIN EN 12880 (02/2001)	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	

Tab. II.3.2a Probenvorbereitende Techniken, Bestimmung allgemeiner Parameter (Gefriertrocknung, Trockenmasse etc.) – Fortsetzung –

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbe- reich	Kurzinfo zur Metho- de	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
13	Wassergehaltsbe- stimmung	DIN 18121-2 (02/2012)	Boden	Schnelltrocknung durch: Mikrowelle, IR- Strahler, Gasbrenner, Elektroplatte		Ersetzt DIN 18121-2 (08/2001)	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	
14	Feuchtegehaltsbe- stimmung	DIN EN 13183-1 (07/2002)	Holz (Schnitt- /Bruchholz)	Darrverfahren Bruchholzstücke bei 105°C trocknen		Ersatzlos zurückgezo- gen	b) DIN EN 14346 (03/2007) (Referenzverfahren)	

### **II.3.2b Extraktions- und Aufschlussverfahren**

Da bei Untersuchungen auf umweltrelevante Elemente in der Regel nicht der Gesamtgehalt von Interesse ist, sondern ihre maximal mögliche Freisetzung, ist für die Ermittlung von Elementgehalten in Abfällen in vielen Fällen die Bestimmung der mit Königswasser löslichen bzw. extrahierbaren Elementgehalte nach dem Referenzverfahren DIN EN 13657 ausreichend. Die Matrix wird dabei nicht vollständig gelöst. Die Validierungsringversuche zur DIN EN 13657 zeigen, dass die mit Königswasser extrahierbaren Elementgehalte – je nach Bindungsform der Elemente in der Matrix – etwa 50% bis 100% der Totalgehalte betragen. Niedrige Extraktionsausbeuten bei der Verwendung von Königswasser sind u. a. für die Elemente Al, Ba, Cr, Si, Ti dokumentiert.

Nur bei silikatischen Materialien, hochgeglühten Oxiden etc. kann zur Bestimmung von Totalgehalten der Elemente ein Totalaufschluss gem. DIN EN 13656 notwendig sein. Dazu wird ein Säuregemisch aus HF/HNO<sub>3</sub>/HCl eingesetzt und ein Druckaufschluss in der Mikrowelle durchgeführt. Die Matrix wird dabei in der Regel vollständig in Lösung gebracht und bei der nachfolgenden Bestimmung erfasst. Allerdings erfordert die Verwendung von Flusssäure besondere Arbeitsschutzmaßnahmen.

Bei einigen im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung eingesetzten Standardreferenzmaterialien sind sowohl Totalgehalte als auch mit Königswasser extrahierbare Elementgehalte zertifiziert.

Tab. II.3.2b Extraktions- und Aufschlussverfahren

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Verfahren	Proben- auf- arbeitung	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
1	Flusssäure-Perchlorsäure- Aufschluss	Boden	DIN ISO 14869-1 (01/2003)	Feinmah- lung	Totalaufschluss für den Bodenbereich; Perchlorsäure-Aufschluss aus Arbeitsschutzgründen problematisch	b) DIN EN 13656 (01/2003) (Referenzverfahren)	
2	Alkalischer Schmelzaufschluss	Boden	DIN ISO 14869-2 (01/2003)	Feinmah- lung (<80µm)	Probenaufarbeitung gemäß DIN 19747 (<80µm) Metaborat-Schmelzaufschluss im Pt-Tiegel bei T= 450°C		
3	Mikrowellenaufschluss Fluss- säure-Salpetersäure- Salzsäure	Abfall, Boden	DIN EN 13656 (01/2003)	Mahlen < 250 µm	Totalaufschlussverfahren	a) Referenzverfahren für Totalaufschluss	
4	Königswasseraufschluss	Bodenverbes- serer, Kultur- substrate	DIN EN 13650 (01/2002)	< 500 µm		b) DIN EN 13657 (01/2003)	BioAbfV
5	Königswasseraufschluss	Abfall, Boden	DIN EN 13657 (01/2003)	Mahlen < 250 µm	a) Mikrowelle-Druckaufschluss b) Mikrowelle offenes Gefäß c) Thermisch offenes Gefäß <b>Hinweis:</b> Verfahren A liefert insbesondere bei schwer aufschließbaren Verbindungen der Elemente diffe-rierende Ergebnisse (Aufschlußrate) zu Verfahren B u. C	a) Referenzverfahren	DepV E-AbfKlärV
6	Königswasseraufschluss	Abfall, Boden	E DIN EN 13657 (10/1999)	Mahlen < 250 µm	Wurde ersetzt durch DIN EN 13657 (01/2003)	b) DIN EN 13657 (01/2003) (Referenzverfahren)	AltholzV
7	Königswasseraufschluss	Schlämme, Sedimente	DIN 38414-7 (11/1983)	Mahlen < 100 µm	Wurde ersetzt durch DIN EN 13346 (04/2001)	b) DIN EN 13657 (01/2003) (Referenzverfahren)	AbfKlärV,
8	Königswasseraufschluss	Boden	DIN ISO 11466 (06/1997)	Mahlen < 150 µm	Norm zurückgezogen (12/2014) Berücksichtigung des TOC-Gehaltes für die Säuremenge	b) DIN EN 13657 (01/2003) (Referenzverfahren)	LAGA M20 E-AbfKlärV
9	Königswasseraufschluss	Bioabfall, Boden, Klär- schlamm	DIN EN 16174 (11/2012)		Als Ersatz für 11466 empfohlen; Matrixübergreifend gültige Norm. Aufschluss-Norm ohne konkrete Vorgaben zur Probenauf- arbeitung (Materialaufarbeitung < 250µm gemäß DIN 19747); verweist auf defizitäre DIN EN 16179	b) DIN EN 13657 (Referenzverfahren)	

Tab. II.3.2b Extraktions- und Aufschlussverfahren – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Verfahren	Probenaufarbeitung	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
10	Salpetersäureaufschluss	Bioabfall, Boden, Klärschlamm	DIN EN 16173 (11/2012)		Salpetersäure Mikrowellenaufschluss (T=175±5°C)		
11	Königswasseraufschluss	Schlämme	DIN EN 13346 (04/2001)		Verfahren A		E-AbfklärV
12	Alkalischer Aufschluß/Extrakt für Cr(VI)	Abfall, Boden	DIN EN 15192 (02/2007)	a) Mahlen < 250µm  b) Extraktion mittels NaOH- u. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -Lsg. in der Hitze. Nach Extraktion Reaktion mit Diphenyl-carbazid zwecks photometrischer Best. von Cr(VI)		a) Referenzverfahren (zur Cr(VI)-Best.in Feststoffen)	MÜ

### **II.3.2c Elutionsverfahren**

Bei Elutionsverfahren werden nur die eluierbaren Stoffanteile, auch auslaugbare Stoffanteile genannt, mit wässrigen Lösungen aus der Matrix herausgelöst. Die Konzentration der eluierbaren Stoffe hängt von den Versuchsbedingungen ab. Das Elutionsmittel, die Bindungsform, das Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis, der pH-Wert sowie die Versuchsdauer (Kontaktzeit), d. h. die Kinetik des Löseprozesses bestimmen die analysierbaren Konzentrationen im Eluat. Darüberhinaus können die angewendeten Phasenabtrennungsschritte erheblichen Einfluss auf die Konzentrationen haben.

In der Elution wird im Wesentlichen zwischen Schütteltests und Säulen- bzw. Perkolationsversuchen unterschieden. Ihr Einsatz hängt von der Fragestellung und den in den untergesetzlichen Regelwerken vorgeschriebenen Testmethoden ab.

## Grundsätzliches zu Elutionsverfahren mit wässrigen Medien

Um die mobilitätsbestimmenden Faktoren bei Elutionsverfahren (Schütteltests) mit wässrigen Lösungen zu verdeutlichen werden drei Elutionsmethoden hinsichtlich ihrer wesentlichen Unterschiede vergleichend gegenübergestellt.

<b>Schütteltest DIN 38414-4<sup>3</sup> (S4); DIN EN 12457- 4</b>	<b>Schütteltest DIN EN 12457-1</b>	<b>pH-stat-Versuch LAGA EW 98p</b>
100 g Feststoff	100 g Feststoff	100 g Feststoff
1000 ml aq. dest.	200 ml aq. dest.	1 L aq. dest.
Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis 1:10	Feststoff-/Flüssigkeits- verhältnis 1:2	Feststoff-/Flüssigkeits- verhältnis 1:10
24 Stunden Schütteln	24 Stunden Schütteln	24 h Rühren unter pH-Wert- Kontrolle (pH4; pH11)
Zentrifugieren	Zentrifugieren	Zentrifugieren
Membranfiltration	Membranfiltration	Membranfiltration

Im Allgemeinen hängt der Mobilisierungsprozess von der „Bindungsform“ der zu eluierenden Stoffe und dem „Kontaktmedium“ ab. Sorptiv gebundene Spezies werden i. d. R. durch Verdrängungsprozesse mobilisiert. Die Mobilisierung phasengebundener Stoffe (Sulfide, Carbonate, Hydroxide etc.) hingegen wird durch das Löslichkeitsprodukt und die Kinetik des Löseprozesses bestimmt. In Gitterverbänden eingebaute Spezies von z.B. hochgeglühten Schlacken sind unter „gängigen Elutionsbedingungen“ kaum mobilisierbar. Leichtlösliche Spezies (z.B. Alkali- oder Erdalkalihalogenide) sind i. d. R. gut mobilisierbar. Ihr Mobilitätsverhalten wird ausschließlich durch ihre Löslichkeit ( $\neq$  Löslichkeitsprodukt) im wässrigen Medium bestimmt. Wesentlich für die Eluierbarkeit ist das Elutionsmittel. Ein weiterer Einflussfaktor für das Lösevermögen sind die Milieubedingungen (z.B. pH-Wert, Temperatur, Kontaktzeit). Bereits durch den Löseprozess freigesetzte Salze wirken auf noch phasengebundene Metalle mobilisierungsfördernd. Bei Versuchen mit kleineren Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnissen oder bei Eluierungsversuchen mit hochsalinen Grubenwässern ist diese primär zu beobachten.

Bei Elutionsuntersuchungen an grobkörnigen bzw. monolithischen Materialien bestimmen Diffusionsprozesse die Lösevorgänge maßgeblich.

<sup>3</sup> Norm in 12/2014 zurückgezogen

## Elutions-/Extraktionsverfahren

Um die relevanten Unterschiede zwischen den drei Elutions-/Extraktionsverfahren der BBodSchV und die damit zusammenhängende unterschiedliche Aussagefähigkeit deutlich zu machen, werden die wesentlichen charakteristischen Einzelschritte der drei Verfahren in der folgenden Übersicht gegenübergestellt.

<b>Bodensättigungsextrakt (BSE)</b>	<b>Schütteltest DEV S4</b> (DIN 38414-4 <sup>4</sup> , DIN EN 12457- 4)	<b>Ammoniumnitrat-Extrakt</b> (DIN 19730)
250 g Boden (empfohlen)	100 g Boden	20 g Boden
Zugabe von aq. dest. unter ständigem Rühren bis zur Sättigung	1 L aq. dest.	50 ml 1M Ammoniumnitrat-Lösung
Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis abhängig von der Wasserkapazität der Probe (ca. 1: 0,4 bis 1:0,7)	Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis 1:10	Feststoff-Flüssigkeitsverhältnis 1:2,5
Rühren	24 Stunden Schütteln	2 Stunden Schütteln
Zentrifugieren	Zentrifugieren	15 min. Absetzen
Membranfiltration	Membranfiltration	Membranfiltration
<p>Der wesentliche Unterschied des Schütteltests nach „S4“ zum BSE ist, dass beim „S4-Verfahren“ ca. 15-25 mal so viel Wasser eingesetzt wird und die Suspension nicht gerührt, sondern 24 Stunden geschüttelt wird. Die dabei auftretende Gefügezerstörung ist beim „S4“ infolge des großen Wasserangebotes und des Schüttelns wahrscheinlich viel intensiver als beim BSE, so dass es trotz vielfacher Verdünnung insbesondere bei humusreichen/bindigen Bodenproben oft zu höheren Konzentrationen im Eluat kommt, als im BSE.</p>		
<p>Der eigentliche Einsatzbereich des Ammoniumnitrat-Extraktes (AN) liegt in der Bewertung des Transfers von Nährstoffen und Schwermetallen vom Boden in die Pflanze. Im Gegensatz zum BSE und S4-Eluat wird bei der Ammoniumnitrat-Extraktion nicht mit reinem Wasser eluiert, sondern mit einer 8%-igen Salzlösung (1-molare Ammoniumnitrat-Lösung) extrahiert. Der pH-Wert einer 1-molaren Ammoniumnitrat-Lsg. beträgt ca. 4,6. Das im Vergleich zu wässrigen Eluaten saure Milieu begünstigt das Löseverhalten verschiedener Komponenten. Die Ionen dieser Salzlösung bewirken zudem durch Ionenaustausch eine teilweise Desorption der an den Bodenpartikeln adsorbierten Stoffe, so dass nicht nur das rein „Wasserlösliche“, sondern auch ein Teil des kurz- bis mittelfristig Mobilisierbaren in Lösung gebracht wird. Die hohe Elektrolytkonzentration der Suspension wirkt andererseits dispersionshemmend und setzt damit wahrscheinlich die Membranfiltergängigkeit von Kolloiden herab.</p>		

<sup>4</sup> Norm in 12/2014 zurückgezogen

Tab.II.3.2c Elutionsverfahren

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
1	DIN EN 12457-4 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen;	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; s/l=1:10 Korngröße: < 10 mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung <b>DepV:</b> Material > 40mm brechen	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	Norm sollte in Verbindung mit Anhang E Anwendung finden, um zu reproduzierbaren Ergebnissen zu gelangen	a) Referenzverfahren	DepV
2	DIN EN 12457-2 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; s/l=1:10 Korngröße: < 4 mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung	Nur zur Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile geeignet.	Norm sollte in Verbindung mit Anhang E der DIN EN 12457-4 angewendet werden	b) DIN EN 12457-4 (Referenzverfahren, Nr.1)	
3	DIN 38414-4 (10/1984)	Schlamm, Sedimente	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; s/l=1:10	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile vorgesehen	Norm in 2015 zurückgezogen	b) Referenzverfahren, Nr. 1)	VersatzV, BioAbfV
4	LAGA EW 98S (2002)	Abfall, Boden-, Altlastenmaterial	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; s/l= 1:10	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	Zurückgezogene Richtlinie (09/2012)	b) DIN EN 12457-4 (Referenzverfahren, Nr.1)	LAGA M20
5	DIN ISO/TS 21268-2 (02/2010)	Boden-beschaffenheit Ökotox-untersuchung	Schüttelverfahren; s/l=1:10	Nicht validiert	Zwischenzeitlich DIN SPEC 1129 (02/2010)		

Tab.II.3.2c Elutionsverfahren - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
6	LAGA EW 98 T (2002)	Abfall, monolithisches und grobstückiges Material,	24 h Rührversuch; Elutionsmittel dest. Wasser, s/l=1:10; Korngröße < 40mm	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert	Trogverfahren	a) Referenzverfahren	DepV VersatzV
7	CEN/TS 15864 (12/2015)	Abfall	Auslaugverfahren zur Grundlegenden Charakterisierung; Dynamischer Elutionstest für monolithische Materialien				
8	E-DIN EN 15863 (09/2013)	Abfall	Dynamisches Auslaugverfahren für monolithische Materialien mit periodischer Erneuerung des Auslaugmittels				
9	DIN EN 1744-3 (04/2000)	Gesteinskörnungen	24 h Rührversuch; Elutionsmittel dest. Wasser, s/l=1:10; Korngröße < 32mm		Trogverfahren für granuläre Feststoffe	b) LAGA EW 98 T (Referenzverfahren, Nr.4)	
10	LAGA EW 98p (2002)	Abfall, Boden-, Altlastenmaterial	pH-abhängiger Elutionsversuch, pH 4, pH 11; s/l=1:10; Bestimmung der Säureneutralisationskapazität (ANC)	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile geeignet.	pHstat-Verfahren	a) Referenzverfahren	DepV
11	E-DIN EN 14429 (01/2006)	Abfall	Untersuchung des Auslaugverhaltens – Einfluss des pH-Wertes unter vorheriger Säure/Base Zugabe		LAGA EW 98p präzisiert die E DIN EN 14429	b) LAGA EW 98p (Referenzverfahren, Nr.10)	
12	E-DIN 14997 (09/2013)	Abfall	pH-abhängiger Elutionstest		Keine Relevanz im Ländervollzug		
13	DIN CEN/TS 15364 (07/2006)	Abfall	Prüfung der Säure- und Base-Neutralisationskapazität				

Tab.II.3.2c Elutionsverfahren - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
14	E DIN EN 14997 (09/2013)	Abfälle	pH-abhängiger Elutionsversuch, s/l=1:10; Bestimmung der Pufferkapazität (ANC)		Die LAGA EW98 p präzisiert die E-DIN EN14997 für den Vollzug	b) LAGA EW 98p (Referenzverfahren, Nr.5)	
15	DIN 19529 („neu“) (12/2015)	Feststoff (Abfall, Boden-/ Altlastenmaterial)	s/l=1:2; für anorg. und org. Komponenten			a) Referenzverfahren	
16	DIN 19527 (08/2012)	Abfälle Boden-, Altlastenmaterialien	Schütteltest s/l=1:2 Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm		Ersetzt durch DIN 19529 „neu“ (12/2015) Nur zur Untersuchung der mobilen org. Stoffanteile validiert (MKW C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> ; C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ), PAK, PCB, Phenole*		
17	DIN 19529 (01/2009)	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	Schütteltest s/l=1:2 Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm		Wurde in DIN 19529 „neu“ integriert u. dadurch ersetzt; Nur zur Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile validiert		E-EBV
18	DIN EN 12457-1 (01/2003)	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen;	24h Schüttelverfahren; Elutionsmittel dest. Wasser; s/l=1:2 Korngröße: < 4 mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung	Nur für die Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile geeignet.			

\*: Unter Phenole sind die im Vortext zu Kap. II.6.1 „Organische Analytik, Feststoff“ gelisteten Einzelverbindungen zu verstehen.

Tab.II.3.2c Elutionsverfahren - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelungen (zitiert in: )
19	DIN 19528 (01/2009)	Abfälle, Boden-, Altlastenmaterialien	Säulentest Aufwärtsstromverfahren Elutionsmittel: dest. Wasser Korngröße < 32 mm;		Nur zur Untersuchung der PAK und mobilen anorganischen Stoffanteile validiert.		E-EBV
20	CEN TS 14405 (09/2004)	Körniger Abfall	Perkolationsprüfung (für anorg. Stoffe; Säulengröße abhängig von Korngröße)		Nicht validiertes Verfahren; Fortschreibung zur Norm in Vorbereitung		DepV Ratsentscheidung 33/2003
21	E-DIN EN 14405 (10/2014)	Abfall	Perkolationsprüfung (für anorg. Stoffe; Säulengröße abhängig von Korngröße)				
22	DIN ISO/TS 21268-3 (02/2010)	Bodenbeschaffenheit Ökotoxuntersuchung	Perkolationsverfahren im Aufwärtsstrom	Nicht validiert	Zwischenzeitlich DIN SPEC 1130 (02/2010)		
23	DIN EN 12457-3 (01/2003)	Abfälle, Untersuchung von körnigen Abfällen und Schlämmen	24h Schüttelverfahren (zweistufig); Elutionsmittel dest. Wasser; Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis s/l=1:2; s/l=1:8 Korngröße: < 4mm, ohne oder mit Korngrößenreduzierung	Nur zur Untersuchung der mobilen anorganischen Stoffanteile geeignet.	Norm sollte in Verbindung mit Anhang E der DIN EN 12457-4 angewendet werden		
24	E DIN EN 12920 (01/2005)	Charakterisierung von Abfällen, Auslaugung	Kein Elutionstest; Betrachtungen von Vorgehensweisen zur Untersuchung der mobilen Stoffanteile		Keine Relevanz für die Vollzugspraxis; Ersatz für DIN V ENV 12920 (09:1998)		

Tab.II.3.2c Elutionsverfahren - Fortsetzung -

Lfd Nr.	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungs-grenzen	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Re-gelungen (zitiert in: )
25	DIN CEN/TS 15862 (11/2012)	Abfall	Auslaugung monolithischer Materialien Flüssigkeit/Oberflächen-Verhältnis (L/A)=12cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup>		Zwischenzeitlich DIN SPEC 91233 (11/2012)		
26	DIN CEN/TS 15864 (11/2012)	Abfall	Dynamisches Auslaugverfahren für monolithische Materialien mit periodischer Erneuerung des Auslaugmittels		Zwischenzeitlich DIN SPEC 91235 (11/2012)		
27	DIN CEN/TS 15364 (10/2013)	Bauprodukte	Horizontale dynamische Oberflächenauslaugung; Freisetzung von „gefährlichen“ Stoffen; L/A= 80 l/m <sup>2</sup> bei Folien oder plattenartigen Produkten		Vornorm		
28	DIN CEN/TS 14429 (01/2006)	Abfall	Säulenversuch im Aufwärtsstrom	Nicht validiert	Zur DIN EN 14429 fortgeschrieben		
29	DIN SPEC 19546 (in Drucklegung)	Feststoffe	Statisches Elutionsverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorg. und org. Stoffen bei einem s/l=1:2 - DIN SPEC in Vorbereitung -	Nicht validiert	Verfahren weist ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit auf.		
30	DIN EN 14429 (05/2015)	Abfall	pH-abhängiger Test unter vorheriger Säure- oder Basezugabe; s/l=1:10	Gefahr der Übertitration	Nicht vollzugspraxistauglich		
31	DIN ISO/TS 21268-1 (02/2010)	Boden-beschaffenheit Ökotox-untersuchung	Schüttelverfahren; s/l=1:2	Nicht validiert	Zwischenzeitlich DIN SPEC 1128 (02/2010)		
32	DIN ISO/TS 21268-4 (02/2010)	Boden-beschaffenheit Ökotox-untersuchung	Einfluss des pH-Wertes unter vorheriger Säure-/Basezugabe; Elutionsmittel:0,001M CaCl <sub>2</sub>	Nicht validiert	Zwischenzeitlich DIN SPEC 1131 (02/2010)		
33	DIN CEN/TS 16660 (08/2015) bzw. DIN SPEC 19683 (08/2015)	Abfall	Bestimmung der Reduktionseigenschaft/-fähigkeit				

## **II.4 Allgemeine Parameter**

### **II.4.1 Allgemeine Parameter, Feststoffe (pH-Wert, Glühverlust etc.)**

Tab. II.4.1 Allgemeine Parameter Feststoffe (pH-Wert, Trockenmasse, Glühverlust etc.)

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungs-grenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
1	pH-Wert	DIN ISO 10390 (12/2005)	Bodenmaterial	A: H <sub>2</sub> O/KCl= 1:5 H <sub>2</sub> O/CaCl <sub>2</sub> = 1:5 Sus-pension; Stand-zeit: 2-24h  B:H <sub>2</sub> O/KCl= 1:5 H <sub>2</sub> O/CaCl <sub>2</sub> = 1: 5 Sus-pension Stand-zeit 1-3h		A: Version1997 (wurde ersetzt durch 12/05)  B: Version 2003  DIN ISO 10390 (12/2005) ersatzlos zurückge-zogen		LAGA M20 E-AbfKlärV
2	pH-Wert	DIN 38414-5 (09/1981)	Schlamm			Ersetzt durch DIN EN 12176 (06/98)		AbfKlärV
3	pH-Wert	DIN EN 12176 (06/1998)	Schlamm, Schlammpro- dukte			Ersatzlos zurückge-zogen		E-AbfKlärV
4	pH-Wert	DIN 19684-1 (02/1977)	Boden	0,01mol CaCl <sub>2</sub> -Lsg. Gerührt, Standzeit 1h				AbfKlärV, BioAbfV
5	pH-Wert	DIN EN 15933 (11/2012)	Boden, Bioabfall, Schlamm	0,01mol CaCl <sub>2</sub> -Lsg. Schütteln oder Mi-schen; ca. 60 min.			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-AbfKlärV
6	pH-Wert	VDLUFA- Methodenbuch Bd. I	Boden	Aufschlämmung mit CaCl <sub>2</sub> - (oder KCl- Lösung)				BioAbfV, AbfKlärV
7	Elektrische Leitfä- higkeit	DIN ISO 11265 (06/1997)	Bodenmaterial	Aufschlämmung mit Wasser s/l =1:5		Ersetzt DIN 19684-11 (02/1977)		LAGA M20

Tab.II.4.1 Allgemeine Parameter Feststoffe (pH-Wert, Glühverlust etc.) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
7	Glühverlust	DIN EN 15169 (05/2007)	Abfall, Bodenmaterial	Thermische Behandlung bei $550 \pm 25 \text{ °C}$ ; anschließend Gravimetrie		Für die Bestimmung des org. Anteils ist der Feststoff-TOC gemäß DIN EN 13137 besser geeignet	a) Referenzverfahren	DepV
8	Glühverlust des Trockenrückstandes der Originalsubstanz	DIN 38414-S3 (11/1983)		Gravimetrie		Wurde ersetzt durch DIN EN 12879 („S3a“) (02/2001)	b) DIN EN 15169 (05/2007) (Referenzverfahren)	
9	Glühverlust	DIN EN 15935 (12/2010)	Bioabfall, Boden, Abfall			Unterscheidung für a) Proben mit: geringem Anteil flüchtiger Bestandteile b) Proben mit flüchtigen Bestandteilen		
10	Glühverlust des Trockenrückstandes der Originalsubstanz	DIN EN 13039 (01/2012)		Gravimetrie			b) DIN EN 15169 (05/2007) (Referenzverfahren)	BioAbfV
11	Bestimmung der Trockensubstanz und des Wassergehaltes	DIN ISO 11465 (12/1996)	Boden	Thermische Behandlung bei $105 \pm 5 \text{ °C}$ ;				E-AbfKlärV
12	Glühverlust der Trockenmasse	DIN EN 12879 (02/2001)	Schlämme, Schlammprodukte	Thermische Behandlung bei $550 \pm 25 \text{ °C}$ ; Differenzwägung				E-AbfKlärV

Tab.II.4.1: Allgemeine Parameter Feststoffe (pH-Wert, Glühverlust etc.) – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
13	pH-Wert	DIN EN 13037 (01/2012)	Bodenverbesserer, Kultursubstrate,	pH-Wertbestimmung in Suspension	kein Klärschlamm	Vorsiebung: A:< 20 mm B <40 mm		BioAbfV
14	elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 13038 (01/2012)	Bodenverbesserungsmittel, Kultursubstrate	Lf-Bestimmung in wässrigem Extrakt		Vorsiebung: A:< 20 mm B <40 mm	a) Referenzverfahren	BioAbfV
15	Korngrößenverteilung	DIN 18123 (04/2011)		Siebung, Pipettverfahren, Aerometer		Anwendung im Bodenbereich der AbfKlärV, BioAbfV		AbfKlärV
16	Salzgehalt	VDLUFA-Methodenbuch Bd. I				Anwendung im Bodenbereich der BioAbfV		BioAbfV

## II.4.2 Allgemeine Parameter Eluate

Tab.II.4.2 Allgemeine Parameter Eluate

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
1	pH-Wert	DIN 38404-5 (07/2009)	3 - 10	Elektrometrisch (Glaselektrode)	I = 0,3 mol/kg T = 0 – 50 °C L = 20000 mS/m	Ersetzt durch DIN EN ISO 10523(04/2012)	b) DIN EN ISO 10523 (04/2012)	DepV
2	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (04/2012)	Eluate	Elektrometrisch (Glaselektrode)		Benennt Störeinflüsse bei Messungen	a) Referenzverfahren	
3	pH-Wert	DIN EN 16192 (02/2012)	Eluate	Auflistung von Parametern	Keine pH-Wert-Bestimmung möglich	Entbehrliche Methode	a) ungeeignet zur pH-Wert-Messung	
4	Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (11/1993)	Wasser	Summe der ion. Bestandteile		Ersetzt DIN 38404-8 (09/1985)		E-EBV DepV
5	Trübung	DIN EN ISO 7027 (04/2000)	Wasser	Durchlichtmessung an zylindrischer Küvette	Störung durch gefärbte Lösungen Alternative: Messung >800nm	FNU-Messung 0-40 FNU oder 40 bis 400 FAU Ersetzt DIN EN 27027 (03/1994)	a) Referenzverfahren	
6	Trübung	E-DIN EN ISO 7027-1 (11/2014)	Wasser	Quantitative Trübungsmessung im Durchlichtigkeitszylinder				
7	Färbung	E-DIN EN ISO 7887 (04/2012)	Wasser	Messung der Extinktion bei: 436 nm, 525 nm, 620 nm		Ersetzt durch DIN EN ISO 7887 (04/2012)		

Tab.II.4.2 Allgemeine Parameter Eluate – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenzen	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
8	Geruch	DIN EN 1622 (10/2006)	Wasser	Best. der Geruchsschwellenwerte (TON) und der Geschmacksschwellenwerte (TFN) durch Testpersonen		Ersatz für DIN EN 1622(01/1998)		
9	Wasserlöslicher Anteil	DIN EN 15216 (01/2008)	Gelöste Feststoffe in Wässern und Eluaten >200 mg/l	Best. des Gesamtgehaltes an gelösten Feststoffen in Wässern und Eluaten				DepV
10	Wasserlöslicher Anteil	DIN 38409-1 (01/1987)	Alle Wässer	Best. des Gesamt-trockenrückstandes, des Filtratrückstandes u. des Glührückstandes				DepV
11	Wasserlöslicher Anteil**	DIN 38409-2 (03/1987)	Alle Wässer	Abfiltrierbare Stoffe und Glührückstand		Filtration sofort nach „Probenahme“ Ersatz für DIN 38409-2(07/1980)		DepV

\*\* : Falsche Methodenangabe unter 3.2.22 Anhang 4 der DepV (1.ÄnderungsVO); zitierte Methoden ermöglichen nicht die Bestimmung des wasserlöslichen Anteils.

## II.5 Physikalische Parameter

### Versuch zur Ermittlung der Entzündlichkeit im Kontakt mit Wasser

#### 1. Vorgehensweise

##### 1.1. Einleitung

Diese Prüfmethode kann angewendet werden, um festzustellen, ob die Reaktion eines Stoffes mit Wasser oder feuchter Luft zur Entwicklung gefährlicher Mengen von leichtentzündlichen Gasen führt.

Das Verfahren kann sowohl für feste als auch für flüssige Stoffe angewendet werden. Dieses Verfahren gilt jedoch nicht für Stoffe, die sich bei Berührung mit Luft selbst entzünden.

##### 1.2. Definitionen und Einheiten

Leichtentzündlich: Stoffe, die bei Berührung mit Wasser oder feuchter Luft leichtentzündliche Gase in gefährlichen Mengen (mindestens 1 l/kg • h) entwickeln.

##### 1.3. Prinzip der Methode

Die Prüfsubstanz wird in der nachfolgend beschriebenen Reihenfolge geprüft; erfolgt auf irgendeiner Stufe eine Entzündung, so ist keine weitere Prüfung mehr notwendig. Wenn bekannt ist, daß die Substanz bei Berührung mit Wasser keine heftige Reaktion zeigt, kann man zu Stufe 4 übergehen (1.3.4.).

###### 1.3.1. Stufe 1

Die Prüfsubstanz wird in eine Schale gegeben, die destilliertes Wasser mit einer Temperatur von 20 °C enthält; dabei wird festgestellt, ob sich das hierbei entwickelte Gas entzündet oder nicht.

###### 1.3.2. Stufe 2

Die Prüfsubstanz wird auf ein Filterpapier gegeben, das auf der Oberfläche des Wassers einer mit destilliertem Wasser von 20 °C gefüllten Schale schwimmt; dabei wird festgestellt, ob sich das entwickelte Gas entzündet oder nicht. Das Filterpapier dient nur dazu, die Substanz an der betreffenden Stelle zu halten, wodurch die Möglichkeit einer Entzündung erhöht wird.

###### 1.3.3. Stufe 3

Mit der Prüfsubstanz wird eine kleine Schüttung von etwa 2 cm Höhe und 3 cm Durchmesser hergestellt. Es werden einige Tropfen Wasser auf diese Schüttung gegeben, und es wird festgestellt, ob sich das entwickelte Gas entzündet oder nicht.

###### 1.3.4. Stufe 4

Die Prüfsubstanz wird mit destilliertem Wasser (20 °C) versetzt, und die entwickelte Gasmenge wird über einen Zeitraum von 7 Stunden in Abständen von je einer Stunde gemessen. Ist die Gasentwicklung ungleichmäßig oder nimmt sie nach sieben Stunden noch zu, so ist der Versuchszeitraum bis zu einer Dauer von fünf Tagen zu verlängern. Die Prüfung kann abgebrochen werden, wenn die Gasentwicklungsrate zu irgendeinem Zeitpunkt 1 l/kg • h übersteigt.

#### 1.4. Referenzsubstanzen

Nicht spezifiziert.

## **1.5. Qualitätskriterien**

Keine Angabe.

## **1.6. Beschreibung der Methode**

### **1.6.1. Stufe 1**

#### **1.6.1.1. Versuchsbedingungen**

Der Versuch wird bei Raumtemperatur (etwa 20 °C) ausgeführt.

#### **1.6.1.2. Versuchsausführung**

Eine geringe Menge (etwa 2 mm Durchmesser) der Prüfsubstanz wird in eine Schale mit destilliertem Wasser gegeben. Es wird notiert, (i) ob sich Gas entwickelt und (ii) ob sich das Gas entzündet. Entzündet sich das Gas, so braucht die Substanz nicht weiter geprüft zu werden, da sie als gefährlich zu betrachten ist.

### **1.6.2. Stufe 2**

#### **1.6.2.1. Gerät**

Ein Filterpapier wird flach auf die Oberfläche des in ein geeignetes Gefäß gefüllten destillierten Wassers gelegt; als Gefäß kann z.B. eine Abdampfschale mit ca. 100 mm Durchmesser dienen.

#### **1.6.2.2. Versuchsbedingungen**

Der Versuch wird bei Raumtemperatur (etwa 20 °C) durchgeführt.

#### **1.6.2.3. Versuchsausführung**

Eine geringe Menge (etwa 2 mm Durchmesser) der Prüfsubstanz wird mitten auf das Filterpapier gelegt. Es wird notiert, (i) ob sich Gas entwickelt und (ii) ob sich das Gas entzündet. Entzündet sich das Gas, so braucht die Substanz nicht weiter geprüft zu werden, da sie als gefährlich zu betrachten ist.

### **1.6.3. Stufe 3**

#### **1.6.3.1. Versuchsbedingungen**

Der Versuch wird bei Raumtemperatur (etwa 20 °C) durchgeführt.

#### **1.6.3.2. Versuchsausführung**

Mit der Prüfsubstanz wird eine kleine Schüttung von etwa 2 cm Höhe und 3 cm Durchmesser mit einer Vertiefung an der Spitze hergestellt. Man gießt einige Tropfen Wasser in die Vertiefung und notiert, (i) ob sich Gas entwickelt und (ii) ob sich das Gas entzündet. Entzündet sich das Gas, so braucht die Substanz nicht weiter geprüft zu werden, da sie als gefährlich zu betrachten ist.

### **1.6.4. Stufe 4**

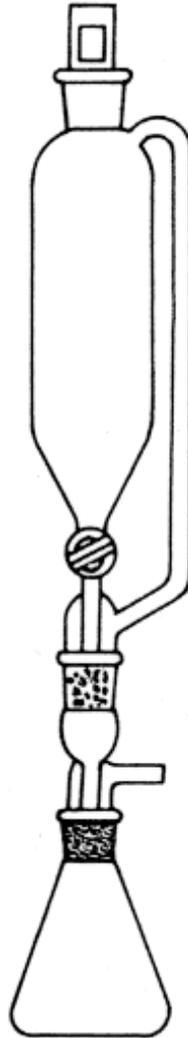
#### **1.6.4.1 . Gerät**

Die Apparatur wird gemäß der Abbildung1 aufgebaut.

#### **1.6.4.2. Versuchsbedingungen**

Man stellt fest, ob sich in dem Behälter mit der Prüfsubstanz Pulver mit einer Korngröße von  $< 500 \mu\text{m}$  befindet. Macht dieses Pulver mehr als insgesamt 1 % (Massenanteil) aus oder ist die Probe zerreibbar, so ist die gesamte Probe vor dem Versuch zu einem Pulver zu mahlen, um eine Zerkleinerung der Teilchen (durch Abrieb) bei Lagerung und Handhabung zu berücksichtigen; andernfalls ist die Substanz im Anlieferungszustand zu verwenden. Der Versuch ist bei Raumtemperatur (etwa  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) und Atmosphärendruck auszuführen.

Abbildung Apparatur



Prüfapparatur zur Ermittlung der Gasentwicklung

## II.5 Physikalische Parameter

Lfd. Nr.	Parameter	Existierende Verfahren	Anwendungsbereich	Kurzinfo zur Methode	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelungen (zitiert in: )
1	Brenn- und Heizwert	DIN EN 15170 (11/2006)	Bestimmung des Brenn- und Heizwertes				b) Referenzverfahren	DepV
2	Brenn- und Heizwert	DIN EN 15170 (05/2009)	Bestimmung des Brenn- und Heizwertes in Schlämmen	Brennwertbestimmung im Kalorimeter; Berechnung des Heizwertes		Validiertes Verfahren	<b>a) Referenzverfahren</b>	
3	Korngrößenverteilung	DIN 18123 (04/2011)		Siebung, Pipettverfahren, Aerometer		Anwendung im Bodenbereich der AbfklärV, Bio-AbfV  Ersatz für DIN 18123(08/1996)		AbfklärV,
4	Dichte	DIN 18125-2 (03/2011)	Untersuchung von Bodenproben			Ersetzt DIN 18125-2 (08/1999)		DepV

## **II. 6 Anorganische Analytik**

### **II. 6.1 Anorganik, Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)**

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)

Lfd Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 22036(07/2009)	ICP - OES	0,1 mg/l	<2 mg/kg		ICP-MS-Verfahren favorisieren (17294-2)	a) Referenzverfahren	E-EBV
	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren	
	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38405 D32-1 (05/2000)	AAS-Graphitrohr	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		nicht mehr gebräuchlich		
	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS-Graphitrohr	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		nicht mehr gebräuchlich		
	Antimon	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38405 D32-2 (05/2000)	AAS-Hydrid	0,001 mg/l	< 1mg/kg	Hohe Matrixabhängigkeit	Für Abfälle nicht zu empfehlen		
2	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt <b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A; <b>E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,001 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren	E-EBV E-AbfKlärV
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN ISO 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES					a) Referenzverfahren	E-EBV
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS-Graphitrohr	0,001 mg/l	< 1mg/kg		nicht mehr gebräuchlich		
	Arsen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	AAS-Hydrid	0,001mg/l	< 1mg/kg	Hohe Matrixabhängigkeit	Für Abfälle nicht zu empfehlen		AltholzV E-EBV
	Arsen	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A;	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES						E-AbfKlärV

	Arsen	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A;	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)							E-AbfKlärV
--	-------	--------	--	----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	------------

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff [mg/kg]	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
3	Barium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES		< 2			a) Referenzverfahren	
	Barium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,003 mg/l	< 1			a) Referenzverfahren	
	Barium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,004 mg/l	< 1				
4	Blei	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AbfKlärV:</b> nach DIN 38414, Teil 7 (01/1983) <b>AltholzV:</b> E-DIN EN 13657 (10/1999)	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,2 mg/l	10		Aufschluss-Normen für AbfKlärV und AltholzV veraltet Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)	a) Referenzverfahren	BioAbfV AltholzV AbfKlärV E-AbfKlärV
	Blei	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS					a) Referenzverfahren	BioAbfV E-AbfKlärV
	Blei	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>MÜ/E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1			a) Referenzverfahren	E-EBV MÜ E-AbfKlärV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff [mg/kg]	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
4	Blei	Abfall	<b>E-AbfKlärV (Boden)/DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	< 0,01 mg/l	< 1			a) Referenzverfahren	E-AbfKlärV DepV E-EBV MÜ
	Blei	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,2 mg/l	10				DepV
	Blei	Abfall	DIN 38414, Teil 7 (01/1983)	DIN 38406 - E22 (07/1998)	ICP - OES				Aufschluss-Norm veraltet DIN 38406 -E22 durch DIN EN ISO 11885 ersetzt	b) DIN ISO 22036	AbfKlärV
	Blei	Abfall	E DIN EN 13657 (10/ 1999)	DIN 38406 - E 06-1 (07/1998)	AAS-Flamme	0,5 mg/l	15		Aufschluss-Norm veraltet Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.	b) Referenzverfahren	AltholzV
	Blei	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AltholzV:</b> E-DIN EN 13657 (10/1999)	DIN 38406 - E 06 -2 (07/1998)	AAS-Graphitrohr	0,005 mg/l	0,15 mg/kg		Aufschluss-Norm der AltholzV veraltet Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		BioAbfV, AltholzV
	Blei	Abfall	DIN 38414, Teil 7 (01/1983)	DIN ISO 11047 (06/1995)	AAS (Graphitrohr und Flamme)				Aufschluss-Norm veraltet Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff [mg/kg]	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
4	Blei	Abfall	DIN 38414, Teil 7 (01/1983)	DIN ISO 11047 (05/1998)	AAS (Graphitrohr und Flamme)				Aufschluss-Norm veraltet Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		AltholzV
	Blei	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>DepV/E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)		GR: 0,15 mg/kg FL: 15 mg/kg		Norm aus dem Bereich Boden-beschaffenheit Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		DepV BioAbfV E-EBV E-AbfKlärV
	Blei	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS (Graphitrohr)						DepV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	Cadmium	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) E-DIN EN 13657 (10/1999) E-AbfKlärV KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Aufschluss-Normen für AltholzV veraltet Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)	<b>b) Referenzverfahren</b>	AltholzV BioAbfV E-AbfKlärV
	Cadmium	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>EAbfKlärV (Boden/KS)/</b> <b>E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,000 1 mg/l	< 0,1 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	BioAbfV E-EBV MÜ E-AbfKlärV
	Cadmium	Abfall	DIN 38414, Teil 7 (01/1983)	DIN ISO 5961 (05/1995)	AAS-Graphitrohr	0,000 3 mg/l	< 0,1 mg/kg		Aufschluss-Norm veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		AbfKlärV
	Cadmium	Abfall	E-DIN EN 13657 (10/1999)	DIN ISO 11047 (06/1995)	AAS (Graphitrohr und Flamme)				Aufschluss-Norm veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich. Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit, neuere Fassung (05/2003)		AltholzV
	Cadmium	Abfall	<b>E-AbfKlärV (Boden)/DepV/E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>E-AbfKlärV:KS</b> DIN EN 13346	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)		GR: < 0,1 mg/kg FL: 2 mg/kg		Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit, Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		DepV BioAbfV E-EBV E-AbfKlärV



Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	Cadmium	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A DepV: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg				E-AbfKlärV DepV
	Cadmium	Abfall	<b>E-AbfKlärV (Boden):</b> DIN EN 13657(01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES						E-AbfKlärV
	Cadmium	Abfall	E-DIN EN 13657(10/1999)	DIN ISO 5961 (05/1995)	AAS - Graphitrohr	0,05 mg/l	2 mg/kg		Aufschluss-Norm veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		AltholzV
6	Chrom	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>E-AbfKlärV (Boden) /E-EBV:</b> DIN EN 13657(01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,005 mg/l	< 0,2 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	BioAbfV E-EBV E-AbfKlärV
	Chrom	Abfall	<b>E-AbfKlärV/ E-AbfKlärV (Boden) /DepV/E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	0,005 mg/l	<0,2 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-EBV DepV E-AbfKlärV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
6	Chrom	Abfall	<b>AltholzV:</b> E-DIN EN 13657 (10/1999) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AbfKlärV:</b> 38414, Teil 7 (01/1983) <b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01 mg/l	3 mg/kg		Aufschluss-Norm für AbfKlärV und AltholzV veraltet Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)		AltholzV, AbfKlärV BioAbfV E-AbfKlärV
	Chrom	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AltholzV</b> E-DIN EN 13657 (10/1999) <b>BioAbfV:</b> DIN 38414, Teil 7 (01/1983)	DIN EN 1233 (08/1996)	AAS - Graphitrohr	0,004 mg/l	< 1 mg/kg		Aufschluss-Norm für AbfKlärV und AltholzV veraltet Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		BioAbfV, AltholzV, AbfKlärV
	Chrom	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN 38414, Teil 7 (01/1983) <b>AltholzV:</b> E DIN EN 13657(10/1999) <b>EAbfKlärV(Boden)/DepV/E-EBV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)				Aufschluss-Norm für BioAbfV und AltholzV veraltet; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich. Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit,		BioAbfV, AltholzV DepV E-EBV E-AbfKlärV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	Chrom	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES					b) Referenzverfahren	DepV
	Chrom (VI)	Abfall, Boden	Mahlen <250µm; Heiß-Extraktion mittels NaOH u. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	DIN EN 15192 (02/2007)	Photometrie					a) Referenzverfahren	MÜ
	Chrom (VI)	Boden		DIN 19734 (01/1999)	Photometrie nach Extraktion mit Pufferlösung		0,2 mg/kg		Norm zurückgezogen, wurde ersetzt durch DIN EN 15192 (Referenzverfahren)		

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
7	Cyanid, gesamt	Abfall		LAGA - Richtlinie CN 2/79 (12/1983)			0,1 mg/kg	Mangelnde Differenzierung zu Cyanid-leicht freisetzbar	Verfahren wurde zurückgezogen	a) Problematisch in der Anwendung	LAGA M20
	Cyanid, gesamt	Boden		E-DIN ISO 11780 (02/2002)				Mangelnde Differenzierung zu Cyanid-leicht freisetzbar			LAGA M20*
	Cyanid, gesamt und Cyanid leicht freisetzbar	Boden		DIN ISO 17380 (05/2006)	Kontinuierliche Fließanalyse					a) Referenzverfahren	LAGA M20*
	Cyanid, leicht freisetzbar	Abfall		LAGA - Richtlinie CN 2/79 (12/1983)			0,1 mg/kg	Mangelnde Differenzierung zu Cyanid-Gesamt	Verfahren wurde zurückgezogen	a) Problematisch in der Anwendung	
	Gesamtcyanid	Boden		DIN ISO 11262 (04/2012)	Photometrie, Titrimetrie		0,5 mg/kg (Photom.) 10 mg/kg Titrim.				

\*: In Teil III Probenahme und Analytik der LAGA M20 wurde die E DIN ISO 11780 (11/2002) fälschlicherweise zitiert; hier sollte die DIN ISO 17380 Anwendung finden.

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
8	Halogene (Cl, Br)	Flüssiger Abfall		In Anlehnung an DIN EN 24260 (04/1994) in Verbindung mit DIN 51408 Teil 1 (06/1983) oder DIN 38405 Teil 1 (12/1985) oder DIN EN ISO 10304 Teil 1 (04/1995)	Aufschluss nach Wickbold und Halogenidbestimmung in wässriger Lösung	1 mg/kg				a) Referenzverfahren	AltöIV
	Halogene (Cl, Br)	Altöl		DIN 51577 Teil 4 (02/1994)	Energiedispersive RFA	100 mg/kg		Störungen durch Matrix		a) Referenzverfahren	
	Halogene (Cl, Br)	Altöl		DIN 51577 Teil 2 (01/1993)	Wellenlängendispersive RFA	1000 mg/kg		Störungen durch Matrix	DIN 51577-2 ersetzt durch DIN ISO 15597 (01:2006)		AltöIV
	Halogene (Cl, Br)	Altöl		DIN 51577 Teil 3 (06/1990)	Wellenlängendispersive RFA	10 mg/kg		Störungen durch Matrix	DIN 51577-3 ersetzt durch DIN ISO 15597 (01:2006)		AltöIV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurz-beschrei- bung der Me- thode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leis- tungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regel- werk/Rege- lung (zitiert in: )
9	Halogene (F, Cl, Br, J)	Abfall (fest)	Aufschluss in Sauerstoff- atmosphäre Methode A: Druckaufschluss in der Bombe Methode B: Schöninger- aufschluss	DIN EN 14582 (06/2007)	IC-Bestimmung gemäß DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Methode A: 25 mg/kg  Methode B: 250 mg/kg		Schwer lösliche Salze werden nicht erfasst	Methode B sollte nur für orientieren- de Untersu- chungen eingesetzt werden; Neufassung: Entwurf (04/2015); auch zur S- Best. geeig- net (s. lfd. Nr. 15)	a) Referenzver- fahren <b>(Methode A)</b>	
	Halogene (F, Cl)	Altholz	AltholzV: Anhang IV, Nr. 1.4.2 (DIN 51727(06/2001))	DIN EN ISO 10304 - 1 (04/1995)	Aufschluss in Sauerstoffat- mosphäre Methode A: Wickbold Me- thode B: Druck- aufschluss in der Bombe	100 mg/kg		Schwer lösliche Salze werden nicht erfasst			AltholzV
10	Kobalt	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/09)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg			a) Referenz- verfahren	
	Kobalt	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenz- verfahren	
	Kobalt	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38406 - E24 -1 (03/1993)	AAS-Flamme	0,2 mg/l	10 mg/kg		Bestim- mungsver- fahren nicht mehr ge- bräuchlich.		
	Kobalt	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38406 - E 24 - 2 (03/1993)	AAS - Graphitrohr	0,005 mg/l	< 1 mg/kg		Bestim- mungsver- fahren nicht mehr ge-		

									bräuchlich.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--	--

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Re-gelung (zitiert in: )
10	Kobalt	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885(09/2009)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg				
11	Kupfer	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>E-AbfKlärV(Boden) /DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	0,02 mg/l	1 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	BioAbfV DepV E-EBV E-AbfKlärV
	Kupfer	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>E-AbfKlärV (Boden):</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-AbfKlärV E-EBV
	Kupfer	Abfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AltholzV:</b> E DIN EN 13657(10/ 1999)	DIN 38406 - E7 -1 (09/1991)	AAS-Flamme	0,1 mg/l	3 mg/kg		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	<b>b) Referenzverfahren</b>	BioAbfV, AltholzV
	Kupfer	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38406-E7-2 (09/1991)	AAS-.Graphitrohr	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg		Bestimmungsverfahren nicht mehr ge-	<b>b) Referenzverfahren</b>	

									bräuch- lich		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------	--	--

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
11	Kupfer	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN13346 (04/2001); Verfahren A <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>EAbfKlärV (Boden)</b> <b>/DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: < 0,1 mg/kg FL: 3 mg/kg			Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		DepV E-EBV BioAbfV E-AbfKlärV
	Kupfer	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>AltholzV:</b> E-DIN EN 13657 (10/1999) <b>AbfKlärV:</b> DIN 38414, Teil 7 (01/1983) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Aufschluss-Normen für AbfKlärV und AltholzV veraltet Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)	<b>b) Referenzverfahren</b>	DepV, AltholzV, AbfKlärV BioAbfV E-AbfKlärV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
11	Kupfer		<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002) <b>AltholzV:</b> E DIN EN 13657 (10/1999)	DIN ISO 11047 (06/1995)	AAS (Graphitrohr und Flamme)				Aufschluss-Normen für AltholzV veraltet; Neue Fassung der DIN ISO 11047 (05/2003) Bestimmungsv erfahren nicht mehr gebräuchlich		BioAbfV, AltholzV
12	Molybdän	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2(02/2005)	ICP-MS	0,0003 mg/l	< 0,1 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	
	Molybdän	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	<0,01 mg/l	<0,5 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	
	Molybdän	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr	0,006 mg/l	< 1 mg/kg		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich.		
	Molybdän	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,03 mg/l	< 1 mg/kg				

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
13	Nickel	Abfall	<b>E-AbfKlärV(Boden)/DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	0,01 mg/l	<0,5 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	DepV E-EBV E-AbfKlärV
	Nickel	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A; Boden: DIN EN 13657 (01/2003) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-AbfKlärV E-EBV BioAbfV
	Nickel	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>AltholzV:</b> DIN EN 13657 (10/1999) <b>AbfKlärV:</b> DIN 38414, Teil 7 (01/1983) <b>DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,02 mg/l	< 1 mg/kg		Aufschluss-Normen für AbfKlärV und AltholzV veraltet; Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)		E-AbfKlärV AltholzV DepV, AbfKlärV Bio- AbfV
	Nickel	Bioabfall	<b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN 38406-E11-2 (09/1991)	AAS- .Graphitrohr	0,005 mg/l	< 1 mg/kg				BioAbfV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
13	Nickel	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>E-AbfKlärV(Boden)/DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: < 1mg/kg FL: 10 mg/kg			Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit Bestimmungungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-AbfKlärV DepV BioAbfV E-EBV
14	Quecksilber	Abfall	<b>DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 12846 (08/2012)	Kaltdampf-AAS				Ersatz für DIN EN 1483	<b>a) Referenzverfahren</b>	DepV E-EBV MÜ
	Quecksilber	Abfall	<b>E DIN EN 13657</b> (10/ 1999)	DIN EN 14183, Absch.3 (07/2007)	Kaltdampf-AAS	0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg		Aufschluss-Norm veraltet Bestimmungungsverfahren ersetzt durch DIN EN ISO 12846 (08/2012)		AltholzV E-AbfKlärV
	Quecksilber	Abfall	<b>AbfKlärV:</b> DIN 38414, Teil 7 (01/1983) <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN 38406 - E12		0,0001 mg/l	< 0,1 mg/kg		Aufschluss-Norm für AbfKlärV veraltet Bestimmungungsverfahren ersetzt durch DIN EN 1483 (8/1997) bzw. (07/2007)		BioAbfV, AbfKlärV
	Quecksilber	Abfall	<b>DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17852 (04/2008)	Atomfluoreszenzverfahren (AFS)				a)Normhinweis: Ersatz für DIN EN ISO 13506 (4/2002) b)fachlich: Abfall: Verdünnungen erforderlich		DepV E-EBV: E-AbfKlärV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
14	Quecksilber	Abfall	:	DIN EN 12338 (10/1998)					Ersetzt durch DIN EN ISO 12846 (08/2012)		
	Quecksilber	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (10/ 1999)	DIN EN 12338 (10/1998)	AAS-Verfahren nach Anreicherung durch Amalgamtechnik	0,00001 mg/l	< 0,01 mg/kg		Ersetzt durch DIN EN ISO 12846 (08/2012) Aufschlussnorm veraltet;		AltholzV BioAbfV
	Quecksilber	Abfall	Königswasserextrakt:	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS				Ver-schlep-pung im Proben-eintrags-system möglich		
	Quecksilber	Abfall	Königswasserextrakt: (Boden) DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 16772 (06/2005)	Kaltdampf-Amalgamverfahren mit AFS						E-AbfKlärV
15	Schwefel	Abfall	Aufschluss in Sauerstoffatmosphäre Methode A: Druckaufschluss in der Bombe; Methode B: Schöninger-aufschluss	E-DIN EN 14582 (04/2015)	IC-Bestimmung gemäß DIN EN ISO 10304-1	Methode A: 25 mg/kg Methode B: 250 mg/kg		Schwer lösliche Salze werden nicht erfasst	Auch zur Halogenbestimmung (Cl, Br, J) In org. Verbindungen	<b>a) Referenzverfahren (Methode A)</b>	

									geeignet.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	--	--

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
16	Selen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,010 mg/l	< 1mg/kg			a) Referenzverfahren	
	Selen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS-Graphitrohr	0,015 mg/l	< 1mg/kg				
	Selen	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	DIN 38405 D23-2 (10/1994)	AAS-Hydrid				Nicht mehr gebräuchlich	a) alternatives Referenzverfahren	
17	Thallium	Abfall	Salpetersäuredruckaufschluss	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1mg/kg		Für TI-Analytik ist Salpetersäureaufschluss erforderlich	a) Referenzverfahren	
	Thallium	Abfall	Königswasserextrakt: <b>E-AbfklärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)						E-AbfklärV
	Thallium	Abfall	Königswasserextrakt: <b>E-AbfklärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,0002 mg/l	< 0,1mg/kg		Mögliche Minderbefunde durch Königswasser-aufschluss		E-AbfklärV E-EBV

	Thallium	Abfall	Salpetersäuredruck- aufschluss	DIN 38406 - E26 (07/1997)	AAS- .Graphitrohr	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg		Halogenide müssen vor der AAS- Bestimmung entfernt werden; Nicht mehr gebräuchlich	a) Alternatives Referenz- verfahren	
--	----------	--------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------	------------	----------------	--	---	---	--

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
17	Thallium	Abfall	Königswasserextrakt: <b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN 38406 - E26 (07/1997)	AAS- Graphitrohr	0,002 mg/l	< 0,1 mg/kg		Halogenide müssen vor der AAS- Bestimmung entfernt werden; Nicht mehr gebräuchlich	a) Alternatives Referenz- verfahren	E-AbfKlärV
	Thallium	Abfall	Königswasserextrakt: <b>E-AbfKlärV:</b> DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP-OES						E-AbfKlärV
	Thallium	Abfall		DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	0,005 mg/l	<0,5 mg/kg		Mögliche Minderbe- funde durch Königswas- serauf- schluss	a) Alternatives Referenz- verfahren	E-EBV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle)- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
18	Uran	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	E-DIN EN ISO 17294-2 (12/2014)	ICP-MS					a) Referenzverfahren	
19	Vanadium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES	0,005 mg/l	<0,5 mg/kg			a) Referenzverfahren	
	Vanadium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,001 mg/l	< 0,1 mg/kg			a) Referenzverfahren	
	Vanadium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr	0,020 mg/l	< 1 mg/kg		Nicht mehr gebräuchlich		
	Vanadium	Abfall	DIN EN 13657 (01/2003)	DIN EN ISO 11885(09/2009)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg				
20	Wolfram	Abfall	Königswasserextrakt: DIN EN 13657 (01/2003)	E-DIN EN ISO 17294-2 (12/2014)	ICP-MS					a)Referenzverfahren	

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
21	Zink	Abfall	<b>E-AbfKlärV (Boden)/DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 22036 (06/2006)	ICP - OES	0,005 mg/l	0,5 mg/kg			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-AbfKlärV DepV E-EBV
	Zink	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A; Boden: DIN EN 13657 (01/2003)  <b>BioAbfV:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	0,003 mg/l	< 0,1 mg/kg			<b>a) Alternatives Referenzverfahren</b>	E-AbfKlärV E-EBV BioAbfV
	Zink	Abfall		DIN EN ISO 15586 (02/2004)	G-Rohr AAS				Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-EBV
	Zink	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>E-AbfKlärV(Boden)/ DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003)	DIN ISO 11047 (05/2003)	G-Rohr AAS				Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-AbfKlärV DepV
	Zink		<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>DepV:</b> DIN EN 13657 (01/2003) <b>BioAbfV</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)		GR: < 0,1 mg/kg  FL: <1mg/kg		Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-AbfKlärV DepV BioAbfV

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
	Zink	Bioabfall	<b>BioAbfV</b> : DIN EN 13650 (01/2002)	DIN 38406 - E8 (10/2004)	AAS-Flamme	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		BioAbfV

Tab. II. 6.1 Anorganik, Teil Feststoffanalytik (einschließlich ölhaltige Abfälle) - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung (Königswasserextrakt)	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
21	Zink	Abfall	<b>E-AbfKlärV:</b> KS: DIN EN 13346 (04/2001); Verfahren A <b>DepV:</b> DIN EN 13657 <b>BioAbf:</b> DIN EN 13650 (01/2002)	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01 mg/l	< 1 mg/kg		Neue Fassung der DIN EN ISO 11885 (09/2009)		E-AbfKlärV DepV, BioAbfV

## II.6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik

Tab. II.6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	Ammoniumstickstoff	DIN EN ISO 11732 (05/2005)	Fließinjektionsanalyse (FIA bzw. CFA)	0,02		Empfohlen Verfahren mit Gasdiffusion	<b>a) Referenzverfahren</b>	
	Ammoniumstickstoff	DIN 38406 - E5 -1 (10/1983)	Photometrie	0,03		Störung bei gefärbten Eluaten		LAGA M20
	Ammoniumstickstoff	DIN EN ISO 14911 (12/1999)	Ionenchromatographie	0,1		UAG kann durch größere Probenschleife verbessert werden		
2	Antimon	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2000)	ICP - MS	0,0002			<b>a) Referenzverfahren</b>	E-EBV DepV
	Antimon	DIN 38405 - D32-2 (05/2000)	AAS - Hydrid	0,001		Hohe Matrixabhängigkeit	<b>a) Referenzverfahren</b>	E-EBV
	Antimon	DIN 38405 - D32-1 (05/2005)	AAS - Graphitrohr	0,01		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV
	Antimon	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr	0,01				DepV E-EBV
	Antimon	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,1		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV

	Antimon	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES					E-EBV DepV
--	---------	----------------------------	-----------	--	--	--	--	---------------

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
3	Arsen	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	E-EBV
	Arsen	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,001			a) Referenzverfahren	E-EBV
	Arsen	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,1		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV, LAGA M20
	Arsen	DIN EN ISO 11969 (11/1996)	AAS-Hydridverfahren, Aufschluss mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001		Hohe Matrixabhängigkeit	b) Referenzverfahren	DepV, LAGA M20 E-EBV
	Arsen	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr				b) Referenzverfahren	E-EBV DepV
4	Barium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0005			a) Referenzverfahren	DepV
	Barium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV
	Barium	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01			b) Referenzverfahren (22036)	DepV
	Barium	DIN 38406 - E28 (05/1998)	AAS-Flamme	0,5		zurückgezogen		
	Barium	analog DIN EN ISO 5961-2 (05/1995)	AAS-Flamme (Lachgas-Acetylen)	0,1		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		

	Barium	analog DIN EN ISO 5961- 3 (05/1995)	AAS - Graphitrohr	0,5		Bestimmungs- verfahren nicht mehr gebräuch- lich		
--	--------	---	-------------------	-----	--	---	--	--

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	Blei	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Blei	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0002			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Blei	DIN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		DepV E-EBV
	Blei	DIN 38406 - E 06-1 (07/1998)	AAS-Flamme	0,5		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Blei	DIN 38406 - E 06-2 (07/1998)	AAS - Graphitrohr	0,005		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		LAGA M20
	Blei	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,2		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV, LAGA M20
	Blei	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: 0,005 FL: 0,5		Norm beschreibt Messverfahren für Königswasserextrakte und nicht für Eluate; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
6	Bor	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	
	Bor	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,01			a) Referenzverfahren	

	Bor	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01				
--	-----	----------------------------------	-----------	------	--	--	--	--

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
7	Cadmium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Cadmium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP – MS	0,0005			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Cadmium	analog DIN EN ISO 5961 (05/1995), Abschnitt 2	AAS-Flamme	0,05		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		
	Cadmium	analog DIN EN ISO 5961 (05/1995), Abschnitt 3	AAS - Graphitrohr	0,0003				LAGA M20
	Cadmium	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP – OES	0,01		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV
	Cadmium	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr					DepV E-EBV
	Cadmium	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: 0,003 FL: 0,05		Norm beschreibt Messverfahren für Königswasserextrakte und nicht für Eluate		
8	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Ionenchromatographie	0,1			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Chlorid	DIN 38405 - D1 - 1 (12/1985)	Maßanalyse	5		ungebräuchlich		E-EBV
	Chlorid	DIN 38405 - D1 - 3 (12/1985)	coulometrische Titration	10	Für Abfalleluat-/Perkolate ungeeignet	ungebräuchlich		LAGA M20
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-2 (11/1996)	Ionenchromatographie	0,1		Zurückgezogene Norm (ersetzt durch DIN EN ISO 10304-1 (07/09))		LAGA M20
	Chlorid	DIN 38405-D1 -2 (12/1985)	potentiometrische Titration	7		ungebräuchlich		DepV E-EBV
	Chlorid	DIN EN ISO 15682 (01/2002)	Fließanalyse (FIA,CFA)	1				DepV E-EBV

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
9	Chrom	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Chrom	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP- MS	0,001			a) Referenzverfahren	E-EBV
	Chrom	DIN EN 1233, Abschnitt 3 (07/1996)	AAS - Flamme	0,5		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		
	Chrom	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr					E-EBV
	Chrom	DIN EN 1233, Abschnitt 4 (08/1996)	AAS - Graphitrohr	0,004				LAGA M20
	Chrom	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01				LAGA M20
	Chrom	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01		Aktualisierte Norm		DepV
10	Chrom (VI)	DIN EN ISO 10304-3 (11/1996)	Ionenchromatographie	0,05 mg/l Chromat		Durch Elutionen/Perkolationen sind Minderbefunde möglich		
	Chrom (VI)	DIN 38405 - D24 (05/1997)	Photometrie	0,05	mangelnde Selektivität insbesondere bei gefärbten Eluaten, hohe Matrixabhängigkeit	Durch Elutionen/Perkolationen sind Minderbefunde möglich	a) Sollte nicht mehr eingesetzt werden	

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
10	Chrom (VI)*	DIN EN ISO 18412 (02/2007)	Photometrie für gering belastetes Wasser	0,002		Matrixstörung durch reduzierende und oxidierende Stoffe		
11	Cyanid, gesamt	DIN 38405-13 (04/11)	Photometrie	0,01			a) Referenzverfahren	
	Cyanid, gesamt	DIN 38405-D13-1 (02/1981)	Photometrie	0,025		Wurde ersetzt durch DIN 38405-13 (04/11)	b) Referenzverfahren	
	Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403-1 (10/2012)	kontinuierliche Fliessanalyse	0,01			b) DIN 38405-D13-2 (Alternatives Referenzverfahren)	LAGA M20
12	Cyanide, leicht freisetzbar	DIN 38405-13 (04/11)	Photometrie	0,01			a) Referenzverfahren	
	Cyanide, leicht freisetzbar	DIN 38405-D13-2 (02/1981)	Photometrie	0,02			b) Referenzverfahren	
	Cyanide, leicht freisetzbar	DIN 38405-D14-2 (12/1988)	Photometrie	0,025		Verfahren gilt für Trinkwasser und gering belastete Wasser ; bei sulfidhaltigen Abfällen DIN 38405-D13-2 (2/81) anwenden	b) DIN 38405-D13-2 (Referenzverfahren)	DepV
	Freies Cyanid	DIN EN ISO 14403 (07/2002)	Kontinuierliche Fliessanalyse	0,01		Unterscheidung zwischen freiem- und leicht freisetzbarem CN nicht möglich	a) Alternatives Referenzverfahren	DepV

\*: Die Chrom (VI)-Bestimmung in Eluaten wird durch Redoxeinflüsse des Elutions- bzw. Perkolationschritts verfälscht

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
12	Cyanide, Gesamt, u. leicht freisetzbar	DIN ISO 17380 (05/2006)	Kontinuierliche Fließanalyse			Unterscheidung zwischen freiem- und leicht freisetzbarem CN nicht möglich; Störung durch sulfidhaltige Abfälle		DepV
	Cyanide, Gesamt u. leicht freisetzbar	DIN EN ISO 17380 (10/2011)	Kontinuierliche Fließanalyse			Unterscheidung zwischen freiem- und leicht freisetzbarem CN nicht möglich; Störung durch sulfidhaltige Abfälle		
13	Fluorid	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Ionenchromatographie	0,1		Störung durch organische Säuren	<b>a) Referenzverfahren</b>	LAGA M20 DepV
	Fluorid	DIN 38405 - D4 -1 (07/1985)	Direkte Bestimmung mit Ionenselektiver Elektrode	0,2		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV, LAGA M20 E-EBV
	Fluorid	DIN 38405-4 (07/1985)	Ionenchromatographie					DepV E-EBV

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
14	Kobalt	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0002			a) Referenzverfahren	
	Kobalt	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES	0,01			a) Referenzverfahren	
	Kobalt	DIN 38406 - E24 - 1 (03/1993)	AAS - Flamme	0,2		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Kobalt	DIN 38406 - E24 - 2 (03/1993)	AAS - Graphitrohr	0,005		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Kobalt	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01				
15	Kupfer	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Kupfer	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,001			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Kupfer	DIN 38406 - E7 - 1 (09/1991)	AAS - Flamme	0,1		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Kupfer	DIN 38406-E7-2 (09/1991)	AAS - Graphitrohr	0,002		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		LAGA M20
	Kupfer	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: 0,1 FL: 0,002		Norm beschreibt Messverfahren für Königswasserextrakte und nicht für Eluate		DepV E-EBV
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,01				DepV, LAGA M20	

	Kupfer	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr			Bestimmungsver- fahren nicht mehr gebräuchlich		DepV
--	--------	----------------------------------	-------------------	--	--	--	--	------

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
16	Mangan	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	
	Mangan	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,003			a) Referenzverfahren	
	Mangan	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,02				
	Mangan	DIN 38406 - 33 (06/2000)	AAS - Flamme	0,1		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Mangan	DIN 38406 - 33 (06/2000)	AAS - Graphitrohr	0,001		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
17	Molybdän	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	E-EBV DepV
	Molybdän	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0003			a) Referenzverfahren	E-EBV DepV
	Molybdän	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,03				DepV
	Molybdän	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-EBV

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
18	Nickel	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	E-EBV
	Nickel	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS				a) Referenzverfahren	DepV
	Nickel	DIN 38406-E11 -1 (09/1991)	AAS - Flamme	0,2		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		
	Nickel	DIN 38406-E11 -2 (09/1991)	AAS - Graphitrohr	0,005		Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		LAGA M20
	Nickel	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES	0,002				DepV, LAGA M20
	Nickel	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: 0,005 FL: 0,2		Norm aus dem Bereich Bodenbeschaffenheit		AbfAbIV, DepV
	Nickel	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS - Graphitrohr			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		DepV E-EBV

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
19	Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (08/2012)	Kaltdampf-AAS				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Quecksilber	DIN EN 1483, Absch.5 (07/2007)	Kaltdampf-AAS (NaBH <sub>4</sub> )	0,0001		Wurde ersetzt durch DIN EN ISO 12846 (08/2012)	b) Referenzverfahren	
	Quecksilber	DIN EN 1483, Absch.4 (07/2007)	Kaltdampf-AAS (SnCl <sub>2</sub> )	0,0001		Wurde ersetzt durch DIN EN ISO 12846 (08/2012)	b) Referenzverfahren	
	Quecksilber	DIN EN 12338 (10/1998)						
	Quecksilber	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/05)	ICP - MS			Verschleppung im Probeneintragssystem möglich		
	Quecksilber	DIN EN ISO 13506 (04/2002)	Atomfluoreszenzverfahren (AFS)	0,00001		Wurde ersetzt durch DIN EN ISO 17852 (07/07)		
	Quecksilber	DIN EN ISO 17852 (07/2007)	Atomfluoreszenzverfahren (AFS)	0,00001		Neues Aufschluss-/ Konservierungsverfahren		DepV E-EBV
20	Selen	DIN 38405 - D23 - 2 (10/94)	AAS - Hydrid	0,001		Hohe Matrixabhängigkeit	a) Referenzverfahren	DepV
	Selen	DIN 38405 - D23 - 1 (10/1994)	AAS - Graphitrohr	0,005				

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
20	Selen	DIN EN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES					DepV
	Selen	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,1		Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		DepV
21	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (07/2009)	Ionenchromatographie	0,1			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Sulfat	DIN 38405 - D5 - 2 (01/1985)	gravimetrisch, Fällung mit Barium-Ionen	20		Niedrigerer unterer Anwendungsbereich durch Eindampfen Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich	b) Referenzverfahren	LAGA M20 E-EBV
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-2 (11/1996)	Ionenchromatographie	0,1			b) Referenzverfahren	LAGA M20
22	Tellur	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS				a) Referenzverfahren	

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
23	Thallium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0002			a) Referenzverfahren	
	Thallium	DIN EN ISO 22036 (07/2009)	ICP - OES			Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar	b) Referenzverfahren	
	Thallium	DIN 38406 - E16 (03/1990)	Voltametrie			Hohe Matrixabhängigkeit; Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		LAGA M20
	Thallium	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES			Für niedrige Konzentrationen nicht anwendbar		LAGA M20
	Thallium	DIN 38406 - E26 (07/1997)	AAS - Graphitrohr	0,002				LAGA M20
	Thiosulfat	DIN EN ISO 10304-3 (11/1997)	Ionenchromatographie					E-EBV
24	Uran	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS				a) Referenzverfahren	

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
25	Vanadium	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP-OES	0,005			a) Referenzverfahren	
	Vanadium	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,0001			a) Referenzverfahren	E-EBV
	Vanadium	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS-Graphitrohr			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		E-EBV
	Vanadium	analog DIN EN ISO 5961 (05/95), Abschnitt 3	AAS - Graphitrohr	0,005				
	Vanadium	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01				E-EBV
26	Wolfram	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS				a) Referenzverfahren	

Tab. II. 6.2 Anorganik, Eluat-/Perkolatanalytik - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Verfahren	Kurzbeschreibung	UAG der Norm [mg/l]	Leistungsgrenze	Bemerkungen	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
27	Zink	DIN EN ISO 17294 - 2 (02/2005)	ICP - MS	0,001			a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Zink	DIN ISO 22036 (06/09)	ICP - OES				a) Referenzverfahren	DepV E-EBV
	Zink	DIN 38406 – E8 -1 (10/1983)	AAS-Flamme mit Luft/ Acetylen	0,05		Neue Norm von 10/2004 Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		LAGA M20
	Zink	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01				DepV
	Zink	DIN EN ISO 15586 (02/2004)	AAS-Graphitrohr			Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		DepV E-EBV
	Zink	DIN ISO 11047 (05/2003)	AAS (Graphitrohr und Flamme)	GR: 0,005 FL: 0,05		Norm beschreibt Messverfahren für Königswasserextrakte und nicht für Eluate: Bestimmungsverfahren nicht mehr gebräuchlich		

### II.6.3 Nährstoffanalytik

Die Gehalte der Hauptnährstoffe Kalium und Phosphor werden in vielen Fällen unabhängig von ihrer tatsächlichen chemischen Bindungsform traditionell als Kaliumoxid ( $K_2O$ ) bzw. Phosphor-pentoxid ( $P_2O_5$ ) angegeben. Sofern es sich bei den im Folgenden aufgeführten Methoden um Elementbestimmungen handelt, werden in dieser Methodensammlung unabhängig von der Nomenklatur der zu Grunde liegenden Normen und Verordnungen die Elementsymbole als Parameterbezeichnung verwendet.

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Verfahren	Kurzbe-schreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/l]	UAG im Fest-stoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt wer-den durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	basisch wirksame Stoffe als CaO	Klär-schlamm		Anhang 1 AbfKlärV	Berechnung nach: $\% \text{ CaO} = (50-x-2y) * 1,402$					AbfKlärV
	Basis wirksame Bestand-teile	Klär-schlamm		Methode 4.5.1 Bd II.2 des Handbuchs der landwirtschaftlichen Vertsuchs- und Un-tersuchungsmethodik (Methodenbuch); Best. der basisch wirksamen Bestand-teilen in Hüttenkalk, Konverterkalk, Kalkdüngern aus [...] sowie organischen u. organisch-mineralischen Dün-gemitteln						E-AbfKlärV
2	Kalium	Klär-schlamm	Königswasserauf-schluss: DIN ISO 11466	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES		1		a) Referenzverfahren	
	Kalium	Klär-schlamm	DIN EN 13346	DIN 38406-13 (07/1992)	AAS mit Luft-Acetylen-Flamme	1				
	Kalium	Klär-schlamm	Für Wasser	DIN ISO 9964-3 (08/1996)	Flammenphoto-metrie			Nur für Wasser geeignet		
	Kalium	Klär-schlamm	DIN EN 13346	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,07: ra-diale Pl.		Störelemente: Ar, Ba, Mg		
	Kalium	Klär-schlamm	DIN EN 13346	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS			Neuer Norment-wurf: E-DIN EN ISO 17294-2 Stand: (12/2014) U-Best möglich		
	K <sub>2</sub> O ge-samt	Klär-schlamm	Aus Königswasserauf-schluss	DEV E13(5.Lfg68)	Flammen-AAS			Ersetzt durch DIN 38406 Teil 13 (07/92)	b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	AbfKlärV

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/l]	UAG im Feststoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
	K <sub>2</sub> O gesamt	Klärschlamm	Aus Königswasseraufschluss	DIN 38406 Teil 13 (07/1992)	Flammen-AAS	1 mg/l	30		a) Alternatives Referenzverfahren b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Proben-aufarbeitung	Verfahren	Kurzbe-schreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/l]	UAG im Fest-stoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
2	K <sub>2</sub> O ge-samt	Klär-schlamm	Aus Königswasserauf-schluss	DIN 38 406 Teil 22 (03/1988)	ICP - OES			DIN 38406 - E22 durch DIN EN ISO 11885 ersetzt	a) <b>Alternatives Reverenzverfahren</b> b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	AbfKlärV
	K <sub>2</sub> O ge-samt	Klär-schlamm	Aus Königswasserauf-schluss	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,1 mg/l	3		a) <b>Referenzverfahren</b> b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	
	K <sub>2</sub> O ge-samt	Klär-schlamm	Aus Königswasserauf-schluss	DIN 38 406 Teil 3 (09/1982)	Komplex. Verfah-ren			Nicht geeignet für Wässer mit hohem Salzgehalt und Abwässer; neuere Norm Stand: (09/2009)	b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	AbfKlärV

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/l]	UAG im Feststoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	K <sub>2</sub> O pflvf.	Boden	Doppellactat-Auszug	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I 1991, A 6.2.1.2	Flammen-Photometer, -AAS, ICP - OES				b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	AbfklärV
	K <sub>2</sub> O pflvf.	Klärschlamm, Bioabfall	DIN EN 13651 (01/2002)	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I	Flammen-AAS				b) K-Best.-Verfahren lfd. Nr. 2 Tab. II.6.3 und Umrechnung	
3	Magnesium	Klärschlamm	DIN EN 13346 (04/2001)	DIN EN ISO 17294-2 (02/2005)	ICP-MS	<sup>24</sup> Mg: 0,001	0,5		a) Referenzverfahren	
	Magnesium	Klärschlamm	Königswasseraufschluss: DIN ISO 11466 (Zurückgezogene Norm)	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES		1		a) Referenzverfahren	
	Magnesium	Klärschlamm	DIN EN 13346 (04/2001)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,01	1			
	Magnesium	Klärschlamm	DIN EN 13346 (04/2001)	DI EN ISO 7980 (07/2000)	AAS mittels Flamme					
	Magnesium gesamt	Klärschlamm	Aus Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES	0,1 mg/l	3		a) Referenzverfahren	
	Magnesium gesamt	Klärschlamm	Aus Königswasseraufschluss	DIN 38 406 Teil 22 (03/1988)	ICP - OES			Zurückgezogene DIN 38406 - E22 durch DIN EN ISO 11885 ersetzt		AbfklärV
	Magnesium gesamt	Klärschlamm	Aus Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	0,1 mg/l	3			
	Magnesium gesamt		Aus Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 7980 (07/2000)	Flammen-AAS	0,1 mg/l	3			
	Magnesium pflvf.	Boden	Calciumchlorid-Auszug	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I 1991, A 6.2.4.1	Flammen-AAS					

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/l]	UAG im Feststoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
3	Magnesium pflvf.	Klärschlamm, Bioabfall	DIN EN 13651 (01/2002)	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I	Flammen-AAS			pflanzenverfügbare Gehalte; Flammen-AAS veraltet	a) veraltetes AAS-Verfahren b) DIN ISO 22036 (06/2009)	
4	Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Schlamm	Verdrängung mittels 2M KCL-Lsg.	DIN EN 14671 (09/2006)				Vorbehandlungsverfahren für DIN EN 13651	a) Referenzverfahren	
	Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Klärschlamm, Bioabfall	DIN EN 13651 (01/2002)	DIN ISO 14255 (11/1998)	CFA		< 1		a) Referenzverfahren	
	Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Klärschlamm	Wässer	DIN 38406-5-2 (10/1983)	Maßanalyse				b) Referenzverfahren	
	Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	Klärschlamm	Für Wasser und Abwasser	DIN 38 406 Teil 5 (10/1983)	a) Photometr. Best. o. b) Maßanalyse	a) 0,03 b) 0,5			b) Referenzverfahren	AbfKlärV

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/Titel	UAG der Norm [mg/L]	UAG im Feststoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Klärschlamm, Bioabfall		DIN EN 13654-1 (01/2002)	Modifiziertes Kjeldahl-Verfahren				a) Referenzverfahren	
	Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )			DIN EN 13342 (01/2001)	Kjeldahl-Verfahren					E-AbfKlärV
	Gesamt-Stickstoff (N <sub>ges.</sub> )	Klärschlamm		DIN 19 684-4 (02/1977)	Destillationsverfahren			Ersetzt durch DIN ISO 11261 (05/97) ebd. auch zurückgezogen; Empfehlung Regelsetzer: DIN EN 16169 (11/2012)		AbfKlärV
	Gesamtstickstoff (TN <sub>b</sub> )	Boden	Zerkleinerung <250µm	DIN ISO 13878 (11/1998)	Thermische Verbrennung bei 900°C;			Probenaufarbeitung erfordert Anwendung der DIN 19747, die die zitierte DIN ISO 11464 ersetzt. Anwendbar auf org./anorg. N-Verbindungen;		
6	Phosphor	Klärschlamm	Königswasseraufschluss: DIN EN 13346 (04/2001)	DIN ISO 22036 (06/2009)	ICP - OES	0,05			a) Referenzverfahren	
	Phosphor	Klärschlamm	Königswasseraufschluss: DIN EN 13346 (04/2001)	DIN EN ISO 11885 (09/2009)	ICP - OES	spektrallinienabhängige Störanfälligkeit			b) Referenzverfahren	E-AbfKlärV
	Phosphor	Klärschlamm	Königswasseraufschluss: DIN EN 13346 (04/2001)	DIN EN ISO 17294-2 (09/2009)	ICP-MS	0,005		Neuer Normentwurf E-DIN EN ISO 17294-2 (12/2014)		E-AbfKlärV
	Phosphor	Klärschlamm	Königswasseraufschluss: DIN EN 13346 (04/2001)	DIN EN ISO 6878 (09/2004)	Photometr. Mit NH <sub>4</sub> -Molybdat					E-AbfKlärV

	Phosphor	Klärschlamm	Königswasser- aufschluss: DIN EN 13346 (04/2001)		FIAS			ICP - OES- Bestimmung bevorzugen		
--	----------	-------------	--	--	------	--	--	--	--	--

Tab. II.6.3 Anorganik, Nährstoffanalytik – Fortsetzung -

Lfd. Nr	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung der Methode/ Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff [mg/kg]	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
6	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt	Klärschlamm	Königswasseraufschluss:	DIN ISO 22036 (06/09)	ICP - OES	0,02		P-Best.; nicht P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Best.	a) Referenzverfahren	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pflvf.	Klärschlamm, Bioabfall	DIN EN 13651 (01/2001)	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I	Photometrisch			P-Best.; nicht P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Best.	a) Referenzverfahren	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt	Klärschlamm	Aus Königswasseraufschluss	DIN 38 406 Teil 22 (03/1988)	ICP - OES			DIN 38406 - E22 durch DIN EN ISO 11885 ersetzt		AbfKlärV
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt	Klärschlamm	Königswasseraufschluss:	DIN EN ISO 11885 (04/1998)	ICP - OES			P-Best.; nicht P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Best.	a) letzte Fassung der Norm: (09/2009) b) Referenzverfahren (DIN EN ISO 22033)	AbfKlärV
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> gesamt	Klärschlamm	MPV:<0,1 mm; Aus Königswasseraufschluss	DIN 38 414 Teil 12 (11/1986)	Photometrisch; Best. von P in Schlämmen und Sedimenten (eigent. Oxid. Aufschluss)			P-Best.; nicht P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Best.		AbfKlärV
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pflvf. (pflanzenverfügbar)	Boden	Doppellactat-Auszug	Methodenhandbuch des VDLUFA Bd. I 1991, A 6.2.1.2	Photometrisch			P-Best.; nicht P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Best.		AbfKlärV

\*: s. AbfKlärV

## II.7 Organische Analytik

### II.7.1 Organische Analytik, Feststoff

Um organische Verbindungen in Feststoffproben analysieren zu können, ist es notwendig, diese mit einem geeigneten Lösungsmittel aus dem Feststoff zu extrahieren. Die Extraktion des Analyten soll **möglichst vollständig** sein. Die Wahl des Lösungsmittels ist von den zu bestimmenden Analyten und von der Extraktionsmethode abhängig. Als Faustregel gilt, dass unpolare Verbindungen, wie PCBs und Polychlorierte Dioxine und Furane in unpolaren Lösungsmitteln, wie n-Hexan und Toluol, polare Analyten in polaren Lösungsmitteln (z.B. Methanol) extrahierbar sind.

#### PCB-Bestimmung und Gesamtgehaltsermittlung

Da die Bestimmung der insgesamt 209 Kongenere der PCB einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, wurde Mitte der 80er Jahre durch das Bundesgesundheitsamt vorgeschlagen, Leitkongenere zu bestimmen und zu quantifizieren. Die Auswahl der Leitkongenere geschah seinerzeit nicht nach toxikologischen Gesichtspunkten, sondern aufgrund der hohen Konzentration und vergleichsweise guten Bestimmbarkeit dieser Kongenere - es sind die quantitativ bedeutendsten Bestandteile der industriellen PCB-Gemische.

Die in der Folgezeit geschaffenen und vorgeschriebenen Untersuchungsverfahren und -normen auf nationaler und europäischer Ebene wie z.B.

Anhang 1, Nr. 1.3.3.1 AbfKlärV (1992-04)

DIN 51527-1 (1987-05)

DIN 38414 -20 (01/ 96)

DIN EN 12766 Teil 1 (2000-11)

greifen diesen Untersuchungsansatz auf.

Bei der Quantifizierungsregel machte man sich die Persistenz der PCB zunutze, die sich dahingehend äußert, dass auch sich in den PCB-haltigen Produkten die Kongenerenzusammensetzung der eingesetzten PCB-Mischungen nicht ändert. Durch Ermittlung des Anteils der Leitkongenere in den gebräuchlichen PCB-Gemischen wurde – ausgehend von der Zusammensetzung des PCB-Gemisches Arochlor 1254 - empirisch ein Faktor zur Ermittlung des Gesamtgehaltes

aus der Konzentration der Leitkongenere festgelegt<sup>5</sup>. Er ist heute als LAGA-Faktor (Gesamtgehalt = Summe der Gehalte der Leitkongenere X 5) bekannt und gilt für eine Mischung der technischen Gemische Clophen A30, A50, und A60 im Verhältnis 2:1:1 [14]. Werden andere Mischungsverhältnisse von anderen Clophen-Produkten verwendet, so kann dieser Faktor zwischen 4,9 und 5,9 schwanken [15]; der Faktor 5 stellt aber eine recht gute Näherung dar.

Soll also über die 6 Ballschmitter-PCB der Gesamtgehalt an PCB in einer Feststoffprobe ermittelt werden, so ist die Summe dieser 6 Ballschmitter-Kongenere mit 5 zu multiplizieren<sup>6</sup>.

Dieser Faktor wurde bereits Ende der 80er Jahre in das nationale Recht übernommen [17]<sup>1</sup> und fand in der Folge auch Eingang in die europäische Normung: DIN EN 12766-2 (2001-12) Methode B. Diese Berechnung des PCB-Gesamtgehalts stellt auch heute noch geltendes Recht dar [18] und ist insofern auch bei der auf dem Chemikalienrecht fußenden Einstufung von Abfällen als gefährlich/nicht gefährlich ausschlaggebend.

In den letzten Jahren ist deutlich gemacht worden, dass andere Kongenere (dioxinähnliche PCB) besser geeignet wären, die toxikologische Relevanz der PCB zu beschreiben. Es wurden Messprogramme aufgesetzt, die sowohl coplanare als auch orthosubstituierte PCB zum Untersuchungsgegenstand hatten. Die coplanaren PCB treten in den technischen Gemischen jedoch nur untergeordnet auf. Ihre Bestimmung wurde erst um die Jahrtausendwende durch Verbesserung der Untersuchungsverfahren und der damit verbundenen Erniedrigung der Bestimmungsgrenzen möglich.

Aufgrund der geringen Konzentrationen und da diese Kongenere zum Teil mit anderen Kongeneren korrelieren, hat die Bestimmung der dioxinähnlichen PCB bisher kaum Eingang in die Normung im Umweltbereich gefunden.

Für die Untersuchung von Abfällen wurde im Rahmen der DIN EN 15308 (05/2008) festgelegt, dass PCB-118 zusätzlich zu den bisher verwendeten sechs Leitkongeneren zu bestimmen ist.

<sup>5</sup> Die gemessenen 6 Kongeneren nach Ballschmitter können zu einem Gesamt-PCB-Gehalt extrapoliert werden.  
Gesamt-Arochlor 1254 = Summe der 6 Indikatorkongenere x 4,81

<sup>6</sup> Der Abfalltechnik-Ausschuss (ATA) der LAGA hat sich auf seiner Sitzung im Januar 2005 mit der Klärung des Verhältnisses der PCB-Bestimmung „nach DIN“ und der Angabe der Ergebnisse „nach LAGA“ befasst. Der ATA kommt hierbei zu dem Ergebnis: „Der ATA ist der Auffassung, dass der Grenzwert der PCB-Abfallverordnung sich auf den PCB-Gesamtgehalt bezieht. Der PCB-Gesamtgehalt ergibt sich aus der Summe der Gehalte der 6 PCB-Kongenere Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180, multipliziert mit dem Faktor 5.“ [12]; Der ATA der LAGA stellt auch fest, dass die Angabe des Ergebnisses für Untersuchungen gemäß Anhang 4 (Nr. 3.1.5) der DepV die Summierung der 6 PCB Kongenere nach Ballschmitter (nr. 28, 52, 101, 138, 153 u. 180) plus PCB 118 (Summe PCB<sub>7</sub> nach DepV) erfordert [19].

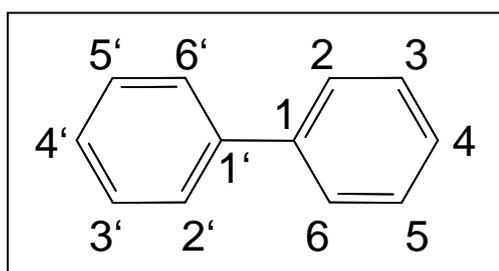
<sup>1</sup> Unter 2.1 „Anwendung der DIN 51527“ der Bekanntmachung heißt es: „Die quantitative Bestimmung polychlorierter Biphenyle (PCB) erfolgt gaschromatographisch mittels Kapillarsäule und Elektronen-Einfang-Detektor nach DIN 51527 Teil1.“ Weiter: „Der PCB-Gesamtgehalt entspricht dem PCB-Bestimmungswert multipliziert mit dem Faktor 5.“

Es handelt sich dabei aber nicht um ein coplanares, sondern um ein mono-ortho-substituiertes PCB-Kongener, das in vergleichsweise hohen Konzentrationen vorliegen kann.

Aufgrund der Festlegungen in Nr. 3 des Anhangs zur Ratsentscheidung 33/2003/EG sind europäische Normen – also auch DIN EN 15308 - für die Untersuchung von Abfällen, die deponiert werden sollen, verbindlich anzuwenden. Der Verordnungsgeber hat diese Vorgabe mit der DepV in nationales Recht umgesetzt. Der Zuordnungswert ist in der DepV als einfache Summe der sieben zu bestimmenden Kongenere festgelegt.

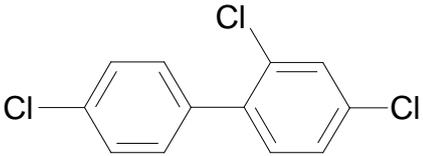
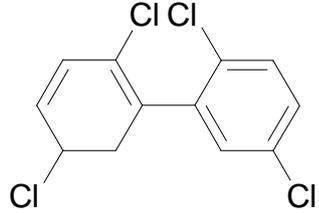
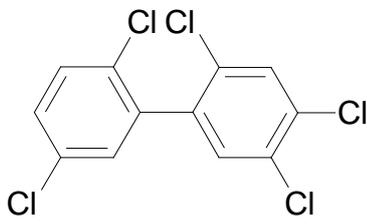
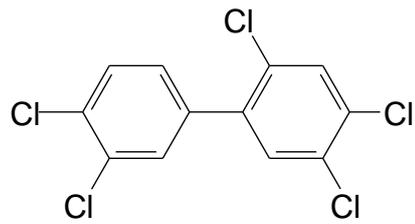
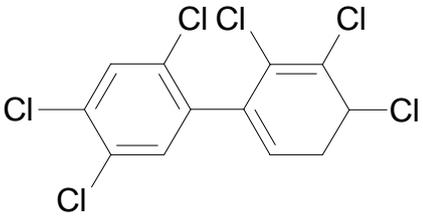
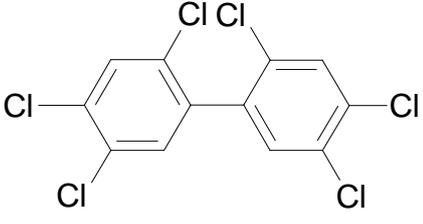
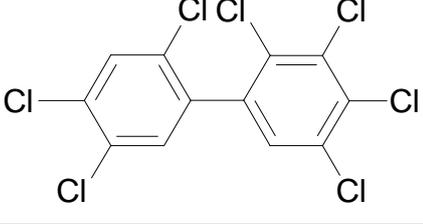
Die Änderung der Untersuchungsnorm in der DepV macht keine Festlegung eines neuen Faktors zur Ermittlung des Gesamtgehaltes erforderlich, da die bisher zur „Quantifizierung nach LAGA“ ermittelten 6 Leitkongenere auch im Rahmen der DIN EN 15308 bestimmt werden. Bei der Berechnung des Gesamtgehaltes zur Bestimmung der Gefährlichkeit von Abfällen oder zur Prüfung, ob der Grenzwert der POP-VO überschritten ist, wird das nach DIN EN 15308 zusätzlich zu bestimmende Kongener PCB-118 nicht mit berücksichtigt.

Die Aufstellung der korrekten Bezeichnung für PCB's bzw. PBDE's nach IUPAC erfolgt anhand der Stellung der Substituenten im Molekül. Hierbei ist die nachfolgend beschriebene Zählweise zugrunde (Abb. 2.6.1) zu legen.

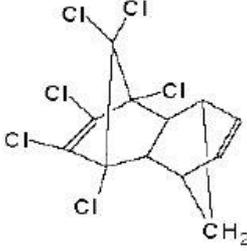
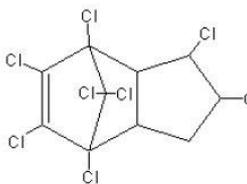
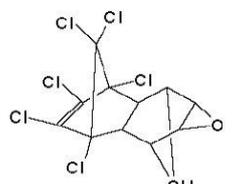
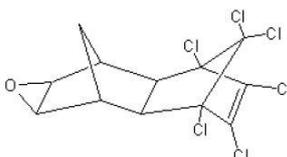
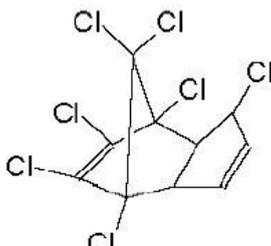
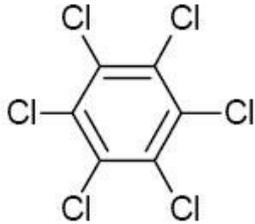
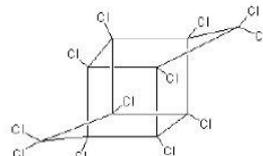


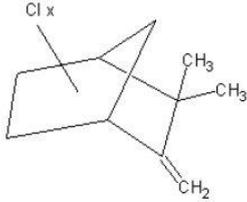
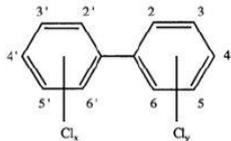
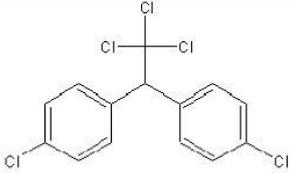
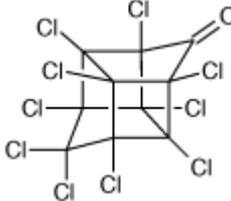
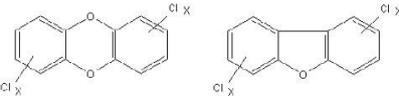
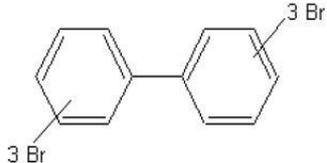
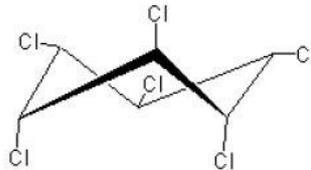
**Abb. II.7.1;1: Zählweise zur Ermittlung der Stellung von Substituenten im Molekül am Beispiel Biphenyl**

Tab.II.7.1;1: PCB-Congenere („6 Ballschmitter plus 1“)

Abkürzung	Verbindung	Strukturformel
PCB 28	2,4,4'-Trichlorbiphenyl	
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	
PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	
PCB 118	2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl	
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	
PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	

Tab.II.7.1;1: Stoffliste der SHKW, die den Abfallwirtschaftsbestimmungen gemäß Artikel 7 der EU-POPVO [9] unterliegen

Verbindung/Bezeichnung	Formel
<p><b>Aldrin</b>            (1<i>R</i>,4<i>S</i>,5<i>S</i>,8<i>R</i>)-1,2,3,4,10,10-Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonaphtalin  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	
<p><b>Chlordan</b>            1,2,4,5,6,7,8,8-Octachlor-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoiden  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	
<p><b>Dieldrin</b>            1<i>R</i>,4<i>S</i>,4a<i>S</i>,5<i>R</i>,6<i>R</i>,7<i>S</i>,8<i>S</i>,8a<i>R</i>-1,2,3,4,10,10-Hexachlor-octahydro-6,7-epoxy-1,4:5,8-dimethanonaphthalin  <i>Insektizid</i></p>	
<p><b>Endrin</b>            1,2,3,4,10,10-Hexachlor-6α,7α-epoxy-1,4,4α,5,6,7,8,8α-octahydro-1α,4α:5α,8α-dimethanonaphthalin  <i>Insektizid</i></p>	
<p><b>Heptachlor</b>            (±)-1,4,5,6,7,8,8-Heptachlor-3a,4,7,7a-tetrahydro-1<i>H</i>-4,7-methanoiden  <i>Insektizid</i></p>	
<p><b>Hexachlorbenzol</b>  <i>Fungizid</i></p>	
<p><b>Mirex</b>            Dodecachlorpentacyclo A [5.2.1.0&lt;2,6&gt;.0&lt;3,9&gt;.0&lt;5,8&gt;]decan  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	

Verbindung/Bezeichnung	Formel
<p><b>Toxaphen</b>  chloriertes Camphen (67–69% Chlor),  auch unter dem Namen <i>Toxaphen</i> bekannt,  empirische Zusammensetzung C<sub>10</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>8</sub>,  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	
<p><b>Polychlorierte Biphenyle (PCB)</b>  <i>Industriechemikalie</i></p>	
<p><b>DDT</b>  "<i>p,p'</i>-Dichlor-2,2-diphenyl-1,1,1-trichlorethan"  [1,1,1-Trichlor-2,2-bis(4-chlorphenyl)ethan],  <i>Insektizid</i></p>	
<p><b>Chlordecon</b>  C<sub>10</sub>Cl<sub>10</sub>O  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	
<p><b>Dioxine/Furane</b>  PCDD/PCDF</p>	
<p><b>Hexabrombiphenyl</b>  <i>Industriechemikalie</i></p>	
<p><b>HCH, Lindan</b>  Hexachlorcyclohexan  <i>Organochlor-Insektizid</i></p>	

Tab. II.7.1;2: Toxizitätsäquivalentfaktoren für chlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), chlorierte Dibenzofurane (PCDF) und dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle

Verbindung	NATO/CCMS (I-TEF)	WHO 1998 TEF	WHO 2005 TEF*
<b>Chlorierte Dibenzo-p-dioxine</b>			
2,3,7,8-TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001	<b>0,0003</b>
<b>Chlorierte Dibenzofurane</b>			
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05	<b>0,03</b>
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5	<b>0,3</b>
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001	<b>0,0003</b>
<b>Dioxinähnliche PCB</b>			
<b>Non-ortho substituierte PCBs</b>			
PCB 77		0,0001	0,0001
PCB 81		0,0001	<b>0,0003</b>
PCB 126		0,1	0,1
PCB 169		0,01	<b>0,03</b>
<b>Mono-ortho substituierte PCBs</b>			
105		0,0001	<b>0,00003</b>
114		0,0005	<b>0,00003</b>
118		0,0001	<b>0,00003</b>
123		0,0001	<b>0,00003</b>
156		0,0005	<b>0,00003</b>
157		0,0005	<b>0,00003</b>
167		0,00001	<b>0,00003</b>
189		0,0001	<b>0,00003</b>

\* Änderungen der TEF in fett

Tab. II.7.1;3 Strukturformeln der polybromierten Diphenylethern (PBDE)

CAS-Nr.	Kurzname	Verbindung/Bezeichnung	Strukturformel
41318-75-6	2,4,4TBDE	2,4,4'-Tribromdiphenylether	
5436-43-1	2,2,4,4TBDE	2,2',4,4'-Tetrabrombiphenylether	
189084-64-8	22446PBDE	2,2',4,4',6-Pentabrombiphenylether	
60348-60-9	22445PBDE	2,2',4,4',5-Pentabrombiphenylether	
207122-15-4	224456BDE	2,2',4,4',5,6'-Hexabrombiphenylether	
68631-49-2	224455BDE	2,2',4,4',5,5'-Hexabrombiphenylether	
1163-19-5	DEKABDE	2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Decabrombiphenylether	
182346-21-0	22344PBDE	2,2',3,4',4-Pentabromdiphenylether	

**Tab.II.7.1;4: PBDE-Kongenere, die mit DIN ISO 22032 (07/2009) bestimmt werden können:**

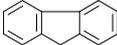
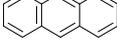
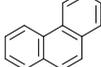
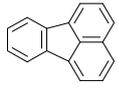
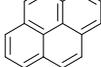
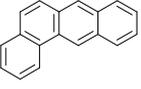
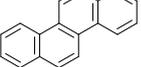
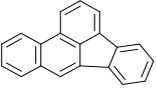
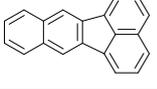
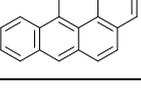
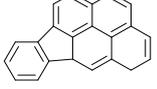
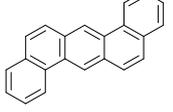
Nr.	Kongener	Formel	Abkürzung A*	Molare Masse g/mol
1	2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether	$C_{12}H_6Br_4O$	BDE-47	485,7950
2	2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether	$C_{12}H_5Br_5O$	BDE-99	564,6911
3	2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether	$C_{12}H_5Br_5O$	BDE-100	564,6911
4	2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether	$C_{12}H_4Br_6O$	BDE-154	643,5872
5	2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether	$C_{12}H_4Br_6O$	BDE-153	643,5872
6	2,2',3,4,4',5',6-Heptabromdiphenylether	$C_{12}H_3Br_7O$	BDE-183	722,4832
7	Decabromdiphenylether	$C_{12}Br_{10}O$	BDE-209	959,1714

\*: A Bezeichnung analog der IUPAC-Nomenklatur für PCB

**PAK- Einzelstoffe**

Untersuchungen auf 16 EPA PAK beinhalten auch die Bestimmung des „BaP“ (Benzo(a)pyren), das zur Stoffgruppe der 16EPA-PAK zählt (siehe Tab. II.7.1.5)

**Tab.II.7.1;5: Summen- und Strukturformeln der 16-EPA PAK**

Lfd. Nr.	Verbindung	Summenformel	Strukturformel
1	Naphthalin	$C_{10}H_8$	
2	Fluoren	$C_{13}H_{10}$	
3	Acenaphthylen	$C_{12}H_8$	
4	Acenaphthen	$C_{12}H_{10}$	
5	Anthracen	$C_{14}H_{10}$	
6	Phenanthren	$C_{14}H_{10}$	
7	Fluoranthen	$C_{16}H_{10}$	
8	Pyren	$C_{16}H_{10}$	
9	Benz(a)anthracen	$C_{18}H_{12}$	
10	Chrysen	$C_{18}H_{12}$	
11	Benzo(b)fluoranthen	$C_{20}H_{12}$	
12	Benzo(k)fluoranthen	$C_{20}H_{12}$	
13	Benzo(a)pyren	$C_{20}H_{12}$	
14	Indeno(1,2,3-cd)pyren	$C_{22}H_{12}$	
15	Dibenz(a,h)anthracen	$C_{22}H_{14}$	

16	Benzo(ghi)perylen	$C_{22}H_{12}$	
----	-------------------	----------------	---

**BTXE**

Unter BTXE werden die im Folgenden gelisteten Verbindungen verstanden:

- Benzol
- Toluol (Methylbenzol)
- Ethylbenzol
- o-Xylol (1,2-Dimethylbenzol)
- m-Xylol (1,3-Dimethylbenzol)
- p-Xylol (1,4-dimethylbenzol)

**Chlorbenzole**

Unter Chlorbenzole werden die im Folgenden gelisteten Verbindungen verstanden:

- Chlorbenzol ( $C_6H_5Cl$ )
- 1,2-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,3-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,4-Dichlorbenzol ( $C_6H_4Cl_2$ )
- 1,2,3-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,4-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,5-Trichlorbenzol ( $C_6H_3Cl_3$ )
- 1,2,3,4-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- 1,2,3,5-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol ( $C_6H_2Cl_4$ )
- Pentachlorbenzol ( $C_6HCl_5$ )
- Hexachlorbenzol ( $C_6Cl_6$ )

**Chlorphenole**

Unter Chlorphenole werden die im Folgenden gelisteten Verbindungen verstanden:

- 2-Chlorphenol ( $C_6H_5OCl$ )
- 3-Chlorphenol ( $C_6H_5OCl$ )
- 4-Chlorphenol ( $C_6H_5OCl$ )
- 2,3-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )
- 2,4-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )
- 2,5-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )
- 2,6-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )
- 3,4-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )
- 3,5-Dichlorphenol ( $C_6H_4OCl_2$ )

- 2,3,4-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 2,3,5-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 2,3,6-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 2,4,5-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 2,4,6-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 3,4,5-Trichlorphenol ( $C_6H_3OCl_3$ )
- 2,3,4,5-Tetrachlorphenol ( $C_6H_2OCl_4$ )
- 2,3,4,6-Tetrachlorphenol ( $C_6H_2OCl_4$ )
- 2,3,5,6-Tetrachlorphenol ( $C_6H_2OCl_4$ )
- 2,3,4,5,6-Pentachlorphenol (PCP) ( $C_6Cl_5OH$ )

### **LHKW (leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe)**

Unter LHKW werden die im Folgenden gelisteten Verbindungen verstanden:

- Fluortrichlormethan
- 1,1,2-Trichlorfluorethan
- Dichlormethan
- Trichlormethan (Chloroform)
- Tetrachlormethan (Tetra)
- 1,1,1-Trichlorethan
- cis-1,2-dichlorethen
- trans-1,2-dichlorethen
- Trichlorethen (Tri)
- Tetrachlorethen (Per)
- Vinylchlorid (VC)
- Bromdichlormethan
- Dibromchlormethan
- Tribrommethan

### **Phenole (Phenolkörper)**

Unter Phenole werden die im Folgenden gelisteten phenolischen Verbindungen einschließlich des Phenols verstanden:

- Phenol
- 2-Methylphenol; 3-Methylphenol; 4-Methylphenol
- 2,3-Dimethylphenol; 2,4-Dimethylphenol; 2,5-Dimethylphenol; 2,6-Dimethylphenol; 3,4-Dimethylphenol; 3,5-Dimethylphenol
- 2-Ethylphenol; 3-Ethylphenol; 4-Ethylphenol
- 2,3,5-Trimethylphenol; 2,3,6-Trimethylphenol; 2,4,6-Trimethylphenol; 3,4,5-Trimethylphenol

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	BTEX	Abfall, Altlasten-/Bodenmaterial	DIN EN ISO 22155 (07/2016)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja	Bodenbeschaffenheit – GC-Bestimmung flüchtiger aromatischer Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe und ausgewählter Ether - Statische HSGC	Boden: für flüchtige aromatische KW liegt die BG mit GC-FID bei 0,2 mg/kg; für aliphatische Ether liegt die BG bei 0,5 mg/kg mit GC-FID		Ungeeignet für die Abfalluntersuchung; Störung der HSGC durch lipophilen Substanzen;	Überschichtung der Probe vor Ort. Kann nur bei feinkörnigem Feststoff angewandt werden. Material darf nicht zerkleinert / homogenisiert werden. Bei grobstückigem Material an den Einzelfall anpassen. Verfahren zur Probengewinnung bei sehr grobstückigen Abfällen ungeeignet.	a) <b>Referenzverfahren</b>	

	<b>BTEX</b>	Abfall, Altlasten-/ Bodenmaterial	Handbuch Altlasten, Bd. 7, T. 4 (2000) („HLUG- Methode“)	In situ- Extraktion mit Methanol. Überführung in Wasser.	ja	Best. von BTEX in Feststoffen aus dem Altlastenbe- reich. Überschich- tung der Probe mit Methanol vor Ort. Überführung des Extraktes in Was- ser. Anschließend Analysen nach Verfahren der Wasseranalytik a) Extraktion mit Pentan; b) statischer Dampfraum; c) Dynamischer Dampfraum; d) SPME	Boden- material: Unterer Arbeitsbe- reich: 1 mg/kg GC- FID	a) und b) 1 mg/kg; c):0,1 mg/kg	Nicht an- wendbar auf grobstücki- ges Material	Material darf nicht zerklei- nert/homogenisiert/getrocknet werden. Ggf. Gefäßdimensionie- rung, Einwaagen und Extraktionsvo- lumina an die Stückigkeit der Mate- rialien anpassen. Als einzige be- schriebene Methode trägt dieses Verfahren der Flüchtigkeit der Ana- lyten durch die definierte Beschrei- bung der Probenahme Rechnung. Die überschichteten Proben sind über einen längeren Zeitraum (> 10 Tage) stabil. Das Verfahren bietet die Möglichkeit matrixbedingte Störungen wie beispielsweise lipo- phile Substanzen oder Detergentien zu umgehen. Mit diesem Verfahren können einkernige Aromaten bis hin zum Naphthalin untersucht werden. Das Verfahren ist auch zur Unters- uchung von LHKW geeignet. Anti- klopffmittel (Ether, z.B. MTBE) kön- nen auch bestimmt werden.	a) <b>Alternatives Referenz- verfahren</b>  b)Referenz- verfahren	DepV, LAGA M20 E-EBV
--	-------------	--------------------------------------	--	--	----	--	--	--	---	--	--	----------------------------

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	BTEX	Altlasten-/Bodenmaterial	DIN 38407-9 (05/1991)		Ja Für Wasseruntersuchungen	Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels GC	Wasser: ca. 1 µg/l		Wassernorm für Feststoffe ungeeignet	Der in der Norm zitierte PID-Detektor ist ausschließlich in Verbindung mit der HLOG-Methode zu verwenden!!! „F9“ dient ausschließlich der Wasseranalytik; ungeeignet für Feststoffuntersuchungen	b) Referenzverfahren	VersatzV, DepV, E-EBV
	BTEX	Altlasten-/Bodenmaterial	DIN EN ISO 15009 (06/2013)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja, aber nur für aufgestocktes Methanol	Bodenbeschaffenheit – GC Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenwasserstoffen; Thermische Desorption nach Ausblasen und Sammeln auf Adsorbens	Boden: flüchtige aromatische KW und Naphthalin: 0,1 mg/kg;		Probenahme nach 10381-1 und -2 unzulänglich.	Flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe und Naphthalin: Vorgeschriebene Probenahme nach 10381-1 und -2 ungeeignet; Extraktion mit Methanol;	a) <b>Alternatives Referenzverfahren</b> b) Referenzverfahren	
	BTEX	Altlasten-/Bodenmaterial	E-DIN EN ISO 15009 (11/2014)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja, aber nur für aufgestocktes Methanol	Bodenbeschaffenheit – GC Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenwasserstoffen – Thermische Desorption nach Ausblasen und Sammeln auf Adsorbens	Boden: flüchtige aromatische KW und Naphthalin: 0,1 mg/kg;		Probenahme nach 10381-1 und -2 unzulänglich.	Flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe und Naphthalin: Vorgeschriebene Probenahme nach 10381-1 und -2 ungeeignet; Extraktion mit Methanol;	a) <b>Alternatives Referenzverfahren</b> b) Referenzverfahren	



Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp(geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	CKW (POP's)	Fester Abfall	DIN EN 15308 (05/2008)	Extraktion durch Schütteln/Ultraschall / Soxhlet	ja (05/2007)	Gaschromatographie mit ECD/MS					a) Referenzverfahren	EU-POP VO
	CKW	Fester Abfall	EN 12766-1, EN 12766-2 (für Berechnung von PCB)					0,005 mg/kg TM für bestimmte Einzelkomponenten		EU-POP VO hat Grenzwerte für diverse Chlororganika, enthält aber keine Analytik.		EU-POP VO
	CKW	Flüssiger Abfall	EN 12766-1, (11/2000) EN 12766-2 (12/2001) (für Berechnung von PCB)		nein			0,005 mg/kg TM für bestimmte Einzelkomponenten		Für Mineral- und Altöluntersuchungen EU-POP VO hat Grenzwerte für diverse Chlororganika, enthält aber keine Analytik.		EU-POP VO

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
3	LHKW	Abfall, Altlasten-/Bodenmaterial	DIN EN ISO 22155 (07/2016)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Boden mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja	GC-Bestimmung flüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe und ausgewählter Ether - Statisches Dampfraum-Verfahren; GC-MS	Boden: BG: 0,01 – 0,2 mg/kg mit GC-ECD			Überschichtung der Probe vor Ort. Material darf nicht zerkleinert / homogenisiert werden. Bei grobstückigem Material an den Einzelfall anpassen. Für Proben, die mit lipophilen Substanzen belastet sind, ist dieses Bestimmungsverfahren ungeeignet. Verfahren zur Probengewinnung bei sehr grobstückigen Abfällen ungeeignet.	a)Referenzverfahren	
	LHKW	Altlasten-/Bodenmaterial	DIN EN ISO 15009 (06/2013)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja, aber nur für aufgestocktes Methanol	GC- Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenwasserstoffen; Thermische Desorption nach Ausblasen und Sammeln auf einem Adsorbens	Boden: Untere Anwendungsgrenze: 0,01 mg/kg mit GC-ECD		Probenahme nach 10381-1 und -2 unzulänglich.	Probengewinnung ungeeignet; Mangelhafte Validierung (Verfahren nicht an Feststoff, sondern lediglich an einer aufgestockten methanolischen Lösung validiert, d.h. ohne PV)	a) Alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
3	LHKW	Altlasten-/Bodenmaterial	Handbuch Altlasten, Bd. 7, T. 4 (Stand: 2000); („HLUG-Methode“)	In situ-Extraktion mit Methanol. Überführung in Wasser.	ja	Überschichtung der Probe mit Methanol vor Ort. Überführung des Extraktes in Wasser. Anschließend Analysen nach beschriebenen Verfahren der Wasseranalytik a) Extraktion mit Pentan; b) statischer Dampfraum; c) dynamischer Dampfraum; d) SPME	Boden: Unterer Arbeitsbereich 0,02 – 1,0 mg/kg mit GC-ECD abhängig von der Arbeitstechnik, Detektion und Einzelverbindung	ca. 0,02 mg/kg bis 1 mg/kg Originalsubstanz abhängig vom Detektorresponse	Nicht direkt anwendbar auf grobstückiges Material.	Material darf nicht zerkleinert/homogenisiert/getrocknet werden. Ggf. Gefäßdimensionierung, Einwaagen und Extraktionsvolumina an die Stückigkeit der Materialien an den Einzelfall anpassen. Als einzige beschriebene Methode trägt dieses Verfahren der Flüchtigkeit der Analyten durch die definierte Beschreibung der Probenahme Rechnung. Die überschichteten Proben sind über einen längeren Zeitraum (> 10 Tage) stabil. Das Verfahren bietet die Möglichkeit matrixbedingte Störungen wie beispielsweise lipophile Substanzen oder Detergentien zu umgehen.	b) Referenzverfahren	LAGA M20, DepV. E-EBV
	LHKW	Altlasten-/Bodenmaterial	E-DIN EN ISO 15009 (11/2014)	Extraktion unbehandelter feldfrischer Bodenproben mit Methanol durch Schütteln und Überführung in Wasser	ja, aber nur für aufgestocktes Methanol	GC- Bestimmung des Anteils an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalin und flüchtigen Halogenwasserstoffen; Thermische Desorption nach Ausblasen und Sammeln auf einem Adsorbens	Boden: Untere Anwendungsgrenze: 0,01 mg/kg mit GC-ECD		Probenahme nach 10381-1 und -2 unzulänglich.	Probengewinnung ungeeignet; Mangelhafte Validierung (Verfahren nicht an Feststoff, sondern lediglich an einer aufgestockten methanolischen Lösung validiert, d.h. ohne Probenvorbereitung); GC-MS möglich	a) Alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
3	LHKW	—	DIN EN ISO 10301 (08/1997)		ja	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe – Gaschromatographische Verfahren	BG substanzabhängig in wässrigen Medien von 0,01 bis 200 µg/l				a) Für Feststoffe ungeeignet b) Referenzverfahren	VersatzV
4	MKW	Abfall, Boden-/ Altlastmaterial	LAGA KW/04 (11/2009) In Verbindung mit	Extraktion mit Aceton/Heptan durch Schütteln	nein* (s. Bemerkung)	Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen in Abfällen - Untersuchungs- und Analysenstrategie	Abfall, Boden und Altlastmaterial in Verbindung mit DIN EN 14039, DIN ISO 16703: kein Anwendungsbereich definiert			*Die LAGA KW/04 besitzt auch den Charakter einer Informationsschrift für die Untersuchung auf KW's unter Rückgriff auf bestehende Richtlinien und Normen; sie präzisiert die DIN EN 14039 für die Vollzugspraxis; sie sollte eingesetzt werden in Verbindung mit den darin zitierten, validierten Normen.	a) Referenzverfahren	DepV, E-EBV

	<b>MKW</b>	Abfall	DIN EN 14039 (01/2005)	Extraktion mit Aceton/n-Heptan durch Schütteln/Ultraschall	ja	Charakterisierung von Abfällen - Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C <sub>10</sub> bis C <sub>40</sub> mittels Gaschromatographie	Abfall: Anwendungsbereich von 100 mg/kg bis 10.000 mg/kg		Hohe Konzentration (> 10.000 mg/kg) an tierischen- und pflanzlichen Fetten und Ölen beeinträchtigen die Bestimmung des KW-Gehalts	Für den Vollzug nicht geeignet und wird für den Vollzug durch KW/04-Richtlinie präzisiert.	a) 14039 nicht Vollzugspraxis-tauglich; LAGA KW/04 ist in Verbindung mit den darin zitierten Normen und Präzisierungen anzuwenden.	LAGA M20 VersatzV, DepV E-EBV
--	------------	--------	------------------------	--	----	---	--	--	---	--	--	--

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
4	MKW	Boden-/ Altlastenmaterial	DIN ISO 16703 (12/2005)	Extraktion von originalfeuchtem Boden mit Aceton/n-Heptan durch Schütteln/Ultraschall	ja	Bodenbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C <sub>10</sub> bis C <sub>40</sub> ,	Boden: Anwendungsbereich 100 – 10.000 mg/kg TM, kann für niedrigere Nachweisgrenzen angepasst werden			Wenn Bodenproben nach dieser Norm analysiert werden, können die Untersuchungsergebnisse für die Beurteilung im Abfallbereich für die Entsorgung herangezogen werden, da die 16037 inhaltlich identisch mit der 14039 ist. Strategie der LAGA KW/04 ist zu beachten.		
	MKW	Boden-/Altlastenmaterial	Handbuch Altlasten, Bd. 7, T. 3, HLFU (2001)	Extraktion von unbehandelten feldfrischen Bodenproben mit Aceton/Wasser/ Kochsalz/Petrolether durch Schütteln	ja	Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen mittels Kapillar-GC in Feststoffen aus dem Altlastenbereich	Boden, Altlastenmaterialien: Arbeitsbereich 75 -1.500 mg/kg			Das Verfahren wurde für Abfälle und bodenähnliche Materialien mit Mischkontaminationen (MKW, Tenside, PAK) validiert und hat sich in der Vollzugspraxis als sehr robust erwiesen	a)LAGA KW/04 sollte eingesetzt werden in Verbindung mit den darin zitierten, validierten Normen  b)Referenzverfahren	

	<b>MKW</b>	Ölabscheiderhalte, MKW-kontaminierte Böden, Schlämme aus Tankreinigung etc.	LAGA KW/85 (03/1990)	Pastöse und stichfeste Abfälle mit Natriumsulfat verreiben, Soxhlet-extraktion mit 1,1,2-Trichlorfluorethan oder CCl <sub>4</sub> . Flüssige Abfälle ansäuern und Extraktion mit 1,1,2-Tri-chlor-trifluor-ethan oder CCl <sub>4</sub> .	nein	LAGA KW/85 - Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen in Abfällen	Abfall: keine quantitativen Angaben zum Anwendungsbereich			Zurückgezogen; abgelöst durch LAGA KW/04	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden. b) LAGA KW04 (Referenzverfahren)	LAGA M20
--	------------	---	----------------------	---	------	---	---	--	--	--	---	----------

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materiale typ (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
5	PAK	Boden, Schlamm, Bauschutt, Bitumen, Bitumenhaltiger Abfall	DIN EN 15527 (09/2008)	Trocknen oder Originalsubstanz; Extraktion (Schütteln, Ultraschall, Soxhlet); verschiedene Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische; Extrakteinigung, zwei verschiedene Extraktreinigungen	Ja	Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Abfall mittels GC/MS	0,01 mg/kg je Einzelsubstanz bzw. 0,1 mg/kg Summe der 16 PAK		Keine Abtrennung von MKW beschrieben, daher Störung bei höheren MKW-Konzentrationen möglich	a) Problematischer Clean-up; die Extrakteinigung mit Aluminiumoxid führt zu quantitativen Verlusten der PAK. Verluste von Naphthalin durch Trocknung, Probenvorbereitung unbrauchbar bei kunststoffhaltigen Abfällen, da mit Aceton extrahiert wird. b) zitierte DIN EN 15002 ist vollzugspraxisuntauglich; hier ist DIN 19747 (07/2009) anzuwenden	a) Referenzverfahren	
	PAK	Boden-/Altlastenmaterial	DIN ISO 18287 (05/2006)	Extraktion mit Aceton/Wasser/Kochsalz/Petrolether, Schütteln	ja	Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)	0,01 mg/kg TM pro PAK		Keine Abtrennung von MKW beschrieben, daher Störung bei höheren MKW-Konzentrationen möglich	DIN ISO 18287 ist für Boden validiert; DIN EN15527 besitzt breiteren Anwendungsbereich, der für Abfallanalysen erforderlich ist. Chemische Trocknung (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> wasserfrei) reduziert evtl. Verluste.  Extraktion: Variante A: Originalsubstanz - Aceton, Schütteln und Zugabe Petrolether  Variante B: Originalsubstanz - Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/Schütteln.	a) alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	DepV E-AbfKlärV E-EBV

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
5	PAK	Boden-/Altlastenmaterial	DIN ISO 13877 (01/2000) (zurückgezogen);  (Anwendungsempfehlung: DIN CEN/TS 16181 (12/2013))	Zwei Extraktionsvarianten: 1. Toluol Soxhletextraktion für hochbelastete Böden; 2. Aceton/Petrol-ether für gering belastete Böden	ja	Bestimmung von PAK mittels HPLC-Verfahren	Boden: Untere Anwendungsgrenze 0,01 – 0,1 mg/kg je nach PAK-Einzelverbindung und Detektion (UV- und Fluoreszenz-)		Fluoreszenzdetektor ungeeignet für belastete Proben	In Abhängigkeit des Kontaminationsgrades zwei verschiedene Probenvorbereitungsverfahren. Die Extraktreinigung mit Aluminiumoxid führt zu quantitativen Verlusten der PAK.	b) Referenzverfahren	LAGA M20 E-AbklärV E-EBV
	PAK	Boden-/Altlastenmaterialien	LUA Merkblatt Nr. 1 (1994)	Zwei Extraktionsvarianten: 1. Tetrahydrofuran/Ultraschall; 2. Toluol / Soxlet	nein	Merkblätter Nr. 1 – Bestimmung von PAK mittels HPLC in Bodenproben	Boden: UAG: 0,05 mg/kg TM je PAK-Einzelverbindung in Abhängigkeit von der Matrix			Extraktion: 1. mit Tetrahydrofuran / Ultraschall. Peroxid-Bildung. Baut PAK ab und stört die Messung.  2. Toluol / Soxhlet. HPLC: Fluoreszenzdetektor ungeeignet für belastete Proben; ungenügende Trennschärfe, Verfahren wurde experimentell nicht durch Ringversuche insbesondere für Abfälle validiert.	a) Kann wegen fehlender Validierung für Abfälle nicht empfohlen werden.  b) Referenzverfahren	LAGA M20

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	PAK	Boden/ Abfall/Klärschlamm	ISO 13859 (02/2014)			16 PAK Extraktion: (z.B. Aceton /Petrol-ether; Toluol) ggf.Cleanup: Trennung/ Detektion: GC-MS,-HPLC		0,01 mg/kg				
	PAK	Boden/Abfall/ Klärschlamm	DIN CEN/TS 16181 (12/2013)	PV: gemäß DIN 19747 (07/2009)		16 PAK Extraktion: (z.B. Aceton /Petrol-ether; Toluol) ggf.Cleanup: Trennung/Detektion: GC-MS, HPLC		0,01 mg/kg		Äquivalent zu DIN ISO 13859  Nur für: Biobfall/ Klärschlamm geeignet	b) Referenzverfahren	
	PAK	Klärschlamm/Boden/ Komposte	VD LUFA-Methodenhandbuch Bd. VII 3.3.3.1 (2003)	Extraktion: Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether /Schütteln	ja	Bestimmung von PAK in Böden, Klärschlämmen u. Komposten mittels GC/MS; Aus dem selben Extrakt ist die Bestimmung der PCBs auch möglich	Boden, Klärschlämme und Komposte: keine quantitativen Angaben zum Anwendungsbereich			Keine Validierung für hochbelastete Feststoffe	b) Referenzverfahren	LAGA M20

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	PAK	Klärschlamm und Sediment	DIN 38414-23 (02/2002)	Zwei Extraktionsvarianten 1. Originalprobe – Aceton / Wasser / Petrolether / Schütteln 2. Gefriergetrocknete Probe - Tetrahydrofuran/Ultrasonicbad	ja	Bestimmung von 15 PAK durch HPLC und Fluoreszenzdetektion	Schlamm und Sedimente: Anwendungsbereich > 0,05 mg/kg TM für Einzelverbindungen			Extraktion 2 (siehe Probenaufarbeitung) kann zu Verlusten leichtflüchtiger PAK führen	b) Referenzverfahren	E-EBV
	PAK	Boden-/Altlastenmaterialien	Handbuch Altlasten, Bd. 7, Teil 1 HLFU (Stand: 1998)	Extraktion: Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether-/Schütteln	ja	Bestimmung von PAK in Feststoffen aus dem Altlastenbereich mittels GC/MS; Aus selbem Extrakt ist die MKW-Best. auch möglich	Boden: Untere Anwendungsgrenze: 0,1 mg/kg TR für Einzelverbindungen			Feldfrische Proben ohne vorherige Trocknung, um Verluste an leichtflüchtigen PAK zu vermeiden.	b) Referenzverfahren	LAGA M20
	PAK	Klärschlamm/Sediment	DIN 38414-21 (02/1996)	Gefriertrocknung und Soxletextraktion mit Cyclohexan oder Hexan	ja, aber für Klärschlamm und Sediment	Bestimmung von 6 PAK mittels HPLC und Fluoreszenzdetektion	Schlamm und Sedimente: Anwendungsbereich > 0,1 mg/kg TM für Einzelverbindungen			Schlammverfahren. Es werden ausschließlich die 6 Einzelverbindungen gem. TrinkwV (alt) bestimmt. Nicht anwendbar für die Untersuchung der 16 EPA PAK. Verfahren nicht anwendbar auf belastete Proben.	b) Referenzverfahren	

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
5	PAK (BaP)	Klärschlamm und Sediment	DIN EN 15527 (09/2008)	Trocknen oder Originalsubstanz; Extraktion (Schütteln, Soxhlet); verschiedene Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische; Extrakteinigung, zwei verschiedene Extraktreinigungen	Ja	Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Abfall mittels GC/MS	0,01 mg/kg je Einzelsubstanz bzw. 0,1 mg/kg Summe der 16 PAK		Keine Abtrennung von MKW beschrieben, daher Störung bei höheren MKW-Konzentrationen möglich	Die Extrakteinigung mit Aluminiumoxid führt zu quantitativen Verlusten der PAK. Verluste von Naphthalin durch Trocknung, Probenvorbereitung unbrauchbar da kunststoffhaltige Abfälle mit Aceton extrahiert, keine Untersuchung realer Abfallmatrices. Robustes Verfahren zur PAK-Best. in Abfällen; Um Verluste beim Clean up durch Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> zu vermeiden sollte alternativ das in der Norm beschriebene SiO <sub>2</sub> verwendet werden.	a) Referenzverfahren	E-AbfKlärV
	PAK (BaP)	Klärschlamm und Sediment	DIN ISO 18287 (05/2006)	Extraktion mit Aceton/Wasser/Kochsalz/Petrolether, Schütteln	ja	Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)	0,01 mg/kg TM pro PAK		Keine Abtrennung von MKW beschrieben; Störung bei höheren MKW-Konz. möglich	Extraktion: Variante A: Originalsubstanz - Aceton, Schütteln.  Variante B: Originalsubstanz - Aceton, Wasser, Kochsalz, Petrolether/Schütteln.  Variante A ist zu favorisieren, da durch die Verwendung von Kochsalz (Variante B) zahlreiche polare Komponenten auch in den Extrakt überführt werden.	a) alternatives Referenzverfahren  b) Referenzverfahren	E-AbfKlärV

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
5	PAK (BaP)	Klärschlamm und Sediment	DIN 38414-23 (02/2002)	Zwei Extraktionsvarianten  1. Originalprobe – Aceton/Wasser/Petrolether/Schütteln  2. Gefriergetrocknete Probe - Tetrahydrofuran/Ultraschallbad	ja	Bestimmung von 15 PAK durch HPLC und Fluoreszenzdetektion	Schlamm und Sedimente: Anwendungsbereich > 0,05 mg/kg TM für Einzelverbindungen			Extraktion 2 (siehe Probenaufarbeitung) kann zu Verlusten leichtflüchtiger PAK führen	b) Referenzverfahren	E-EBV
6	PCB	Boden/Abfall/ Klärschlamm	DIN EN 16167 (11/2012)	PV: DIN 19747 (07/2009)	Ja; nicht für Boden	LM-Extraktion (z.B. Aceton-Petrolether/ASE) Cleanup: z.B. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; AgNO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> ; GC-MS, -ECD		1µg/kg		Nur für: Biobfall/ Klärschlamm geeignet		E-AbfKlärV

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Verfahren	Proben- aufar- beitung	Vali- dierung	Kurz- beschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Lei- stungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beur- teilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- Werk/ Regelung (zitiert in: )
6	PCB	Fester Abfall	E-DIN EN 15308 (01/2016)	Extraktion durch Schütteln/Ultraschall / Soxhlet	Ja DIN EN 15308 (05/2008) in (05/2007)	GC mit (ECD/MS)				6 PCB-Kongenerer (Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180) nach DepV bis 10/2011; 7 PCB-Kongenerer (Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) nach DepV 2011 Validiert für Abfallmaterialien; Ersatz für DIN EN 15308 (05/2008); Beinhaltet Regel zur Angabe der PCB-Gesamtgehalte	a) Referenzverfahren	E-EBV DepV EU-POPVO
	PCB	Fester Abfall	DIN 38414-20 (01/1996)	Soxhlet-Extraktion mit Pentan oder Hexan	ja	Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung mittels GC-ECD		Praktische BG 0,05-0,001 mg/kg TM pro Einzelkomponente (n. DIN 51527)		PCB (Summe der 6 PCB-Kongenerer Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180) plus PCB 118 analysieren, auswerten und beim Gesamtgehalt berücksichtigen Validiert nur für KS; wird durch DIN EN 15308 ersetzt	a) alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	DepV, VersatzV, LAGA M20, E-EBV EU-POPVO E-AbfklärV

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Verfahren	Proben- aufar- beitung	Vali- dierung	Kurz- beschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Lei- stungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beur- teilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- Werk/ Regelung (zitiert in: )
	<b>PCB</b>	Boden	DIN ISO 10382 (05/2003)	PV: DIN 19747 (07/2009)	ja	LM-Extraktion: Aceton- Petrolether; Clean up: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; GC-ECD		0,1-4 µg/kg		Boden, Sediment		E-AbfklärV

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp (ge- eignet für:)	Verfahren	Proben- aufar- beitung	Vali- die- rung	Kurz- beschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Lei- stungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beur- teilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- Werk/ Regelung (zitiert in: )
6	PCB	Klärschlamm	Anhang 1, Nr. 1.3.3.1 AbfklärV (04/1992)	Gefriertrock- nung, Mahlen, Soxhlet- extraktion mit n-Hexan	nein	GC mit ECD		0,01 mg/kg TM		PCB-Kongenere (Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180)	a) Kann wegen fehlender Validie- rung nicht empfoh- len werden. b) Referenzverfah- ren	AbfklärV
	PCB	Altholz	Anhang IV Alt-holzV Zif. 1.4.5 in Ver- bindung mit: DIN 38414, Teil 20 (01/1996)	Lufttrocknung, Mahlen, Soxhlet- Extraktion mit n-Hexan	nein	Deutsches Einheitsver- fahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedi- mente (Gruppe S)		0,05 mg/kg TM		PCB-Kongenere (Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180)  Referenzverfahren berücksichtigt auch PCB-Kongener 118	a) Kann wegen fehlender Validie- rung für <b>Altholz</b> nicht empfohlen werden (DIN 38414 - S 20) b) Referenzverfah- ren	AltholzV
	PCB	Öl-Isolierprodukte	DIN EN 12766 Teil 1 (2000-11) DIN EN 12766 Teil 2 (2001- 12), Verfah- ren B	Auflösen in einem KW (Hexan, Hep- tan, Cy- clohexan iso- Octan)	nein	Mineralöler-zeugnisse und Gebrauchtöl - Be- stimmung von PCBs und verwandten Pro- dukten mittels GC-ECD		0,1 mg/kg		Es existieren nach DIN 12766-2 zwei Berech- nungsverfahren, wobei Verfahren B die Multi- plikation der 6 Konge- neren mit dem Faktor 5 verlangt.	a) Kann wegen fehlender Validie- rung nicht empfoh- len werden.	AltöIV

	<b>PCB</b>	Öl-Isolierprodukte	DIN EN 61619 (1997)			Isolierflüssigkeiten - Verunreinigungen durch polychlorierte Biphenyle (PCBs) - Verfahren zur Bestimmung mittels Kapillargaschromatographie				DIN EN 61619 (1997) wird auch synonym mit IEC 61619 (1997) verwendet		
--	------------	--------------------	---------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp(geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
7	PCP	Altholz	Anhang IV AltholzV Zif. 1.4.4	Ultraschall-extraktion mit Methanol	siehe Bemerkung	Gaschromatographie mit Elektrodeneinfangdetektion (GC-ECD)	0,1 mg/kg bis 100 mg/kg			Formale Validierung fehlt, Verfahren hat sich jedoch in zahlreichen Ringversuchen bewährt;ECD-Detektion veraltet; MS-Verfahren möglich, jedoch nicht als Norm verfügbar	a) Referenzverfahren b) MS-Detektion	AltholzV EU-POPVO DepV
8	PCDD/F	Schlamm/beh. Bioabfall	DIN CEN/TS 16190 (05/2012)	Soxhlet (oder Gleichwertig) 5-50g; Extr.-Mittel : Toluol , n $\geq$ 50 Cyclen	ja					Bestimmung der PCDD/F und dl-PCB mittels HR GC-MS (Isotopenverdünnungsverfahren)	a) Referenzverfahren	EU-POPVO DepV E-AbfKlärV
	PCDD/F	Klärschlamm	Anhang 1, Nr. 1.3.3.2 AbfKlärV	Gefriertrocknung, Mahlen, Soxhletextraktion mit Toluol	nein	Bestimmung von PCDD/PCDF mittels GC-HR-MS					a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden b) DIN 38414-24 (2000-10)	AbfKlärV

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp(geeignet für:)	Verfahren	Probenaufbereitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
8	PCDD/F	Klärschlamm/ Sedimente	DIN 38414-24 (10/2000)	Gefriertrocknung, Mahlen, Soxhletextraktion mit Toluol	ja	Bestimmung von PCDD/PCDF mittels GC-HR-MS	1 ng/kg - 10 ng/kg TM je Einzelkomponente			Sollte das Verfahren Anhang 1, Nr. 1.3.3.2 AbfKlärV ersetzen Wird durch DIN CEN/TS 16190 (05/2012) ersetzt		
9	PFOA/PFOS	Schlamm/Sedimente/ Kompost/Boden	DIN 38414-14 (08/2011)	Extraktion der trockenen homogenisierten Probe mit Methanol-Ammoniaklg.; Reinigung: Festphasenextraktion	Ja	Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) im Schlamm, Kompost und Boden, Detektion: HPLC-MS/MS	10 µg/kg TM			Bestimmt werden die beiden Einzelverbindungen PFOS und PFOA	a) Referenzverfahren	EU-POPVO E-AbfKlärV
	PFOA/PFOS	Schlamm/Sedimente	ISO 25101 (03/2009)		Ja, aber Wasseranalysemethode				Nur für wässrige Medien geeignet, aber auch hier besser: DIN 38407-42: (2011-03) anwenden	kann für Schlamm, Sedimente nicht angewendet werden, da Extraktreinigung nicht ausreichend beschrieben ist.	a) ungeeignet für Feststoffuntersuchung, da Wassermethode b) (Referenzverfahren)	

Tab. II.7.1 Organische Analytik, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materiale typ (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
10	PBDE	Feste Abfälle	DIN EN 16377 (12/2013)	Homogenisierung, Gefriertrocknung, Zerkleinerung, Sieben Soxhletextraktion der trockenen Probe mit org. Lösungsmitteln (Aceton mit Hexan, Dichlormethan etc.)	ja		0,1mg/kg			Für Dekadiphenylether (BDE-209)geeignet; Matrixunabhängige Methode (für kunststoffhaltige Abfälle geeignet) bei SLF und elektroscrott kein Aceton zur Extraktion verwenden.	a) Referenzverfahren b) in DIN EN 16377 zitierte DIN EN 15002 ist vollzugspraxisun-tauglich; hier ist DIN 19747 (07/2009) anzuwenden	EU-POPVO MÜ
	PBDE	Sediment/Klärschlamm	DIN EN ISO 22032 (07/2009)	Homogenisierung, Gefriertrocknung, Zerkleinerung, Sieben Soxhletextraktion der trockenen Probe mit org. Lösungsmitteln (Aceton mit Hexan, Dichlormethan etc.)	ja	Bestimmung ausgewählter polybromierter Diphenylether in Sediment und Klärschlamm	0,05 µg/kg für Tetra- bis Octabromkongenere 0,3 µg/kg Decabromdiphenyl Bei Detektion im NCI-Modus Faktor 10 niedriger		Coelution von Hexabrombiphenyl und Tetrabrombisphenol mit BDE-154 und BDE-153 bei GC-NCI/MS. Polare Kapillarsäulen Störung durch andere BDE-Kongenere	Natürlich entstandene bromierte Verbindungen, wie z.B. halogenierte Bipyrrrole oder bromierte Phenoxyanisole stören. Probenkontakt mit organischen Polymeren muss vermieden werden.	a) alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	

## II. 7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate

Die Durchführung von Elutions- und Perkolationsversuchen auf leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) und BTEX liefert wegen massiver Verluste der Substanzen keine belastbaren Ergebnisse.

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	BTEX	Eluate	DIN 38407-9 (05/1991)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	nein	Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie	Untere Anwendungsgrenze: > 5 µg/l	> 5 µg/l		Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Best. von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider.	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	VersatzV
	BTEX	Perkolat	DIN 38407-9 (05/1991)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	nein Eluatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie	Untere Anwendungsgrenze: > 5 µg/l	> 5 µg/l		Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Best. von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Eluatgewinnung läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider.	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
1	BTEX	Eluate	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	Nein aufgrund mangelnder Validierung der Elutionsverfahren	Wasserbeschaffenheit: GC-Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption.	Bestimmungsgrenze < 10 ng/L, substanzabhängig	20 µg/l		Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Best. von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorge-schriebenen Norm zu-wider.	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
1	BTEX	Perkolat	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Für Elutions- und Perkolationsversuche ungeeignet	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Wasserbeschaffenheit: GC-Best. einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption.	BG < 10 ng/l, substanzabhängig	0,01 µg/l, abhängig von der Einzelsubstanz		Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider!  Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.		
	BTEX	Eluate/Perkolate	DIN 38407-41 (09/2011)	Für Elutions- und Perkolationsversuche ungeeignet	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger org. Verbindungen mittels SPME und GC-MS	0,01 µg/l, abhängig von der Einzelsubstanz	0,01 µg/l, abhängig von der Einzelsubstanz		Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider		

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
1	BTEX	Eluate/Perkolate	DIN 38407-43 (10/2014)		ja	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger org. Verbindungen mittels stat. HSGC-MS-Verfahren			Für Elutions- und Perkolationsversuche ungeeignet	Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von BTEX ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider!		
2	Chlorbenzole	Eluat/Perkolat	DIN 38407-37 (11/2013)	Eluatgewinnung Nach DIN 19529 (12/2015) oder LAGA EW 98T; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	nein	Fl.-fl.-Extraktion mit einem unpolaren LM (z.B. Petrolether), GC-MS	0,005µg/l		Für Elutions- und Perkolationsversuche ungeeignet	Ersetzt DIN 38407-2 (nur für Cl <sub>3</sub> – Cl <sub>6</sub> geeignet)		
	Chlorbenzole	Perkolat	DIN 38407-2 (02/1993)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; flüssig/flüssig - Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan /Petrolether	nein				Für Elutions- und Perkolationsversuche ungeeignet	Zurückgezogene Norm (durch 38407-37 ersetzt)		E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
2	Chlorbenzole	Perkolat	DIN EN ISO 6468 (02/1997)	Eluatgewinnung nach DIN19529 (12/2015) oder LAGA EW 98T; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	nein	GC-ECD Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, PCB und Chlorbenzole – GC Verfahren nach flüssig/flüssig-Extraktion				Für Elutions- und Perkulationsversuche ungeeignet		E-EBV
3	Chlorphenole	Perkolat	DIN EN 12673 (07/1999)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Extraktion, Derivatisierung	nein	GC- Bestimmung einiger ausgewählter Chlorphenole in Wasser	0,0001 mg/l bis 1 mg/l		Störungen durch oberflächenaktive Stoffe, Emulgatoren, polare Lösungsmittel und andere phenolische Verbindungen	Für Elutions- und Perkulationsversuche ungeeignet	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	E-EBV
4	LHKW	Eluate	DIN EN ISO 10301 (08/1997)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	Nein Für Eluatgewinnung ungeeignet	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe – GC-Verfahren	Wasser: BG substanzabhängig von 0,01 bis 200 µg/l	0,01 bis 50 µg/l, abhängig von der Einzelsubstanz		<b>Für Elutions- und Perkulationsversuche ungeeignet</b> Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von LHKW ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur LHKW-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider.	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden.	VersatzV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
5	LHKW	Eluate/Perkolat	DIN EN ISO 15680 (04/2004)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T;	Nein Für Eluatgewinnung ungeeignet	Wasserbeschaffenheit: GC-Best. einer Anzahl monocyclischer aromatischer KW, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption.	Bestimmungsgrenze < 10 ng/L, substanzabhängig	10 ng/L, abhängig von der Einzelsubstanz		<b>Für Elutions- und Perkulationsversuche ungeeignet</b> Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von LHKW ist aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur LHKW-Bestimmung. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider; Kann wegen fehlender Validierung <u>nicht</u> empfohlen werden.		VersatzV (Eluat)
	LHKW	Eluate/Perkolate	DIN 38407-43 (10/2014)		Nein Für Eluatgewinnung ungeeignet	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung ausgewählter leichtflüchtiger org. Verbindungen mittels stat. HSGC-MS-Verfahren				<b>Für Elutions- und Perkulationsversuche ungeeignet</b> Zur Eluatherstellung mit anschließender BTEX-Bestimmung aufgrund der Flüchtigkeit (hohe Verluste) ungeeignet. Es gibt kein Verfahren für die Herstellung von Eluaten zur BTEX-Best. Die Herstellung des Eluates läuft der vorgeschriebenen Norm zuwider!		

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
6	MKW	Perkolat	DIN EN ISO 9377 Teil 2 (07/2001)	Eluatgewinnung nach DIN 19527 (08/2012) bzw. DIN 19529 (12/2015)	nein	Wasserbeschaffenheit: Bestimmung des Kohlenwasserstoff-Index - Teil 2: Verfahren nach Lösemittlextraktion und GC-FiD	Wasser: > 0,1 mg/l		Für Untersuchungen auf MKW Perkolaten gemäß DIN 19528 ungeeignet	Norm kann für wässrige Lösg. mit Konz. oberhalb von 0,1 mg/l angewandt werden. Das Verfahren kennt keine Kalibrierung über das Gesamtverfahren. Die Herstellung von Eluaten für die anschließende Bestimmung von MKW ist aufgrund der Lipophilie (Phasentrennung, Oberflächenadsorption) ungeeignet. Es gibt kein geeignetes Verfahren für die Herstellung von Perkolaten zur MKW-Best.	a) Referenzverfahren	E- EBV
	MKW	Eluat	ISO/TR 11046 (1994)	nicht definiert		Soil quality: Determination of mineral oil content -method infrared spectrometry and gas chromatographic method	Boden: IR > 20 mg/kg GC > 100 mg/kg			FCKW-Verbot!! Extraktion mit 1,1,2-Trichlortrifluorethan. Nicht für Wasser geeignet.	b) Referenzverfahren, da FCKW-Verbot)	VersatzV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
7	PAK	Perkolat/Eluat	DIN 38407-39 (09/2011)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528 bzw DIN 19529 (12/2015) fl./ fl.-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	ja	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung ausgewählter PAK - Verfahren mittels GC und MS (GC/MS)	Für jede Einzelverbindung: Trinkwasser > 0,005 µg/l andere Wässer > 0,01 µg/l		Bei hohen MKW Konzentrationen ist das Verfahren gestört	Einziges Verfahren, das für belastete Eluate/Perkolate geeignet ist	a) Referenzverfahren	E-EBV
	PAK	Eluat	DIN 38407-8 (10/1995)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T; flüssig/flüssig Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	nein	Bestimmung von 6 PAK (TVO) in Wasser mittels HPLC mit Fluoreszenzdetektion	Wasser: > 5 ng/l je Einzelverbindung	PAK ges. 0,2 µg/l, Naphthalin 2 µg/l Eluat nach S4 oder EW 98 T für PAK nicht validiert, daher ungeeignet		Es werden ausschließlich die 6 Einzelverbindungen gem. TrinkwV (alt) bestimmt. Nicht anwendbar für die Untersuchung der 16 EPA PAK. Methode für Abfalleluate ungeeignet.	a) PAK-Parameterumfang der VersatzV nicht abgedeckt (Tab. 2 VersatzV)	VersatzV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
7	PAK	Perkolat	DIN EN ISO 17993 (03/2004)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	ja	Bestimmung von 15 PAK in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	Für jede Einzelverbindung: Trink- und Grundwasser > 5 ng/L Oberflächenwasser > 10 ng/L			Aufgrund von Matrixinterferenzen HPLC mit Fluoreszenzdetektion nur eingeschränkt geeignet	a) Interferenzen durch Matrices am Fluoreszenzdetektor b) Referenzverfahren (DIN 38407-39)	E-EBV
8	PCB	Eluat/Perkolat	DIN 38407-37 (11/2013)	Eluatgewinnung nach DIN 19529 (12/2015); flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	Nein“ für Perkolatgewinnung nach DIN 19528 und „ja“ für DIN 19529 (12/2015)	Fl.-fl.-Extraktion mit einem unpolaren LM (z.B. Petrolether), GC-MS	0,005µg/l			Ersetzt DIN 38407-2	a)Referenzverfahren	

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
8	PCB	Eluat	DIN EN ISO 6468 (02/1997)	Eluatgewinnung nach DIN19529 (12/2015) fl./ fl.-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	Ja für Eluatgewinnung nach DIN 19529 (12/2015)	GC-ECD Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, PCB und Chlorbenzole – GC Verfahren nach flüssig/flüssig-Extraktion		0,05 µg/l (PCB 28); 0,02 µg/l (PCB 52); 0,01 µg/l (PCB 101, 138, 153) 0,005 µg/l (PCB 180)				VersatzV E-EBV
	PCB	Perkolat/Eluat	DIN EN ISO 6468 (02/1997)	Eluatgewinnung nach DIN 19528 oder DIN 19529 (12/2015); flüssig / flüssig-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan / Petrolether	„Nein“ für Perkolatgewinnung nach DIN 19528 und „ja“ für DIN 19529 (12/2015)	GC-ECD Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, PCB und Chlorbenzole – GC-Verfahren nach flüssig/flüssig - Extraktion		0,05 µg/l (PCB 28); 0,02 µg/l (PCB 52); 0,01 µg/l (PCB 101, 138, 153) 0,005 µg/l (PCB 180)				E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufbereitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
8	PCB	Eluat	DIN 51527-1 (05/1987)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T	nein					<b>Für Eluatuntersuchungen ungeeignet (DIN 38414-4)</b> Keine weitere Präzisierung für die weitergehende Eluataufbereitung	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden b) Referenzverfahren	VersatzV
	PCB	Eluat	DIN 38407-3 (07/1987)	Eluatgewinnung nach DIN 38414-4 oder LAGA EW 98T; fl./fl.-Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan/Petrolether	nein	GC-ECD oder (GC-MS) Gaschromatographische Bestimmung von Polychlorierten Biphenylen				<b>Für Eluatuntersuchungen ungeeignet (DIN 38414-4)</b> PCB gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongenere. Keine weitere Präzisierung für die weitergehende Eluataufbereitung	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden. b) Referenzverfahren	VersatzV

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
	PCB	Perkolat	DIN 38407-3 (07/1998)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; flüssig/flüssig - Extraktion des Eluates mit Hexan oder Heptan/Petrolether	Nein Eluatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	GC-ECD oder (GC-MS) Gaschromatographische Bestimmung von Polychlorierten Biphenylen				PCB gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongenere .	a) Kann wegen fehlender Validierung nicht empfohlen werden. b) Referenzverfahren	E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in: )
9	Phenole*	Perkolat/Eluat	DIN 38407-27 (10/2012)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Derivatisierung mit Essigsäure, Flüssig-flüssig Extraktion; GC-MS	Nein: Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert und ja: E-DIN19529 „neu“ (08/2015)	Bestimmung ausgewählter Phenole in Grund-, Boden- und Sickerwasser, wässrigen Eluaten und Perkolaten; Acetylierung, GC/MS-Detektion	BG 0,1 µg/l je Einzelverbindung bei 10 ml Probenvolumen		Oberflächenaktive Stoffe, Emulgatoren, höhere Konz. polarer Lösgsm. und suspendierte Stoffe stören. Störungen durch zweite fl. Phase (MKW, CKW, Fette); Parameterumfang an Einzelverbindungen in spez. Einzelfällen, wie z.B. teerhaltiges Bodenmaterial nicht ausreichend	kann wegen fehlender Validierung der DIN 19528 (Perkolation) nicht empfohlen werden; jedoch für DIN 19527 (Schüttelverfahren)	a) Referenzverfahren	E-EBV
10	Phenolindex	Perkolat/Eluat	DIN 38409-16 (06/1984)	Perkolatgewinnung gemäß DIN 19528; Eluatgewinnung gemäß DIN EN 12457-4	Nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 bzw. Eluatgewinnung nach DIN EN 12457-4 nicht für Phenole validiert	Photometrisches Verfahren ohne Destillation mit Farbreaktion (H16-1) Photometrisches Verfahren nach Destillation und Farbstoffextraktion (H16-2) bzw. „Phenolindex nach Destillation ohne Farbstoffextraktion (H16-3)			Anwendungsbereich nicht für Eluate/ Perkolate, da auf Trinkwasseranalytik ausgelegtes Verfahren (H16-1); niedrig belastete Wasser bis 150µg/L (H16-2), mäßig belastete Wasser bis 10 mg/L (H16-3); Mangelnde Selektivität der Verfahren; bedingt durch zugrundeliegende Kupplungsreaktion		DepV	

\*: Unter Phenole sind die im Vortext des Kap.“II.7.1, Organische Analytik Feststoff“ gelisteten Einzelverbindungen zu verstehen.

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
10	Phenole/(-index)	Perkolat/Eluat	DIN EN ISO 14402 (12/1999)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Oxidation mit Kaliumperoxodisulfat zu Chinonen. Reaktion mit 4-Antipyrin, Farbstoffextraktion mit Chlorform	nein Eluatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung des Phenolindex mit der Fließanalytik (FIA und CFA) Photometrie bei 470 – 475 nm	0,01 mg/l Bei signifikanten Detergenzinkonzentrationen erst ab 0,1 mg/l anwendbar		Aromatische Amine reagieren auch mit 4-Aminoantipyrin. Störungen treten auf, wenn pH-Bereich nicht 10 – 10,5 liegt. Störungen durch partikelhaltige und gefärbte Proben	Störanfälliges Verfahren; nur für Voruntersuchungen geeignet  i. d. R. nicht relevant für die Abfallbeurteilung	b) Referenzverfahren (DIN 38407-27 (10/2012))	E-EBV DepV
11	Triazine/ Dimefuron/ Flazasulfuron	Perkolat/Eluat	DIN EN ISO 11369 (11/1997)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Festflüssig Extraktion an RP-C18, Elution mit (z.B. Methanol, Acetonitril, Aceton);	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel – Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Festflüssig Extraktion	1 µg/l		UV-absorbierendes Material in der Probe stört die Bestimmung; Schwebstoffe können die Säulenpackung verstopfen.	Einzuhaltender Materialwert liegt deutlich unter der angegebenen UAG; kann wegen fehlender Validierung im Perkulationsversuch nicht empfohlen werden.		E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/Regelung (zitiert in:)
11	Triazine	Perkolat/Eluat	DIN EN ISO 27108 (12/2013)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Extraktion und Anreicherung mit Solid Phase Extraction (SPME), anschließend Thermodesorption	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte mittels SPME und GC-MS	0,05 µg/l			Leistungsfähigkeit der Faser nimmt im Laufe einer Probenreihe ab. Regelmäßige Bezugslösungen vermessen. Faser vorkonditionieren, da sonst zu niedrige Ausbeuten;	a) kann wegen fehlender Validierung im Perkolationsversuch nicht empfohlen werden.	E-EBV
	Triazine/ Flazasulfuron	Perkolat/Eluat	DIN 38407-36 (09/2014)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; LC-MS/MS nach Direktinjektion	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und anderer organischer Stoffe in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS bzw. -HRMS) nach Direktinjektion	0,025 µg/l				a) Referenzverfahren	
	Flazasulfuron	Perkolat/Eluat	DIN EN ISO 11369 (11/1997)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528; Fest-flüssig Extraktion mit RP-C18 Material	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel – Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion	0,05 µg/l				a) alternatives Referenzverfahren b) Referenzverfahren	E-EBV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp (geeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
12	Glyphosat/AMPA	Perkolat/Eluat	DIN 38407-22 (10/2001)	Perkolatgewinnung nach DIN 19528;  Methode A: Anreicherung an Kationenaustauscher  Methode B: Geringes Probenvolumen, Eindampfen zur Trockene, Aufnahme in Puffer für die HPLC-Messung	nein Perkolatgewinnung nach DIN 19528 nur für PAK validiert	Bestimmung von Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) in Wasser durch HPLC mit Fluoreszenzdetektion	> 0,05 µg/l		Oxidationsmittel in der Wasserprobe, insbesondere freies Chlor, führt zum Abbau von Glyphosat und AMPA. Gechlorte Wasserproben sind mit Natriumthiosulfat zu stabilisieren. Best. wird durch fluoreszierende oder die Fluoreszenz unterdrückende Verbindungen gestört. Peaküberlagerungen und Beeinträchtigung der Peakintegration	DIN 38407-22 veraltet; Stand der Analysetechnik: LC-MS MS nach Derivatisierung ISO 16308 (09-2014)	a) aufwendiges Verfahren, Matrixeinflüsse prüfen; kann wegen fehlender Validierung des Perkulationsversuchs nicht empfohlen werden.  b) ISO 16308 (Referenzverfahren)	E-EBV
13	DOC	Eluat	DIN EN 1484 (08/1997)	Filtration < 0,45µm	nein Elutionsverfahren sind nicht für DOC validiert	Oxidation zum CO <sub>2</sub> ; Detektion: IR oder coulometrisch				Ersetzt DIN 38409-3 (06/1983)		DepV

Tab. II.7.2 Organische Analytik, Eluate/Perkolate - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp(g eeignet für:)	Verfahren	Probenaufarbeitung	Validierung	Kurzbeschreibung zur Methode	UAG der Norm	UAG im Eluat	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
14	DOC zwischen pH 7,5 und pH 8	Eluat	DIN EN 1484 (08/1997)	Filtration < 0,45µm	nein Elutionsverfahren sind nicht für DOC validiert	a) Elution gemäß LAGA EW98p b) DOC-Best. gemäß DIN EN 1484 nach vorheriger Filtration < 0,45µm				Ersetzt DIN 38409-3 (06/1983)		DepV

## II. 8 Summarische Parameter Feststoff

Messergebnisse von **Summenparametern** verdienen naturgemäß eine besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich ihrer Einschätzung und Interpretation, da sie im Gegensatz zu Ergebnissen aus der Einzelstoffanalytik keinen Rückschluss auf definierte Stoffinventare zulassen. Sie werden häufig zur Orientierung im Rahmen von gestuften Untersuchungs- und Analysenstrategien herangezogen.

Unterschieden werden kann zwischen Messgrößen, die auf der Ermittlung der Konzentration von Substanzgruppen (z.B. 16 EPA-PAK) beruhen und solchen, die nicht auf der Bestimmung einzelner Stoffe oder Verbindungen (z.B. AOX) beruhen.

Messgrößen, die Substanzgruppen mit chemischen Gemeinsamkeiten erfassen, werden in der Regel an Hand von Konventionenmethoden bestimmt. Grundlage der Bestimmung ist zumeist die extraktive oder adsorptive Abtrennung der „Stoffgruppen“ von der Matrix. Beispielhaft ist hier die Bestimmung der extrahierbaren organisch gebundenen Halogene (EOX) zu nennen.

Bei der Bestimmung von Summenparametern werden Elemente oder durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnete Stoffe zusammenfasst. Sie werden vielfach zur „allgemeinen Materialcharakterisierung“, herangezogen, wie es z. B. zur Einschätzung von „reaktiven Materialien“ durch Bestimmung des Feststoff-TOC im Rahmen der Abfalluntersuchung üblich ist.

Stoffgruppen stehen im Gegensatz zu den verfahrenstechnisch summarisch bestimmbar Messgrößen.. Ihre Einzelstoffe werden analysiert und deren Summenbildung rechnerisch aufgrund eines ähnlichen Molekulaufbaus und ähnlicher Eigenschaften gebildet. Beispielhaft zu nennen sind hier die polychlorierten Biphenyle (PCB) oder die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK).

Die Messgrößen im Kap. II.4 „Allgemeine Parameter“ und die des Kap. II.8 „Summarische Parameter“ stellen Messgrößen dar, die nicht auf der Ermittlung einzelner Stoffe oder Verbindungen beruhen, sondern Inkremente, Spezies oder durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnete Stoffe zusammenfassen. Ein Beispiel hierfür ist der Feststoff-TOC, der nach Verbrennung im Sauerstoffstrom bei ca. 900°C bis 1200°C durch das sich im Sauerstoffstrom bildende und zu detektierende Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) charakterisiert wird.

Alle unter diesen Bedingungen CO<sub>2</sub>-bildenden Substanzen werden mit erfasst. Hierbei handelt es sich z.B. auch um „Restkohlenstoff“ (Elementar C) und Carbide. Liegt in einer Probe neben dem „gesamten organischen Kohlenstoff (TOC)“ auch „Restkohlenstoff“ vor, so wird dieser als TOC mit erfasst.

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
1	AOX	Klärschlamm (Feststoff)	Trocknen, Mahlen, Suspension mit Hilfe von Natriumnitratlösung, Schütteln mit Aktivkohle	DIN 38414, Teil 18 (11/1989)	Bestimmung von adsorbierten organisch gebundenen Halogenen (AOX)	> 1 mg/kg		Mangelnde Selektivität bezüglich umweltrelevanter halogenorganischer Verbindungen; fehlende Aussagekraft des Parameters bzgl. Chlororganischer Verbindungen; Miterfassung von Chloriden	DIN 38414, Teil 18 ist gleich <b>adsorbierte</b> AOX im Gegensatz zu <b>adsorbierbare</b> AOX nach DIN 1485		AbfklärV E-AbfklärV
	AOX	Klärschlamm/Bioabfall/Boden	PV gemäß DIN 19747 (07/2009) Suspension mit Hilfe von Natriumnitratlösung, Schütteln mit Aktivkohle	DIN EN 16166 (11/2012)	Bestimmung von adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen (AOX) Verbrennung im Sauerstoffstrom; HCl-Best. mittels Mikrocoulometrie	5mg/kg		Anwendbar für KS; ungeeignet für Abfälle zur Verwertung/Beseitigung			

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungs-grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
2	AOX	Eluat	DIN 38409 - 14 (03/1985) Abschn. 8.2.2 Säulenmethode	DIN 38409 Teil14 (03/1985)	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene im Eluat (AOX)	Arbeitsbereich: 10 - 300 µg/l			Mangelnde Selektivität bezüglich umweltrelevanter halogenorganischer Verbindungen; fehlende Aussagekraft des Parameters bzgl. Chlororganischer Verbindungen; Miterfassung von Chloriden	b) DIN EN ISO 9562 (02/2005)	LAGA M20

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Pro- ben- auf- bei- tung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leis- tungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/  b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in: )
2	EOX	Fester Abfall		DIN 38414 - 17 (01/1989)	Bestimmung von ausblasbaren und extrahierbaren, orga- nisch gebundenen Halogenen		0,5 mg/kg  0,2 mg/kg (04/2014)	0,5 mg/kg - 100 mg/kg (kann durch Ver- dünnen erwei- tert wer- den)	Keine Werte in der DepV, aber Methode; in den genannten Ver- ordnungen wer- den nur die ext- rahierbaren An- teile gefordert  Ersetzt durch Version Stand: (04/2014)	b) DIN 38414 - 17 (04/2014)	LAGA M20, E-EBV
3	Extra- hierbare lipophile Stoffe	Fester Abfall		LAGA KW/04 Kap. 6.8 (01/2010)	Extraktion mit Petro- lether ; Gravimetrie						DepV
4	Säure- neu- tralisati- onska- pazität	Fester Abfall		LAGA EW 98 Teil 5 (EW 98 p) (11/2012)	Bestimmung der Elu- ierbarkeit mit wässri- gen Medien bei kon- stantem pH-Wert				Keine Werte in DepV., aber ist bei DK III zu bestimmen		DepV

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff - Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Pro- ben- aufar- bei- tung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Fest- stoff	Leistungs- grenze	Bemer- kung	a) Fachliche Beurteilung/  b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in: )
5	Feststoff- TOC	Abfall, Schlamm, Se- diment		DIN EN 13137 (12/2001)	Verbrennung bei mind. 900°C im Sau- erstoffstrom	1.000 mg/kg	1.000 mg/kg	Carbide und Elementar C werden mit erfasst		b) DIN EN 15936	DepV E-EBV
	Feststoff- TOC	Abfall, Schlamm, Sediment, Boden		DIN EN 15936 (11/2012)	Verbrennung bei mind. 900°C im Sau- erstoffstrom	1.000 mg/kg	1.000 mg/kg	Carbide und Elementar C werden mit erfasst		a) Referenz- verfahren	
	Feststoff-TOC	Feststoffe	< 250µm Feinmahlung (DIN 19747)	E-DIN 19539 (08/2015) bzw. DIN 19539 (06/2016)	Selektive Verbren- nung im Sauerstoff- strom Temp.-Bereiche: 150°C bis 400 °C (TOC) 600°C bis 900°C (TIC) Differenzierte Tempe- raturprogrammaus- wertung 400°C bis 600°C (ROC) 150°C bis 900°C (TC)			Störungen durch Schwefel- und N- Verbindun- gen; Diffe- renzierte Auswertung (Temp.- Programm) wird u.a. durch Car- bonate er- schwert	Mindesverweilzeiten der Temperaturschrit- te sind für differenzier- te Bestimmung einzu- halten		

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
7	Phenol-index	Eluat		DIN 38409 - 16 - 2 (06/1984)	Photometrie nach Destillation/ Farbstoffextraktion	0,01 mg/l			störanfälliges Verfahren; nur für Voruntersuchungen geeignet; i. d. R. nicht relevant für die Abfallbeurteilung	b) DIN 38407-27 (10/2012)	LAGA M20 DepV
	Phenol-index	Eluat		DIN 38409 - 16 - 3 (06/1984)	Photometrie nach Destillation	0,1 mg/l			störanfälliges Verfahren; nur für Voruntersuchungen geeignet; i. d. R. nicht relevant für die Abfallbeurteilung	b) -DIN 38407-27 (10/2012)	DepV
	Phenol-index	Eluat		DIN EN ISO 14402 (12/1999)	Fließinjektionsanalyse (FIA bzw. CFA)	0,01 mg/l			störanfälliges Verfahren; nur für Voruntersuchungen geeignet	a) i. d. R. nicht relevant für die Abfallbeurteilung b) -DIN 38407-27 (10/2012)	LAGA-M20 E-EBV DepV
8	DOC	Eluat		DIN EN 1484 (08/1997)	Oxidation zu Kohlendioxid, Detektion z.B. mit IR-Spektroskopie	0,3 mg/l			Ersetzt DIN 38409-3 (06/1983)	a) Referenzverfahren	DepV, LAGA M20

Tab. II.8 Summarische Parameter, Feststoff- Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk/ Regelung (zitiert in: )
9	DOC zwischen pH 7,5 und 8	Eluat		DIN EN 1484 (08/1997)	Filtration < 0,45µm Elutionsverfahren sind nicht für DOC validiert	a) Elution gemäß LAGA EW98p b) DOC-Best. gemäß DIN EN 1484 nach vorheriger Filtration < 0,45µm					

## **II. 8 Summarische Parameter Eluate/Perkolate**

Tab. II.9 Summarische Parameter, Eluate/Perkolate

Lfd. Nr.	Parameter	Materi- altyp	Pro- ben- aufar- bei- tung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Fest- stoff	Leistungs- grenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/  b) Sollte ersetzt werden durch:	Regel- werk/ Regelung (zitiert in: )
1	Etrahierbare lipophile Stoffe	Wasser		DIN 38409-56 (06/2009) („H56“)	Extraktion mittels Petroleter; Gravimet- rische Bestimmung nach Extraktion und Verdampfung des Lösungsmittels			Für alle Elutions- /Perkolationsv erfahren unge- eignet; Aus- nahme: DIN 19529 (12/2015)	Seit 12/2015 zurück- gezogen; ersetzt durch DIN ISO 11349 (12/2015)		
	Etrahierbare lipophile Stoffe	Wasser		E-DIN ISO 11349 (08/2015)	Extraktion mittels Petroleter; Gravimet- rische Bestimmung nach Extraktion und Verdampfung des Lösungsmittels			Für alle Elutions- /Perkolationsv erfahren unge- eignet; Aus- nahme: DIN 19529 (12/2015)	Ersetzt DIN 38409-56 (06/2009)		

## **II. 10 Spezielle Parameter zur biologischen Abbaubarkeit**

Im vorliegenden Kapitel wird auf die Methoden zur Untersuchung von Feststoffen hinsichtlich der biologischen Abbaubarkeit von Inhaltsstoffen eingegangen. Als Untersuchungsverfahren steht einerseits der unter aeroben Bedingungen durchzuführende Test der Atmungsaktivität (AT4) und andererseits der unter anaeroben Milieubedingungen durchzuführende Test zur Untersuchung des Gasbildungspotentials (GB21) im Fokus der Betrachtung.

Tab. II. 10 Spezielle Kenngrößen zur biologischen Abbaubarkeit

Lfd. Nr.	Parameter	Materialtyp	Probenaufarbeitung	Verfahren	Kurzbeschreibung zur Methode/ zum Titel	UAG der Norm	UAG im Feststoff	Leistungsgrenze	Bemerkung	a) Fachliche Beurteilung/ b) Sollte ersetzt werden durch:	Regelwerk, Regelung (zitiert in: )
1	Atmungsaktivität (AT <sub>4</sub> -Test)	Abfall	Einstellung eines definierten Feuchtegehaltes mittels Nutsche im Wasserstrahlvakuum	Anhang 4, lfd. Nr. 3.3.1 DepV	Messung der Sauerstoffzehrung an der angefeuchteten Probe bei 20°C unter Verwendung eines Drucksensors. Aufnahme der Druckkurve 3 h nach Durchlaufen der Lag-Phase; Versuchsdauer 96 h			Materialien mit niedrigen assimilierbaren C <sub>org.</sub> -Gehalten; inhibierend wirkende Inhaltsstoffe	3 Parallelversuche erforderlich		DepV
2	Gasbildungspotential (GB <sub>21</sub> )	Abfall, Schlämme	Einstellung eines definierten Feuchtegehaltes mittels Nutsche im Wasserstrahlvakuum	DIN 38414-8 06/1985 präzisiert durch Anhang 4, lfd. Nr. 3.3.2 (DepV)	Die Bestimmung der Gasbildung (CH <sub>4</sub> -Bildung) erfolgt an einer mit Impfschlamm versetzten Probe bei 37°C nach Durchlaufen der Lag-Phase. Die Versuchsdauer beträgt 21Tage			Materialien mit niedrigen assimilierbaren C <sub>org.</sub> -Gehalten; inhibierend wirkende Inhaltsstoffe	3 Parallelversuche erforderlich		DepV

## II.11 Biologische Testverfahren zur ökotoxikologischen Charakterisierung von Abfällen

### II 11.1 Allgemeines

In biologischen Testverfahren nutzt man die Fähigkeit spezifisch ausgewählter Organismen, unter standardisierten Bedingungen auf Schadstoffbelastungen mit einer Veränderung ihrer Lebensfunktion zu reagieren. Die Sensitivität biologischer Testorganismen gegenüber toxischen Abfallbestandteilen kann signifikant von einer Art zur anderen abweichen. Die Kombination unterschiedlicher Testverfahren in einer so genannten Testbatterie muss daher Organismen einschließen, die zu verschiedenen trophischen Ebenen gehören und somit eine Annäherung an die ökologischen Funktionen der Testorganismen ermöglichen. Dabei sollten die Testverfahren über unterschiedliche Wirkungskriterien verfügen und neben der akuten auch die chronische Toxizität und die Genotoxizität abdecken. An die im praktischen Vollzug einzusetzenden Testverfahren werden zusätzlich verschiedene Anforderungen gestellt, wie z.B. eine standardisierte Testvorschrift, eine ausreichende Sensitivität, eine gute methodische Handhabbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Darüber hinaus ist es zwingend notwendig, dass Erfahrungen über die besonderen Anforderungen bei der Untersuchung von Abfällen und Abfalleluaten im jeweiligen Testsystem vorliegen.

Für die ökotoxikologische Bewertung von Abfällen sollten Eluat- und Feststoffuntersuchungen kombiniert werden, um so mögliche Wirkungen auf aquatische und terrestrische Ökosysteme abzuschätzen. Für die in Tabellen Tab. II.10.2 u. Tab. II.10.3 aufgelisteten Testverfahren liegen ausreichend Erfahrungen für die Identifikation umweltgefährlicher Abfälle vor. Bei der Bewertung des Umweltrisikos von Abfällen zur Verwertung kann die Testauswahl durch weitere Verfahren ergänzt werden, um so die möglichen Wirkungspfade abbilden zu können.

#### Methodische Besonderheiten - Probe

Abfallproben unterliegen nach ihrer Probenahme häufig chemischen, physikalischen und biologischen Veränderungen. Bei Abfällen, die mit biologischen Verfahren bewertet werden sollen, sind derartige Veränderungen zu berücksichtigen bzw. durch eine Anpassung der Probenahme- und –behandlungsbedingungen so anzupassen, dass ihr Einfluss auf das Ergebnis des Biotests minimiert werden kann. Ein Zusatz konservierender Zusätze zur Verzögerung der chemischen und biologischen Abläufe ist nicht gestattet.

Für die biologische Untersuchung ist eine Lagerungsdauer des Probenmaterials von maximal 2 Monaten bei  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  einzuhalten. Sollte eine längere Lagerung erforderlich sein, kann die begleitende Untersuchung abfallspezifischer Eigenschaften die Stabilität der Abfallprobe belegen.

Zur ökotoxikologischen Charakterisierung im Biotest bzw. zur Herstellung der Abfalleluate muss die Korngröße von mindestens 95% des zu untersuchenden Abfalls kleiner 4mm sein. Eine möglicherweise notwendige Trocknung des Materials kann unterschiedliche Eigenschaften des Abfalls verändern, daher darf die Trocknungstemperatur nicht über  $40^\circ\text{C}$  liegen.

## **II. 11.2 Terrestrische Testverfahren zur biologischen Untersuchung von Feststoffen**

Die Untersuchung von Abfallproben im Biotest sieht eine Testung der Probe in Verdünnungsreihen vor. Die Anforderungen an das Verdünnungsmedium werden maßgeblich von den Anforderungen der Testorganismen bestimmt. Aus diesem Grund sind in den jeweiligen Testmethoden geeignete Verdünnungssubstrate beschrieben. Eine kurze Übersicht gibt auch Tabelle II.10.2. In terrestrischen Testsystemen werden die Abfallproben z.B. mit künstlichem Boden, Standardboden oder Quarzsand verdünnt. Sowohl für die Kontrolle als auch für die Verdünnungsreihe ist das gleiche Medium zu verwenden. Eine Anpassung des pH-Wertes erfolgt nicht.

Tab. II.11.2 Terrestrische Testverfahren zur Feststoffuntersuchung

Lfd Nr	Testmethode	Norm	Testorganismus	Zu Prüfende Kenngröße	Prüfsubstrat	Validitätskriterien	Referenztestung	Einschränkungen
1	Bodenbeschaffenheit – Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer ( <i>Eisenia fetida</i> ) – Teil 1: Verfahren zur Bestimmung der akuten Toxizität unter Verwendung von künstlichem Bodensubstrat	DIN ISO 112681-1 (06/1997)	<i>Eisenia fetida/andrei</i>	Mortalität, Biomasse	Künstlicher Boden	Kontrolle: Mortalität < 10%, Verlust an Biomasse ≤ 20%	Chloracetamid	Einstellung und Kontrolle der Wasserhaltekapazität bei manchen Abfallarten schwierig, empfindliche Reaktion auf pH-Wert > 8,5
2*	Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf die Bodenflora – Teil 2: Wirkung von Stoffen auf den Auflauf und das Wachstum	DIN ISO 11269-2 (09/2006)	mind. 1 monokotyle und 1 dikotyle Pflanze; Empfehlung <i>Avena sativa</i> , <i>Brassica rapa</i>	Auflauf, Wachstum (Trocken- oder Frischgewicht)	Standardboden, Boden	Auflaufrate von ≥ 70% in der Kontrolle	Borsäure, Natriumtrichloracetat	
3*	Feststoffkontakttest mit <i>Arthrobacter globiformis</i>	DIN 38412–48 (09/2002)	<i>Arthrobacter globiformis</i>	Enzymaktivität der Dehydrogenase	Quarzsand, künstlicher Boden, Boden	Zunahme der Fluoreszenz > 5%; Hemmung von 30-80% in Limittests mit zwei Referenzchemikalien	Benzalkoniumchlorid, Zink	
4	Bodenbeschaffenheit - Vermeidungsprüfung zum Prüfen der Bodenbeschaffenheit und der Auswirkungen von Chemikalien auf das Verhalten - Teil 1: Prüfung mit Regenwürmern ( <i>Eisenia fetida</i> und <i>Eisenia andrei</i> )	ISO/DIS 17512-1: (09/2007)	<i>Eisenia fetida/andrei</i>	Fluchtverhalten	Künstlicher Boden, Boden	Kontrolle: Mortalität < 10%, Verteilung in „dualen“ Tests im Bereich 60 : 40%	Borsäure	.
5	Hemmung der Reproduktion von Collembolen ( <i>Folsomia candida</i> ) durch Schadstoffe	DIN 11267 (06/2001)	<i>Folsomia candida</i>	Reproduktion (Anzahl der Jungtiere)	Künstlicher Boden, Boden	Kontrolle: Mortalität < 20%, Vermehrungsrate ≥ 100 Jungtiere: Variationskoeffizient < 30%	Phenmedipham, Parathion	

### II. 11.3 Aquatische Testverfahren zur ökotoxikologischen Untersuchung von Abfalleluaten

Die Abgabe wasserlöslicher Bestandteile aus dem Abfall wird als Hauptmechanismus einer potenziellen Umweltgefährdung von Abfällen gesehen. Ziel der Elutionsverfahren ist es daher, einen wässrigen Extrakt herzustellen, der die Bestimmung der ökotoxischen Eigenschaften der wasserelutierbaren Bestandteile des Abfalls ermöglicht. Zur Herstellung der Abfalleuate sind standardisierte Methoden anzuwenden, die auf nationalen oder internationalen Normen basieren. Aufgrund der Komplexität der Elutionsprozesse sind Vereinfachungen in der Testvorschrift erforderlich.

Die Abfalleuate müssen unmittelbar nach ihrer Herstellung untersucht werden. Eine Untersuchung der Eluate binnen 72 h ist zulässig, wenn diese bei 2-5 °C im Dunkeln gelagert werden. Abfalleuate für die biologische Untersuchungen dürfen nicht durch die Zugabe von Konservierungsmittel oder durch Einfrieren stabilisiert werden. Die Untersuchung der Abfalleuate in den Biotesten hat ohne eine Einstellung des pH-Werts zu erfolgen.

Anmerkung: Dies ist dann problematisch, wenn der pH im nicht physiologischen Bereich der Testorganismen liegt: Bei pH-Werten außerhalb des Bereiches von 6-9 können die Tests nach Einstellung des Bereiches von 6,8 bis 7,2 wiederholt werden.

Für aquatische Testverfahren werden die Abfalleuate mit dem jeweiligen testspezifischen Verdünnungswasser versetzt und in einer geometrischen Verdünnungsreihe mit dem Faktor 2 im Biotest untersucht (s. Abschnitt II.11.4).

Tab. II.11.3 Aquatische Testverfahren zur Untersuchung von Abfalleluaten

Lfd. Nr.	Testmethode	Norm	Testorganismus	Zu Prüfende Kenngröße	Verdünnungsmedium	Validitätskriterien	Referenztestung	Einschränkungen
1*	Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmung der Beweglichkeit von <i>Daphnia magna</i> Straus (Cladocera, Crustacea) – Akuter Toxizitäts-Test	DIN EN ISO 6341 (01/2013) In Verbindung mit Anhang F	<i>Daphnia magna</i>	Immobilisation	Synthetisches Süßwasser ist Oberflächen-/Grundwasser vorzuziehen	Kontrollversuch: Mortalität $\leq 10\%$ , O <sub>2</sub> -Konzentration $\geq 40\%$ -Sättigung EC <sub>50</sub> (Referenz) 0,6-2,1 mg/l	Kaliumdichromat	Anwendung in stark salzhaltigen Eluaten eingeschränkt, Sauerstoffgehalt darf Mindestgehalt nicht unterschreiten
2*	Wasserbeschaffenheit: Süßwasseralgen-Wachstumshemmtest mit <i>Desmodesmus subspicatus</i> und <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	DIN EN ISO 8692 (06/2012) In Verbindung mit Anhang A	<i>Desmodesmus subspicatus</i> , <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	Wachstumsrate	Wachstumsmedium	Kontrollwachstumsrate der Kontrolle $> 1,4/d$ Anstieg des pH-Werts $\leq 1,5$ während des Tests, Variationskoeffizient der Kontrollen $\leq 5\%$	Kaliumdichromat, 3,5-Dichlorphenol	Anwendung in gefärbten, getrübbten oder stark salzhaltigen Eluaten eingeschränkt, nicht anwendbar bei flüchtigen Eluatbestandteilen, eingeschränkter Einsatz bei mehr als 30 mg/l NH <sub>4</sub> im Eluat
3*	Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von <i>Vibrio fischeri</i> (Leuchtbakterientest)	DIN EN ISO 11348-1, -2, -3 (05/2009) In Verbindung mit Anhang B	<i>Vibrio fischeri</i>	Hemmung der Lichtemission nach 30 min	2% NaCl-Lösung	Korrekturfaktor zwischen 0,6 und 1,8 Abweichungen der Parallelsätze; Kontrolle u. G-Stufe $\leq 3\%$ Hemmung (Referenz) 20% -80%	3,5-Dinitrophenol, Zinksulfat, Kaliumdichromat	Keine Anwendung in getrübbten Eluaten und in Eluaten außerhalb des pH-Neutralbereichs (6,0-8,5), unterschiedliche Empfindlichkeit aufgrund der Anzuchtart

Die jeweils mit \* gekennzeichneten Verfahren stellen einen geeigneten Basis-Testfächer dar, der zur Einstufung von Abfällen empfohlen wird.

Tab. II.11.3 Aquatische Testverfahren zur Untersuchung von Abfalleluaten – Fortsetzung -

Lfd. Nr.	Testmethode	Norm	Testorganismus	Zu Prüfende Kenngröße	Verdünnungsmedium	Validitätskriterien	Referenztestung	Einschränkungen
4	Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des erbgutverändernden Potentials in Wasser und Abwasser mittels umu-Test	ISO 13829 (03/2000) oder DIN 38415-3 (12/1996)	<i>Salmonella typhimurium TA 1535/psK1002</i>	Geninduktion	Nährmedium (TGA)	Mindestwachstum der Negativkontrolle = 140 FNU Wachstumsfaktoren $\geq 0,5$ IR (Referenz) $\geq 2$	4-Nitro-quinolin-N-Oxid, 2-Aminoanthracen	Anwendung in gefärbten, getrübbten oder stark salzhaltigen Eluaten eingeschränkt,
5	Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der toxischen Wirkung von Wasserinhaltsstoffen und Abwasser gegenüber Wasserlinsen (Lemmaminor)- Wasserlinsen	DIN EN ISO 20079 (12/2006) in Verbindung mit Anhang B	<i>Lemmnar minor</i>	Hemmung der Wachstumsrate (Frondanzahl)	Nährmedium modif. Steinberg bzw. bei Metallen Medien nach Anhang A	Wachstumsrate der Kontrolle $\geq 0,275/d$ EC <sub>50</sub> (Referenz) 2,2-3,8 mg/l (Steinbergmedium)	3,5-Dichlorphenol	Alternativer Pflanzenwachstumstest bei stark getrübbten oder gefärbten Eluaten. Bei Wachstum in Steinberg-Medium pH-Wert der Proben auf $5,5 \pm 0,2$ einstellen

#### **II. 11. 4 Auswertung von Biotests und Interpretation der Ergebnisse**

Die ökotoxikologische Charakterisierung der Abfallprobe basiert auf den Ergebnissen der Testansätze in der Verdünnungsreihe. Hierbei wird diejenige Verdünnungsstufe bestimmt, die im Sinne des jeweiligen Tests keinen negativen Einfluss auf die Testorganismen ausübt und damit unter der jeweils testspezifischen Wirkschwelle liegt. Das Testergebnis wird dann als Wert der Verdünnungsstufe angegeben und als G-Wert oder LID (lowest ineffectiv dilution) bezeichnet.

Die Biotestergebnisse sind nur gültig, wenn die im jeweiligen Test genannten Validitätskriterien eingehalten wurden. Diese Mindestanforderungen beziehen sich i.d.R. auf Sensitivität der Organismen und die Qualität der Testdurchführung.

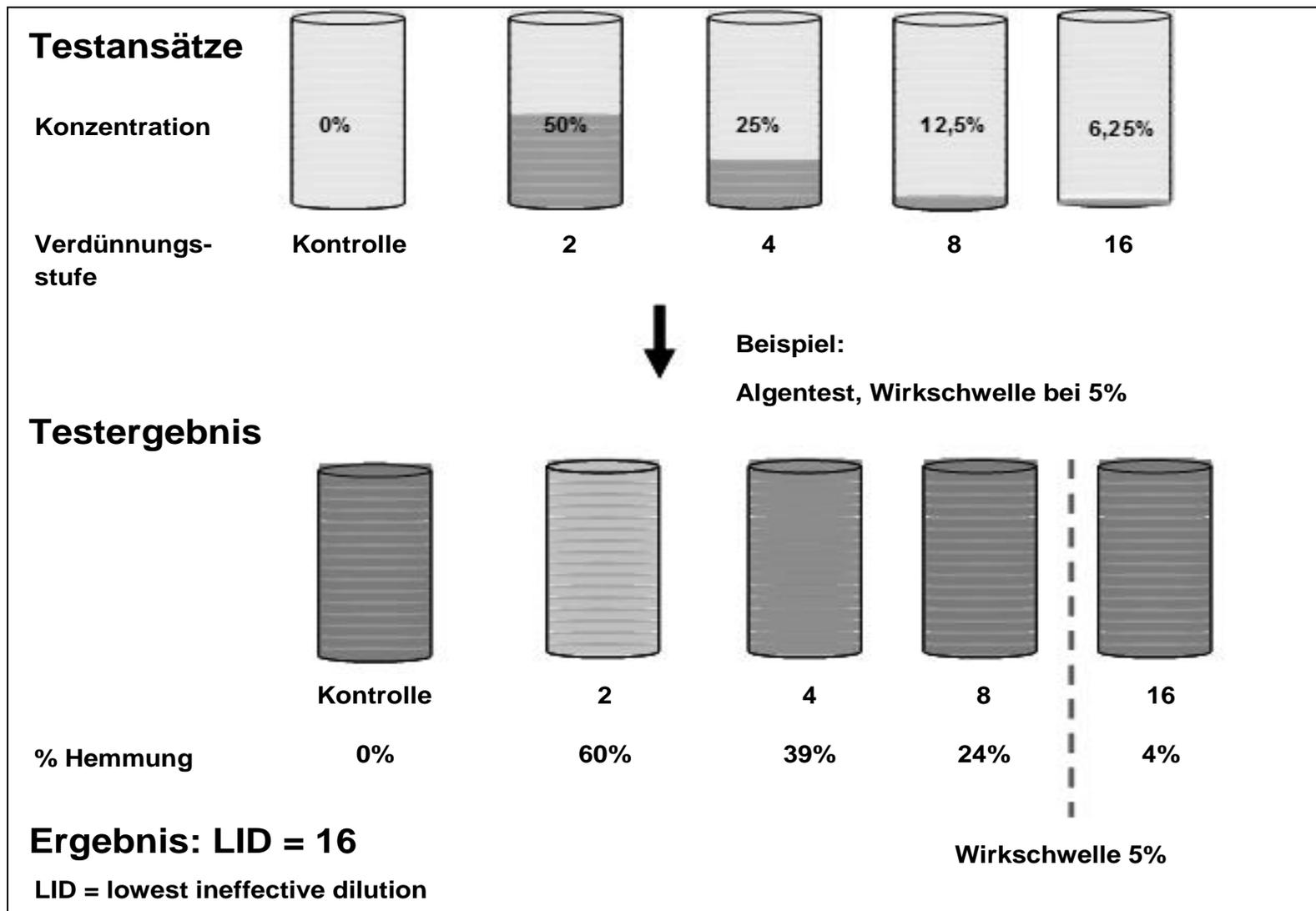


Abb.II.11.4; 1: Ermittlung des Testergebnisses im Biotest

## II.12 Beurteilung von ungleichmäßigen Stoffverteilungen in einem Haufwerk

### Ausgangslage

Feste Abfälle sind in der Regel heterogen zusammengesetzt und weisen Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung auf. In einer Grundmenge können daher Bestandteile mit hohen und niedrigen Schadstoffgehalten nebeneinander auftreten. Als Grundmenge wird die im konkreten Fall anstehende Materialmenge bezeichnet, die räumlich und/oder zeitlich abgrenzbar ist. Abzutrennen davon sind erkennbare Belastungsherde (hot spots), die separat zu beproben und zu bewerten sind.

Die Gewinnung einer repräsentativen Probe ist bei der Heterogenität von Abfällen in der Regel nicht möglich. Deshalb ist eine Beprobung so durchzuführen, dass die charakteristischen Merkmale und die Schwankung der Zusammensetzung des Abfalls, die für die Wahl des Entsorgungsweges maßgeblich sind, erfasst werden.

Dies bedeutet, dass es nicht zulässig ist, z.B. Proben nur dort zu entnehmen und zu Misch- und Sammelproben zusammenzustellen, wo anhand äußerlicher Merkmale des Abfalls eine geringe Belastung erkennbar ist, oder entnommene Einzelproben oder deren Analyseergebnisse nicht zu berücksichtigen.

Im Text der PN 98 wird dazu ausgeführt, dass Proben zu gewinnen sind, deren Eigenschaften weitestgehend den Durchschnittseigenschaften der Gesamtmenge des Prüfguts entsprechen. Eine Einzelprobe, deren Eigenschaften deutlich oberhalb oder unterhalb der Durchschnittseigenschaften liegen, charakterisiert nicht den gesamten Abfall.

Die Untersuchungsergebnisse der Laborproben beziehen sich immer auf die gewählte Grundmenge. Wenn sich signifikant unterschiedliche Werte ergeben, ist zunächst zu prüfen, ob sich alle Ergebnisse auf die gleiche Grundmenge beziehen bzw. ob sich innerhalb einer Grundmenge Anteile mit unterschiedlicher Stoffzusammensetzung befinden. Sollte dies der Fall sein, ist zu prüfen, ob eine getrennte Beprobung und Entsorgung dieser Anteile erforderlich ist.

Die Anwendung dieser Messwertbeurteilung im Rahmen gesetzlicher und untergesetzlicher Regelwerke ist nur dann möglich, soweit dies im Einklang mit den dort getroffenen Festlegungen und deren Zielsetzungen steht. Die Anwendung erstreckt sich somit nicht auf die, an verschiedenen Chargen/Haufwerken beispielsweise gemäß DepV durchzuführenden Überprüfungen und Kontrolluntersuchungen, sondern ausschließlich auf die Beurteilung von mehreren Proben aus **einem** Haufwerk. Insofern werden die Vorgaben der DepV hinsichtlich der Zulässigkeit von Überschreitungen nicht davon berührt.

### Ansatz zur Beurteilung

In den verschiedenen Umweltbereichen gibt es unterschiedliche Ansätze für die Beurteilung der Einhaltung von Grenzwerten, z.B. die 4 von 5 - Regel im Abwasserbereich.

Vorgaben zur Beurteilung der Messwerte von Abfällen liegen bisher nur in Einzelfällen vor, z.B. bei der Prüfung der Kontrollanalysen auf Deponien oder zu Überschreitungen der Grenzwerte der Klärschlammverordnung.

Gegenstand der folgenden Ausführungen ist ein Ansatz zur Beurteilung bei Vorliegen mehrerer Analysenwerte für ein Haufwerk. Der Beurteilungsansatz basiert auf den folgenden Voraussetzungen:

- keine Vermischung von Abfällen unterschiedlicher Zusammensetzung. mit dem Ziel der Veränderung von Schadstoffgehalten,
- Beprobung des Haufwerks nach den Vorgaben der LAGA-RL PN 98,
- Erhalt der Merkmalsverteilung des Haufwerks bei der Gewinnung der Laborproben.

**Ein Grenzwert<sup>7</sup> gilt als eingehalten, wenn die obigen Voraussetzungen und mindestens eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:**

- alle Messwerte der Laborproben unterschreiten den Grenzwert oder
- der Mittelwert (M) und 80 % (4 von 5-Regel) aller Laborproben (LP) unterschreiten den Grenzwert oder
- der Mittelwert zuzüglich der ermittelten Streuung des Mittelwerts unterschreitet den Grenzwert (statistischer Ansatz).

### Berechnungsgrundlagen für die statistische Streuung

Die Streuung des Mittelwertes der Laborproben ergibt sich zu

$$1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$$

Der Grenzwert gilt dann als eingehalten, wenn:

$$M + 1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}} \leq \text{Grenzwert}$$

<sup>7</sup> Grenz-, Zuordnungswert

$LP$	Laborprobe
$n$	Anzahl der LP der beprobten Grundmenge
$M$	Mittelwert aus $n$ Einzelwerten der Analyse der $n$ LP
$S(LP)$	Standardabweichung der $n$ Einzelwerte der Analyse von $n$ LP (schließt die Innerlabor-Standardabweichung mit ein)
$\frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	Standardabweichung des Mittelwertes der Analyse von $n$ LP
$M \pm 1,65 \cdot \frac{S_{LP}}{\sqrt{n}}$	1,65-fache Standardabweichung des Mittelwertes der Analyse von $n$ LP; Vertrauensbereich (einseitige Fragestellung) 95 % für große Probenzahlen

**Anmerkung:** Bei den drei Bewertungsvarianten ist die Messunsicherheit (MU) nicht bzw. nicht vollständig berücksichtigt. Die MU lässt sich ebenso wie die Variabilität des Materials als Streuung darstellen. Sie kann z.B. aus den Ergebnissen von Ringversuchen abgeleitet werden (siehe z.B. Vorschlag des Fachbeirates Bodenuntersuchungen). Beide Streuungen zusammen ergeben die Ergebnisunsicherheit (EU).

### Fallbeispiele:

**Tab.1:** Einhaltung eines Grenzwertes von 50 für je 9 Laborproben (LP) aus 7 Haufwerken mit einer Grundmenge von 500 m<sup>3</sup>

	Halde 1	Halde 2	Halde 3	Halde 4	Halde 5	Halde 6	Halde 7
LP 1	49,3	45,9	47,7	48,9	48,9	1,0	47,7
LP 2	49,7	42,8	44,2	45,1	45,1	<b>52,4</b>	49,0
LP 3	40,7	44,2	<b>52,3</b>	37,3	37,3	<b>55,5</b>	<b>52,3</b>
LP 4	45,1	<b>51,5</b>	38,0	49,0	39,0	5,7	48,6
LP 5	41,1	38,1	<b>50,8</b>	44,7	44,7	2,3	<b>56,8</b>
LP 6	48,5	46,5	48,6	41,4	41,4	<b>55,6</b>	48,6
LP 7	46,3	42,6	44,7	<b>102,0</b>	<b>91,0</b>	<b>50,6</b>	47,5
LP 8	49,4	39,6	45,1	40,1	40,1	5,2	45,1
LP 9	46,6	46,4	35,0	45,7	45,7	48,5	49,0
Mittelwert:	46,3	44,2	45,1	<b>50,5</b>	48,1	30,8	49,4
$n$	9	9	9	9	9	9	9
$S(LP)$	3,45	4,01	5,66	19,71	16,49	25,95	3,34
$S(LP) \%$	7,4%	9,1%	12,5%	39,1%	34,3%	84,3%	6,8%
$1,65 \cdot \frac{S(LP)}{\sqrt{n}}$	1,90	2,21	3,11	10,84	9,07	14,27	1,84
$M + 1,65 \cdot \frac{S(LP)}{\sqrt{n}}$	48,2	46,4	48,3	<b>61,3</b>	<b>57,2</b>	45,0	<b>51,2</b>
alle Werte < 50	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
4 von 5 Regel eingehalten	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein
Mittelwert + Streuung < 50	ja	ja	ja	nein	nein	ja	nein

In Tabelle 1 werden Untersuchungsergebnisse von Laborproben aus verschiedenen Haufwerken gezeigt. An diesen Fallbeispielen wird die Anwendung der drei Bewertungskriterien auf Untersuchungsergebnisse aus Haufwerksbeprobungen dargestellt.

Die kommentierten Prüfergebnisse sind Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tab.2:** Prüfergebnisse mit Kommentaren für die Fallbeispiele „Halde 1 bis 7“

Halden Nr.	Kommentar zur Anwendung des Bewertungsansatzes	Prüfergebnis
Halde 1	Alle Messergebnisse liegen unterhalb des Grenzwertes	GW eingehalten
Halde 2	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel und des statistischen Ansatzes werden erfüllt.	GW eingehalten
Halde 3	Zwei Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel wird nicht erfüllt, da zwei Überschreitungen erst ab 10 Werten zulässig sind. Der statistische Ansatz wird erfüllt.	GW eingehalten
Halde 4	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert überschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel wird wegen Überschreitung des Mittelwerts nicht erfüllt. Die Bedingung des statistischen Ansatzes wird nicht erfüllt.	<b>GW nicht eingehalten</b>
Halde 5	Ein Wert liegt oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel wird erfüllt. Die Bedingung des statistischen Ansatzes wird nicht erfüllt.	GW eingehalten
Halde 6	<p>Vier Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel wird nicht erfüllt. Der statistische Ansatz ist erfüllt.</p> <p>Der Beurteilungsansatz basiert jedoch auf den Voraussetzungen, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– keine Vermischung von Abfällen unterschiedlicher Zusammensetzung mit dem Ziel der Veränderung von Schadstoffgehalten erfolgt</li> <li>– und der Erhalt der Merkmalsverteilung des Haufwerks bei der Gewinnung der Laborproben gewährleistet ist.</li> </ul> <p>Die vorliegenden Ergebnisse deuten auf eine zweigipfelige Verteilung in den Laborproben hin. Es bestehen Zweifel, dass die erhaltenen Untersuchungsergebnisse die tatsächliche Merkmalsverteilung in der Halde abbilden. Durch geeignete Maßnahmen ist dieses zu überprüfen.</p>	<b>weiterer Prüfbedarf</b>
Halde 7	Zwei Werte liegen oberhalb des GW, der Mittelwert unterschreitet den GW. Die Bedingung der 4 von 5 Regel wird nicht erfüllt, da zwei Überschreitungen erst ab 10 Werten zulässig sind. Der statistische Ansatz wird nicht erfüllt.	<b>GW nicht eingehalten</b>

### III. Beurteilung der Vollständigkeit und Qualität von Prüfberichten und Gutachten

#### 1. Einleitung

In einem Gutachten erfolgt die Dokumentation und Bewertung der durchgeführten Untersuchungen und der erhaltenen Untersuchungsergebnisse. Gutachten bzw. Analysenergebnisse werden von Auftraggebern oder Behördenmitarbeitern gemeinhin genutzt, um weitreichende Entscheidungen zu treffen. Für die Entscheidungsfindung ist sicherzustellen, dass die Untersuchungsergebnisse die richtige Qualität aufweisen.

Aktuell ist der Wissenstand bei Auftraggebern, Behörden und Gutachtern zum Stellenwert von Probenahmeplan, Probenahmeprotokoll und Probenbegleitprotokoll recht lückenhaft. Die im Folgenden dokumentierte Entscheidungshilfe zur Bewertung von Prüfberichten/Gutachten soll den Behörden aber auch den Auftraggebern helfen, mit einfachen Mitteln zu erkennen wie belastbar ein vorgelegtes Untersuchungsergebnis bzw. ein Messwert ist.

#### 2. Qualitätsstufen für Prüfberichte und Gutachten

Die Bewertung eines Gutachtens soll die Ermittlung und Beurteilung des Grades der Erfüllung vorgegebener Zielvorstellungen für das zu untersuchende Bewertungsobjekt darstellen. Hauptintention bei der Bewertung ist eine erreichte oder geplante Qualität zu kennzeichnen und Ansatzpunkte für mögliche bzw. notwendige Veränderungen/Verbesserungen aufzuzeigen (Tab. 1). In Anlehnung an Ratingskalen, die im Rahmen von Bonitätsprüfungen verbreitet sind, werden folgende **Qualitätsstufen** unterschieden:

##### Qualitätsstufe A+

Ein Prüfbericht/Gutachten mit der Qualitätsstufe A+ hat eine sehr hohe Aussagekraft. Die Stufe wird jedoch nur bei Vollständigkeit aller unten aufgeführten Einflussfaktoren erreicht. Entscheidungen auf dieser Grundlage bergen keine besonderen Risiken. Ein solcher Prüfbericht oder solches Gutachten wird auch für spätere/folgende Fragestellungen als Grundlage geeignet sein.

##### Qualitätsstufe A

Ein Prüfbericht/Gutachten mit der Qualitätsstufe A besitzt eine hohe Aussagekraft im Hinblick auf die konkrete Fragestellung.

##### Qualitätsstufe B

Ein Prüfbericht/Gutachten mit der Qualitätsstufe B ist ein durchschnittliches Gutachten. Bei einem solchen Gutachten können z. B. Messergebnisse von den tatsächlichen Werten abweichen, wenn Faktoren wie Laborprotokolle nach DIN 19747 oder Laborprüfberichte im

vorgelegten Gutachten nicht vorhanden sind. Es ist z.B. unklar, ob die Gesamtprobe oder nur das Feinmaterial untersucht wurde.

### **Qualitätsstufe C**

Bei einem Prüfbericht/Gutachten mit der Qualitätsstufe C besteht die Gefahr, dass an der falschen Stelle, mit den falschen Methoden oder auf die falschen Parameter untersucht wurde. Das Ergebnis stellt lediglich eine Möglichkeit dar und ist allenfalls als Zufallsbefund zu werten.

### **Qualitätsstufe C-**

Die Ergebnisse sind **nicht bewertbar**, wenn ein Prüfbericht/Gutachten die Qualitätsstufe C- aufweist. Auftraggeber und Behörden, die bereit sind ein Gutachten der Stufe B bis C- zu akzeptieren, gehen ein hohes Risiko ein.

### **Fazit**

Die Erfahrung zeigt, dass nahezu immer diejenigen Untersuchungsvorhaben zum Scheitern verurteilt waren, die an mangelhaft durchgeführten und unvollständig dokumentierten Untersuchungen krankten. Kostenexplosionen bei der Entsorgung und lange Baustillstandszeiten standen in keinem Verhältnis zu den eingesparten Gutachterkosten.

**Anlage 1: Checkliste - Vollständigkeitsprüfung von Prüfberichten/Gutachten zur Abfalleinstufung**

Gutachten:

Autor:

Datum:

	Bestandteile des Gutachtens	vorhanden	resultierende Qualitätsstufe fehlt → (ausschlaggebend ist die schlechteste erzielte Qualitätsstufe)	Bemerkungen
1	Veranlassung/Fragestellung/Untersuchungsziel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>A bis B</b>	
2	Informationen über den Abfall liegen vor: - Typische Zusammensetzung vergleichbarer Abfälle aus z.B. ABANDA - konkrete Entstehungsgeschichte im Betrieb, Besonderheiten - bei mineralischen Abfällen zusätzlich Bauschadstoffe, geogene Belastungen und nutzungsbedingte Kontaminationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b>	
3	Probenahme-strategie (stoffliche Charakterisierung/Hot Spot/Qualitätssicherung),	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C</b>	
4	Probenahmeplan: Festlegung der Parameter und Analysemethoden anhand des Entsorgungszieles (z.B. DepV, LAGA) maßstäblicher Lageplan, Festlegung der Beprobungs-orte, Festlegung von Probenvorbehandlung, Probenmengen, Probenbehältern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C</b> (Bei Probenahme durch <b>Sachkundi-</b> gen)	Wenn der <b>Fachk</b> undige die Probe nimmt, können diese Punkte auch im Rahmen des Probenahmeprotokolls dokumentiert werden.
5	Probenahmeprotokoll: Dokumentation von Abweichungen zum Probenahmeplan, sorgfältige Beschreibung von Grundgesamtheit und Probe, Wurden alle relevanten Punkte die nach LAGA PN98 gefordert werden ausgefüllt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>C-</b>	Evtl. kann auf B aufgewertet werden, wenn zumindest ein Feldprotokoll geführt wurde.
6	Laborprotokoll nach DIN 19747*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C-</b>	z.B.: Das Aufmahlen oder gar Trocknen im Trockenschrank von Probenmaterial mit flüchtigen Stoffen (z.B. LHKW- und BTEX-haltigen Proben) führt zur Abwertung nach C-!
7	Dokumentation der Stabilisierung der Proben, korrekte Lagerung*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B bis C-</b>	z.B.: Das <b>Nicht</b> -Überführen von Untersuchungsmaterial in Methanol beim Umgang mit LHKW- und BTEX-haltigen Proben führt zur <b>Abwertung</b> nach <b>C-</b> !
8	Laborprüfberichte zur chemischen Analytik*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>A</b>	
9	Bewertung der Messergebnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> → <b>B</b>	

**Qualitätsstufen:**

A+:	sehr hohe Aussagekraft	Gutachten wird auch für spätere Fragestellungen als Grundlage geeignet sein ( <b>wird nur bei Vollständigkeit erreicht!</b> )
A:	hohe Aussagekraft	im Hinblick auf die konkrete Fragestellung ein gut bewertbares Gutachten
B:	durchschnittlich	die Messergebnisse können von den tatsächlichen Werten abweichen, durchschnittliches Gutachten
C:	Zufallsbefund	es besteht die Gefahr, dass an der falschen Stelle oder auf die falschen Parameter untersucht wurde. Das Ergebnis stellt eine Möglichkeit dar. Die Werte können deutlich höher oder niedriger sein.
C-:	sinnlose Geldverschwendung, Ergebnisse sind nicht bewertbar.	

\* Sofern alle Proben gleich behandelt wurden ist ein Dokument stellvertretend für alle Proben ausreichend.

## Anlage 2: Checkliste - Qualität von Feststoffuntersuchungen

Lfd. Nr.	Einflussfaktoren auf Ergebnis-/Aussagequalität	Missachtung	Resultierende Qualitätsstufe (QSt) (ausschlaggebend ist die resultierende schlechteste QSt)	Bemerkungen
1	Mindestanzahl der LP gemäß LAGA PN 98	<input type="checkbox"/>	B bis C	Erhöhung der Mindestanzahl LP führt zu A
2	Probenvorbereitung gemäß DIN 19747 (Durchführung von Vor-/Kontrollsiebungen nach normgerechter Abtrennung von Fremdmaterialien; Normkonforme Zerkleinerung für anorg./org. Gesamtgehalte (< 250µm) mit normkonformer Kontrollsiebung;  Prüfprobenmasse ≥ 400g	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	B bis C <sub>2</sub>	Mangelnde Abtrennung von Fremdanteilen führt zu C Abweichende Endfeinheit zu <250µm ohne Kontrollsiebung führt zu C Vollständige Zerkleinerung (<<100µm) führt zur Verschlechterung der QSt (=C) Zerkleinerung ohne Kontrollsiebung (<250µm) führt zur Verschlechterung der QSt (C <sub>1</sub> ) Erhöhung der Prüfprobenmasse führt zu A; Geringere Prüfprobenmasse (<< 200g) führt zu C <sub>2</sub>
3	Königswasserextraktion (anorg. Gesamtgehalte) (Anwendung des Referenzverfahrens der LAGA Methodensammlung Abfalluntersuchung)	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
4	Atom-spektroskopische Elementbestimmung zwecks Bestimmung der anorg. Gesamtgehalte gemäß Referenzverfahren der Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
5	Eluat-/Perkolatgewinnung gemäß Referenzverfahren der LAGA-Methodensammlung)	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
6	Bestimmung der mobilisierbaren anorg. Stoffgehalte gemäß Referenzverfahren der Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
7	Bestimmung der mobilisierbaren org. Gesamtgehalte gemäß Referenzverfahren der Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
8	Bestimmung der org. Gesamtgehalte gemäß Referenzverfahren der Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
9	Anwendung von Biotests gemäß Referenzverfahren der Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Anwendung des alternativen Referenzverfahrens führt zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufe; Anwendung eines nicht validierten sonstigen Verfahrens führt zur QSt=B
10	Ergebnisangabe gemäß LAGA-Methodensammlung	<input type="checkbox"/>	A	Abweichende Angabe (> drei Signifikante Stellen) führt zur Verschlechterung der QSt (=B)

## Qualitätsstufen (QSt):

A+: sehr große Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse  
A: hohe Belastbarkeit des Untersuchungsergebnisses  
B: durchschnittliche Belastbarkeit des Analyseergebnisses

C: Zufallsbefund  
C<sub>1</sub>: minderwertiges Untersuchungsergebnis  
C<sub>2</sub>: sehr minderwertiges Untersuchungsergebnis

## IV. Anhang

### III.1 Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I Nr. 22, S. 900), zuletzt geändert durch Art. 7 V v. 2.5.2013 I 973
- [2] Entwurf Mantelverordnung, Artikel 2 Ersatzbaustoffverordnung (3. Arbeitsentwurf, E-EBV), 24. Juli 2015
- [3] Entwurf Abfallklärslammverordnung (E-AbfKlärV), 31.08.2015
- [4] Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung – VersatzV), BGBl. I S. 2833, 24.07.2002; zuletzt geändert durch Artikel 11 G Ratsentscheidungs-Umsetzungs VO vom 15.07.2006, BGBl. I S. 1619
- [5] Klärschlammverordnung (AbfKlärV), BGBl. I S. 912, 15.04.1992; zuletzt geändert durch Art. 4 VO zur Vereinfachung der abfallrechtl. Überwachung v. 20.10.2006, BGBl. I S. 2298
- [6] Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV), BGBl. I S. 2955, 21.09.1998; geändert durch Art. 5 VO zur Vereinfachung der abfallrechtl. Überwachung v. 20.10.2006, BGBl. I S. 2298; zuletzt geändert durch Änderungsverordnung vom 27.04.2012, BGBl. I S. 611
- [7] Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV), BGBl. I S. 3302, 15.08.2002; zuletzt geändert durch Art. 2a zur Vereinfachung der abfallrechtl. Überwachung v. 20.10.2006, BGBl. I S. 2298
- [8] Altölverordnung (AltöIV), BGBl. I S. 1368; geändert durch Art. 2 VO zur Vereinfachung der abfallrechtl. Überwachung v. 20.10.2006, BGBl. I S. 2298
- [9] Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG (Nr. 3h, Auszug) zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. Dezember 2014 (ABl. L 363, S. 67) (Anm.:diese Änderungen betreffen die Anhänge IV und V)
- [10] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil III Probenahme und Analytik, 05.11.2004
- [11] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Kompetenznachweis und Notifizierung von Prüflaboratorien und Messstellen (Untersuchungsstellen) im abfallrechtlich geregelten Umweltbereich, Fachmodul Abfall, Stand: Oktober 2011
- [12] 64. Abfalltechnik-Ausschuss-Sitzung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), TOP 8, Saarbrücken 31.01./01.02. 2005; und 79. ATA TOP 5.5 Schleswig 19./20.06.2012
- [13] DIN 38407-3: 1998-07; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F), Teil 3: Gaschromatographische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (F3)

- [14] Brank, F.-R., Wentrup, G.-J., Quantifizierung von polychlorierten Biphenylen (PCB) in Altöl, Erdöl und Kohle – Erdgas – Petrochemie vereinigt mit Brennstoffchemie, Bd. 38 Heft 10 (1985)
- [15] P. Lehnik-Habrink et al, Erarbeitung und Validierung von Verfahren zur Bestimmung von polychlorierten Terphenylen in organischen Materialien, Umweltbundesamt (UBA) UFOPLAN 201 31 327 (2005)
- [16] Beschlüsse zur abfallrechtlichen Marktüberwachung TOP 47 der 83. Umweltministerkonferenz (UMK), Heidelberg 24.10.2014
- [17] Bekanntmachung des BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) vom 06.12.1989 - I G II 5 - 134/11 - „Analytische Verfahren zur Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (PCB) und polychlorierten Terphenylen (PCT) gemäß § 5 der PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung vom 18. Juli 1989“. 8
- [18] BMU: Bekanntmachung analytischer Verfahren für Probenahmen und Untersuchungen für die im Anhang der Chemikalien-Verbotsverordnung genannten Stoffe und Stoffgruppen; Stand: 08. August 2007
- [19] 79. Abfalltechnik-Ausschuss-Sitzung der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), TOP 5.5 Schleswig 19./20.Juni 2012

---

<sup>8</sup> Unter 2.1 „Anwendung der DIN 51527“ der Bekanntmachung heißt es: „Die quantitative Bestimmung polychlorierter Biphenyle (PCB) erfolgt gaschromatographisch mittels Kapillarsäule und Elektronen-Einfang-Detektor nach DIN 51527 Teil1.“ Weiter: „Der PCB-Gesamtgehalt entspricht dem PCB-Bestimmungswert multipliziert mit dem Faktor 5.“

### III. 2 Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
AbfKlärV	Abfallklärschlammverordnung
AFS	Atomfluoreszenzspektroskopie
AltholzV	Altholzverordnung
AltölV	Altölverordnung
AP	Analysenprobe
ArtikelV	Artikelverordnung
AT <sub>4</sub>	Atmungsaktivität (nach vier Tagen ermittelt)
BG	Bestimmungsgrenze
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BM	Bodenmaterial
BTEX	Kurzform für: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäische Normungsinstitution)
CFA	Kontinuierliche Fließinjektionsanalyse
CKW	Chlorkohlenwasserstoffe
CN	Cyanide
DepV	Deponieverordnung
DEV	Deutsche Einheitsverfahren
DIN	Deutsches Institut für Normung
DK	Deponieklasse
DOC	Dissolved organic matter
DP	Durchschnittsprobe
EBV	Ersatzbaustoffverordnung
EDRFA	Energiedispersive Röntgenfluoreszenz
E-DIN	Entwurf einer DIN-Norm
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm (CEN)
EOX	Extrahierbare organische Halogenverbindungen
EP	Einzelprobe
EPA	Environmental Protection Agency
FAU	Formazin Attenuation Units (Formazin Schwächungseinheiten)
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FIA	Fließinjektionsanalyse
FL	Flamme
FNU	Formazin Nephelometric Units (Formazin nephelometrische Einheiten)
GB <sub>21</sub>	Gasbildungspotenzial (nach 21-Tagen ermittelt)
GC	Gaschromatographie
GC-ECD	Gaschromatographie-Elektroneneinfangdetektor
GC-FID	Gaschromatographie-Flammenionisationsdetektor
GC-MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
G-AAS	Graphitrohr AAS
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HSGC	Headspace Gaschromatographie
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma ( <i>Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry</i> )
ICP - OES	Optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma ( <i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry</i> )
IR	Infrarotspektroskopie
ISO	Internationale Organisation für Normung ( <i>International Organization for Standardization</i> )
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
ISO/DIS	ISO-Normentwurf ( <i>Draft International Standard</i> )
ISO/TR	ISO-Technischer Bericht ( <i>Technical Report</i> )
KS	Klärschlamm
KW	Kohlenwasserstoffe

Lag-Phase	Phase zwischen Animpfen des Ansatzes und Erreichen der max. Teilungsrate
LAGA	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAGA M 20	LAGA Merkblatt 20
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
LID	Lowest Ineffective Concentration
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MP	Mischprobe
MPV	<b>M</b> echanische <b>P</b> robenvorbereitung
MTBE	Methyl-tertiär-Butylether
NTU	Nephelometric Turbidity Unit (Nephelometrische Trübungs-Einheiten)
OAB	Obere Arbeitsbereich
OZ	Ordnungszahl
PAK	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenz-p-dioxine und Dibenzofurane
pflv.	pflanzenverfügbar
PN	Probenahme
POP-VO	Verordnung über <b>P</b> ersistent <b>O</b> rganic <b>P</b> ollutants
PV	Probenvorbereitung (mechanisch)
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
SP	Sammelprobe
SPME	Solid Phase Micro Extraction
SPEC	Specification (Norm-Spezifikation $\cong$ Vornorm)
TM	Trockenmasse
TNb	Total Nitrogen bounded
TON	Geruchsschwellenwert ( <b>T</b> hreshold <b>O</b> odour <b>N</b> umber)
TFN	Geschmacksswellenwert ( <b>T</b> hreshold <b>F</b> lavour <b>N</b> umber)
TR LAGA	Technischen Regeln der LAGA
TR LAGA TEIL III	Technischen Regeln der LAGA Teil III (Probenahme und Analytik)
UAG	Untere Anwendungsgrenze
UAB	Unterer Arbeitsbereich
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VersatzV	Versatzverordnung