

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | DIN EN 17200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| ICS 91.100.01                        | <div>Ersatz für<br/>DIN CEN/TS 17200<br/>(DIN SPEC 18484):2019-03</div> <div><b>Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen –<br/>Analyse von anorganischen Stoffen in Aufschlusslösungen und Eluaten –<br/>Analyse mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma<br/>(ICP-MS);<br/>Deutsche Fassung EN 17200:2023</b></div> <div>Construction products: Assessment of release of dangerous substances –<br/>Analysis of inorganic substances in eluates and digests –<br/>Analysis by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS);<br/>German version EN 17200:2023</div> <div>Produits de construction: Évaluation de l’émission de substances dangereuses –<br/>Analyse des substances inorganiques dans les digestats et les éluats –<br/>Analyse par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS);<br/>Version allemande EN 17200:2023</div> |                                                                                     |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Gesamtumfang 35 Seiten                                                              |
| DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 17200:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der NA 005-53 FBR „Fachbereichsbeirat KOA 03 – Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (SpA zu CEN/TC 351, CEN/TC 351/WG 3, CEN/TC 351/WG 4 und CEN/TC 351/WG 5)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

### **Änderungen**

Gegenüber DIN CEN/TS 17200 (DIN SPEC 18484):2019-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung von Präzisionsdaten für das Verfahren, siehe Abschnitt 13 und Anhang A, und Angaben zur Nachweisgrenze der Methode, siehe Unterabschnitt 12.7 und Anhang B;
- b) redaktionelle Überarbeitung und Aktualisierung des Dokuments.

### **Frühere Ausgaben**

DIN CEN/TS 17200 (DIN SPEC 18484): 2019-03

Deutsche Fassung

**Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen  
Stoffen —  
Analyse von anorganischen Stoffen in Aufschlusslösungen und  
Eluaten —  
Analyse mit induktiv gekoppeltem Plasma —  
Massenspektrometrie (ICP-MS)**

Construction products: Assessment of release of  
dangerous substances —  
Analysis of inorganic substances in eluates  
and digests —  
Analysis by inductively coupled plasma mass  
spectrometry (ICP-MS)

Produits de construction: Évaluation de l'émission de  
substances dangereuses —  
Analyse des substances inorganiques dans les digestats  
et les éluats —  
Analyse par spectrométrie de masse avec plasma à  
couplage inductif (ICP-MS)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. August 2023 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

|                                                                                                                                                        | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort . . . . .                                                                                                                         | 4     |
| Einleitung . . . . .                                                                                                                                   | 5     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                                                                          | 6     |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                                                                                     | 6     |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                                                                                   | 6     |
| 4 Abkürzungen . . . . .                                                                                                                                | 8     |
| 5 Kurzbeschreibung . . . . .                                                                                                                           | 8     |
| 6 Interferenzen . . . . .                                                                                                                              | 9     |
| 6.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                              | 9     |
| 6.2 Spektrale Interferenzen . . . . .                                                                                                                  | 9     |
| 6.2.1 Interferenzen durch isobare Elemente . . . . .                                                                                                   | 9     |
| 6.2.2 Interferenzen durch isobare Moleküle und durch doppelt geladene Ionen . . . . .                                                                  | 9     |
| 6.3 Nicht-spektrale Interferenzen . . . . .                                                                                                            | 9     |
| 7 Reagenzien . . . . .                                                                                                                                 | 10    |
| 8 Prüfeinrichtung . . . . .                                                                                                                            | 12    |
| 9 Verfahren . . . . .                                                                                                                                  | 13    |
| 9.1 Untersuchungsprobe . . . . .                                                                                                                       | 13    |
| 9.2 Prüfmenge . . . . .                                                                                                                                | 13    |
| 9.3 Einstellung des Geräts . . . . .                                                                                                                   | 14    |
| 9.4 Kalibrierung . . . . .                                                                                                                             | 14    |
| 9.4.1 Kalibrierfunktion . . . . .                                                                                                                      | 14    |
| 9.4.2 Kalibrierung durch Beimengung von Standards . . . . .                                                                                            | 15    |
| 9.4.3 Bestimmung der Korrekturfaktoren . . . . .                                                                                                       | 15    |
| 9.4.4 Veränderliches Isotopenverhältnis . . . . .                                                                                                      | 15    |
| 9.5 Messung der Probe . . . . .                                                                                                                        | 15    |
| 10 Berechnung . . . . .                                                                                                                                | 16    |
| 10.1 Berechnungen für Aufschlusslösungen von Bauprodukten . . . . .                                                                                    | 16    |
| 10.2 Berechnung für Eluate von Bauprodukten . . . . .                                                                                                  | 16    |
| 11 Auswertung der Ergebnisse . . . . .                                                                                                                 | 16    |
| 12 Leistungsmerkmale . . . . .                                                                                                                         | 16    |
| 12.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                             | 16    |
| 12.2 Blindwert . . . . .                                                                                                                               | 16    |
| 12.3 Prüfung der Kalibrierung . . . . .                                                                                                                | 17    |
| 12.4 Signal des internen Standards . . . . .                                                                                                           | 17    |
| 12.5 Interferenz . . . . .                                                                                                                             | 17    |
| 12.6 Wiederfindung . . . . .                                                                                                                           | 17    |
| 12.7 Anhaltswerte für die Nachweisgrenze des Verfahrens . . . . .                                                                                      | 17    |
| 13 Leistungsfähigkeit der Prüfung . . . . .                                                                                                            | 17    |
| 14 Prüfbericht . . . . .                                                                                                                               | 18    |
| Anhang A (informativ) Validierungsergebnisse für die Analyse von anorganischen Substanzen in Eluaten und Aufschlusslösungen von Bauprodukten . . . . . | 20    |
| A.1 Allgemeines . . . . .                                                                                                                              | 20    |
| A.2 Präzisionsdaten für die Analyse von Eluaten von Bauprodukten . . . . .                                                                             | 20    |
| A.3 Präzisionsdaten für die Analyse von Aufschlusslösungen mit <i>Königswasser</i> von Bauprodukten . . . . .                                          | 26    |
| Anhang B (informativ) Anhaltswerte für die MDL . . . . .                                                                                               | 32    |
| Literaturhinweise . . . . .                                                                                                                            | 33    |

## Tabellen

|                                                                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Typische Werte für die Wiederholpräzision und Vergleichpräzision des Medians . .</b>                                        | <b>18</b> |
| <b>Tabelle A.1 — Präzisionsdaten für Eluate aus monolithischer Kupferschlacke . . . . .</b>                                                | <b>21</b> |
| <b>Tabelle A.2 — Präzisionsdaten für Eluate aus zementstabilisierter Kohleflugasche . . . . .</b>                                          | <b>21</b> |
| <b>Tabelle A.3 — Präzisionsdaten für Eluate aus dampfgehärtetem Porenbeton . . . . .</b>                                                   | <b>22</b> |
| <b>Tabelle A.4 — Präzisionsdaten für Eluate aus zerkleinerter Kupferschlacke . . . . .</b>                                                 | <b>23</b> |
| <b>Tabelle A.5 — Präzisionsdaten für Eluate aus recyceltem Beton . . . . .</b>                                                             | <b>24</b> |
| <b>Tabelle A.6 — Präzisionsdaten für Eluate aus zerkleinertem Mauerwerk . . . . .</b>                                                      | <b>25</b> |
| <b>Tabelle A.7 — Leistungskennwerte für die Analyse von Eluaten in Übereinstimmung mit<br/>EN 16637-2 und EN 16637-3 . . . . .</b>         | <b>26</b> |
| <b>Tabelle A.8 — Präzisionsdaten für Eluate aus monolithischer Kupferschlacke . . . . .</b>                                                | <b>27</b> |
| <b>Tabelle A.9 — Präzisionsdaten für Aufschlusslösungen mit <i>Königswasser</i> aus Kupferschlacke . .</b>                                 | <b>27</b> |
| <b>Tabelle A.10 — Präzisionsdaten für Aufschlusslösungen mit <i>Königswasser</i> aus zerkleinertem<br/>Beton . . . . .</b>                 | <b>28</b> |
| <b>Tabelle A.11 — Präzisionsdaten für Aufschlusslösungen mit <i>Königswasser</i> aus Polyethylen<br/>niedriger Dichte (LDPE) . . . . .</b> | <b>29</b> |
| <b>Tabelle A.12 — Präzisionsdaten für Aufschlusslösungen mit <i>Königswasser</i> aus Kohleflugasche<br/>(QC Werkstoff) . . . . .</b>       | <b>30</b> |
| <b>Tabelle A.13 — Leistungskennwerte für die Inhaltsanalyse nach Aufschluss mit <i>Königswasser</i> . .</b>                                | <b>31</b> |
| <b>Tabelle B.1 — Anhaltswerte für die MDLs für Eluate . . . . .</b>                                                                        | <b>32</b> |

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN 17200:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 351 „Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung gefährlicher Stoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 17200:2018+AC:2018.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Hinzufügung von Leistungsdaten und Daten aus Vergleichsvalidierung;
- Abgleich der Begriffe innerhalb der Arbeitsgruppen von CEN/TC 351, d. h. durch die überarbeitete Version von EN 16687.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Einleitung

Nach einer umfassenden Auswertung der verfügbaren Verfahren zur Analyse von Gehalten und Eluaten in Bauprodukten (CEN/TR 16045) wurde festgestellt, dass Multielement-Analysenverfahren gegenüber Verfahren, die für einzelne Elemente oder kleine Gruppen von Elementen entwickelt wurden, Vorrang haben. Das bedeutet, dass bei anorganischen Stoffen für die Analyse von Auszügen, die aus Aufschlüssen oder aus durch Auslaugung erhaltenen Eluaten gewonnen werden, ICP-Verfahren bevorzugt werden.

Diese Norm wurde aus der Arbeit des CEN/TC 400 (project HORIZONTAL) übernommen und ist EN 16171 sehr ähnlich.

Das Ergebnis der Analyse von Werkstoffen, die aufgrund von Überlegungen zur Wiederverwendung/Recycling als Bauprodukte bewertet werden könnten, würde innerhalb der in den jeweiligen Verfahren festgelegten Unsicherheiten liegen und als solche keine zusätzliche Analyse erfordern, wodurch eine zweite Prüfung vermieden wird.

**ANMERKUNG 1** Ein ähnliches Verfahren wurde für die Bestimmung von Elementen in Aufschlüssen mit *Königswasser* (EN ISO 54321) für die folgenden Matrices validiert: Schlamm aus Wohnsiedlungen, Industrieschlamm, Schlamm aus der Elektronikindustrie, Schlamm aus der Druckfarbenindustrie, Klärschlamm, Bioabfall, Kompost, kompostierter Schlamm, landwirtschaftliche Böden, mit Schlamm versetzte Böden, Abfall, Flugasche aus der städtischen Müllverbrennung („oxidierte“ Matrix), Bodenasche aus der städtischen Müllverbrennung („silikatische“ Matrix), Schlamm aus der Druckfarbenindustrie (organische Matrix), Schlamm aus der Elektronikindustrie („metallische“ Matrix), Klärschlamm (BCR 146R), Schlamm aus der städtischen Müllverbrennung (BCR 176).

**ANMERKUNG 2** Ein ähnliches Verfahren wurde für die Bestimmung von Elementen in Aufschlusslösungen mit Salzsäure (HCl), Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) und Tetrafluoroborsäure (HBF<sub>4</sub>) oder Fluorwasserstoffsäure (HF) (EN 13656) für die folgenden Matrices validiert: Asche aus der städtischen Müllverbrennung (BCR176/BCR176R), Schlamm aus der Druckfarbenindustrie (organische Matrix), Schlamm aus der Elektronikindustrie („metallische“ Matrix), Sediment, Flugasche aus der Kohleverbrennung, Stahlschlacke, Kupferschlacke, Flugasche aus der städtischen Müllverbrennung („oxidierte“ Matrix), Bodenasche aus der städtischen Müllverbrennung („silikatische“ Matrix), Klärschlamm (BCR 146R).

Dieses Dokument ist Teil eines modularen horizontalen Ansatzes, der im CEN/TC 351 übernommen wurde. „Horizontal“ bedeutet, dass die Verfahren für ein breites Sortiment an Baustoffen und Produkten mit bestimmten Eigenschaften verwendet werden können. „Modular“ bedeutet, dass sich eine unter diesem Ansatz entwickelte Prüfnorm bei der Beurteilung einer Eigenschaft auf einen bestimmten Schritt und nicht auf die gesamte Messkette (von der Probenahme bis zu Analysen) bezieht. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass Module ohne Gefährdung der genormten Messkette durch bessere Module ersetzt werden können und doppelte Arbeit in unterschiedlichen Technischen Komitees für Produkte so weit wie möglich vermieden werden können.

Die Module, die sich auf die im CEN/TC 351 entwickelten Normen beziehen sind in CEN/TR 16220 festgelegt, in dem zwischen den Modulen unterschieden wird. Dieses Dokument gehört zum analytischen Schritt.

Die Nutzung modularer horizontaler Normen impliziert auch die Erstellung von Prüfschemata. Vor der Durchführung einer Prüfung eines bestimmten Bauprodukts zur Bestimmung einzelner Merkmale muss zunächst ein Protokoll entwickelt werden, in dem die anforderungsgerechten Module ausgewählt und als Grundlage für das gesamte Prüfverfahren zusammengestellt werden.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Analyseverfahren für die Bestimmung von Haupt-, Neben- und Spurenelementen in Eluat- und in *Königswasser*- und Salpetersäureaufschlusslösungen von Bauprodukten durch Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) fest. Es bezieht sich auf die folgenden 67 Elemente:

Aluminium (Al), Antimon (Sb), Arsen (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Bismut (Bi), Blei (Pb), Bor (B), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Cäsium (Cs), Cer (Ce), Chrom (Cr), Cobalt (Co), Dysprosium (Dy), Eisen (Fe), Erbium (Er), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Gallium (Ga), Germanium (Ge), Gold (Au), Hafnium (Hf), Holmium (Ho), Indium (In), Iridium (Ir), Kalium (K), Kupfer (Cu), Lanthan (La), Lithium (Li), Lutetium (Lu), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Natrium (Na), Neodym (Nd), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Phosphor (P), Platin (Pt), Praseodym (Pr), Quecksilber (Hg), Rhenium (Re), Rhodium (Rh), Rubidium (Rb), Ruthenium (Ru), Samarium (Sm), Scandium (Sc), Schwefel (S), Selen (Se), Silber (Ag), Silicium (Si), Strontium (Sr), Tellur (Te), Terbium (Tb), Thallium (Tl), Thorium (Th), Thulium (Tm), Titan (Ti), Uran (U), Vanadium (V), Wolfram (W), Ytterbium (Yb), Yttrium (Y), Zink (Zn), Zinn (Sn) und Zirkonium (Zr).

ANMERKUNG 1 Bauprodukte umfassen z. B. mineralische Produkte (S), bituminöse Produkte (B), Metalle (M), Holzprodukte (W), Kunststoffe und Gummi (P), Dichtstoffe und Kleber (A), Farben und Beschichtungen (C), siehe auch CEN/TR 16045.

Der Arbeitsbereich hängt von der Matrix und den zu erwartenden Interferenzen ab.

ANMERKUNG 2 Die Nachweisgrenze der meisten Elemente wird durch deren natürliche Häufigkeit, Ionisationsverhalten, Häufigkeit von Isotop(en), die frei von isobaren Interferenzen sind, und durch Kontamination (z. B. durch Handhabung und Luftübertragung) beeinflusst. Handhabungsbedingte Kontaminationen sind in den meisten Fällen von größerer Bedeutung als luftgetragene Kontaminationen.

Die Nachweisgrenze (MDL) wird höher ausfallen, wenn bei der Bestimmung Interferenzen möglich sind (siehe Abschnitt 6) oder Memoryeffekte auftreten (siehe z. B. EN ISO 17294-1).

Die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren sind für Bauprodukte geeignet und sind für die in Anhang A (informativ) aufgeführten Produkttypen validiert.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 16637-2, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung*

EN 16637-3, *Bauprodukte — Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Teil 3: Horizontale Perkulationsprüfung im Aufwärtsstrom*

EN 16687:2023, *Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Terminologie*

EN 17196, *Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen — Königswasser-Aufschluss zur anschließenden Analyse von anorganischen Stoffen*

EN ISO 17294-1:2006, *Wasserbeschaffenheit — Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) — Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 17294-1:2004)*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 16687:2023 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **Analyt**

Bestimmungsgröße

Element, Ion oder Verbindung, das/die mit einer analytischen Methode bestimmt werden soll

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.1.11]

### 3.2

#### **Königswasser**

Lösung, die nach Mischen von einem Volumenteil konzentrierter Salpetersäure und drei Volumenteilen konzentrierter Salzsäure erhalten wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.10]

### 3.3

#### **Aufschlusslösung**

Lösung, die beim Säureaufschluss einer Probe entsteht

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.8]

### 3.4

#### **Eluat**

Lösung, die durch eine Auslaugprüfung erhalten wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.2.8]

### 3.5

#### **instrumentelle Nachweisgrenze**

##### **IDL, en: instrumental detection limit**

niedrigste Konzentration eines Analyten, die unter Anwendung eines reinen Gerätes in einer Leerprobe mit einer definierten statistischen Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.1.13 — modifiziert, Anmerkung 1 zum Begriff entfernt]

### 3.6

#### **Laborprobe**

dem Labor zugesandte(n) oder von diesem erhaltene(n) Probe oder Teilprobe

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.1 — modifiziert, Anmerkungen zum Begriff entfernt]

### 3.7

#### **Nachweisgrenze der Methode**

##### **MDL, en: method detection limit**

niedrigste Konzentration eines Analyten, die mit einem konkreten analytischen Verfahren einschließlich Probenvorbereitung mit einer definierten statistischen Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.3.1.12; modifiziert — Anmerkung 1 zum Begriff entfernt]

### 3.8

#### Probe

Teilmenge eines Materials, die aus einer größeren Materialmenge ausgewählt wird

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.1.5 — modifiziert, Anmerkungen zum Begriff entfernt]

### 3.9

#### Prüfmenge

Untersuchungsmenge

aus der Untersuchungsprobe zur Prüfung/Analyse entnommenen Menge, üblicherweise von bekanntem Maß, bekannter Masse oder bekanntem Volumen

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.3 – modifiziert, Beispiele entfernt]

### 3.10

#### Untersuchungsprobe

Analyseprobe

Probe, die aus der Laborprobe hergestellt wird und aus der Prüfmengen für die Prüfung oder Analyse entnommen werden

[QUELLE: EN 16687:2023, 3.2.2.2]

## 4 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

|      |                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| FEP  | Perfluorethylenpropylen (en: hexafluoroethene propene)              |
| HDPE | Polyethylen hoher Dichte (en: high-density polyethylene)            |
| ICP  | induktiv gekoppeltes Plasma (en: inductively coupled plasma)        |
| ICS  | Interferenz-Kontrolllösung (en: interference check solution)        |
| IDL  | instrumentelle Nachweisgrenze (en: instrumental detection limit)    |
| IEC  | Interelement-Korrektur (en: inter-element correction)               |
| LOD  | Nachweisgrenze (en: limit of detection)                             |
| MS   | Massenspektrometrie                                                 |
| OES  | Optische Emissionsspektrometrie (en: optical emission spectrometry) |
| PFA  | Perfluoralkoxyalkan                                                 |
| PTFE | Polytetrafluorethylen                                               |
| PVC  | Polyvinylchlorid                                                    |
| QC   | Qualitätskontrolle (en: quality control)                            |

## 5 Kurzbeschreibung

Dieses Verfahren beschreibt die Multielement-Bestimmung von Analyten mittels ICP-MS in (verdünnten) Aufschlusslösungen mit Salpetersäure oder *Königswasser*. Bei diesem Verfahren werden Ionen gemessen, die in induktiv gekoppeltem Hochfrequenzplasma erzeugt wurden. Die in einer Flüssigkeit vorliegenden Analytspezies werden fein zerstäubt und das entstehende Aerosol wird mittels Argon-Gas in das Plasma transportiert. Die im Plasma bei hohen Temperaturen erzeugten Ionen werden vom Plasmagas mitgeführt und über ein Interface in ein Massenspektrometer eingebracht, nach ihren Masse-Ladungs-Verhältnissen sortiert und mit einem Detektor (z. B. einem Kanalelektronenvervielfacher) quantitativ erfasst. Interferenzen müssen bewertet und bei Bedarf entsprechend korrigiert werden. Bei der Korrektur muss auch eine Kompensation hinsichtlich der durch Hintergrund-Ionen des Plasma-Gases, der Reagenzien und Bestandteile der Probenmatrix eingebrachten Interferenzen durchgeführt werden.

## 6 Interferenzen

### 6.1 Allgemeines

Nicht-spektrale Interferenzen müssen 6.1 aus EN ISO 17294-1:2006 entsprechen.

### 6.2 Spektrale Interferenzen

#### 6.2.1 Interferenzen durch isobare Elemente

Interferenzen durch isobare Elemente treten auf, wenn Isotope anderer Elemente vorliegen, die einen nahezu gleichen Nominalwert für das Verhältnis Masse/Ladung wie das Isotop des Analyten haben und die Auflösung des verwendeten Massenspektrometers nicht ausreicht, um diese Isotope trennen zu können (z. B.  $^{114}\text{Cd}$  und  $^{114}\text{Sn}$ ).

Interferenzen durch isobare Elemente dürfen korrigiert werden, indem der Einfluss des für die Interferenz verantwortlichen Elements berücksichtigt wird. Die für die Korrektur herangezogenen Isotope müssen nach Möglichkeit interferenzfrei sein. Entsprechende Korrekturmöglichkeiten sind häufig in die Gerätesoftware integriert.

#### 6.2.2 Interferenzen durch isobare Moleküle und durch doppelt geladene Ionen

Interferenzen durch isobare Moleküle und doppelt geladene Ionen werden bei der ICP-MS durch Ionen verursacht, die aus mehr als einem Atom bestehen bzw. mehr als eine Ladung tragen. Beispiele beinhalten  $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}^+$  und  $^{40}\text{Ca}^{35}\text{Cl}^+$  Ionen auf dem  $^{75}\text{As}$  Signal und  $^{98}\text{Mo}^{16}\text{O}^+$  Ionen auf dem  $^{114}\text{Cd}^+$  Signal. Angaben zu den Häufigkeiten des Auftretens natürlicher Isotope sind in der Literatur vorhanden. Die präzisesten Koeffizienten für ein Gerät werden jedoch aus dem Verhältnis der für eine Standardlösung beobachteten Netto-Signale der Isotope bestimmt.

Die Genauigkeit dieser Arten von Gleichungen basiert auf der Konstanz der für die interferierenden Spezies beobachteten Isotopenverhältnisse. Korrekturen, die auf der Annahme eines konstanten Anteils eines Moleküls im Verhältnis zum „Ausgangs“ion basieren, haben sich nicht als zuverlässig erwiesen, weil z. B. die Oxidgehalte in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen schwanken können. Falls eine Korrektur für ein Oxidion auf dem Verhältnis der Intensitäten von Ausgangs- zu Oxidionen basiert, muss die Korrektur durch Verwendung eines geeigneten internen Standards eines Oxids, von dem im Voraus nachgewiesen wurde, dass es zu einem ähnlichen Oxidgehalt führt wie der Interferent, an den Grad der Oxidbildung angepasst werden.

Andere Möglichkeiten zur Korrektur von Interferenzen durch isobare und doppelt geladene Ionen sind der Einsatz eines Gerätes mit Kollisions-/Reaktionszelle oder hochauflösende ICP-MS.

Die Signalstärke des zu bestimmenden Analyten muss um den Beitrag der Interferenzen durch isobare Moleküle und doppelte geladene Ionen korrigiert werden, sofern ihr Einfluss die 3-fache IDL oder die Hälfte der niedrigsten anzugebenden Konzentration überschreiten kann.

### 6.3 Nicht-spektrale Interferenzen

Physikalische Interferenzen treten im Zusammenhang mit den Vorgängen beim Zerstäuben und Transportprozess auf, sowie im Zusammenhang mit der Effizienz der Ionentransmission. Zerstäubung und Transport können beeinflusst werden, wenn ein Bestandteil der Matrix Änderungen der Oberflächenspannung oder der Viskosität verursacht. Änderungen der Matrixzusammensetzung können zu einer signifikanten Signalunterdrückung oder -verstärkung führen. Gelöste Feststoffe können sich bei pneumatischen Zerstäubern an der Zerstäuberspitze und an den Konen ablagern.

Es wird empfohlen, den Anteil der gesamten gelösten Feststoffe unter 0,2 % (2,000 g/l) zu halten, um die Ablagerung von Feststoffen im Probenzuführungssystem zur Plasmafackel zu minimieren. Ein interner Standard kann zur Korrektur physikalischer Interferenzen verwendet werden, wenn er sorgfältig an den Analyten angeglichen wird, sodass die beiden Elemente durch Matrixveränderungen in ähnlicher Weise beeinflusst werden.