

DIN EN ISO 17294-2



ICS 13.060.50

Ersatz für
DIN EN ISO 17294-2:2005-02

**Wasserbeschaffenheit –
Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie
(ICP-MS) –
Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich
Uran-Isotope (ISO 17294-2:2016);
Deutsche Fassung EN ISO 17294-2:2016**

Water quality –
Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) –
Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016);
German version EN ISO 17294-2:2016

Qualité de l'eau –
Application de la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) –
Partie 2: Dosage des éléments sélectionnés y compris les isotopes d'uranium
(ISO 17294-2:2016);
Version allemande EN ISO 17294-2:2016

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17294-2:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitskreis NA 119-01-03-01-11 AK „Atomspektrometrische Verfahren und Mineralisierung“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

In der Reihe ISO 17294 existieren folgende Teile unter dem Haupttitel *Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)*:

— *Part 1: General guidelines*

— *Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes*

Bezeichnung des Verfahrens:

Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope (E 29):

Verfahren DIN EN ISO 17294-2 — E 29

Für die Anwendung in Deutschland wird folgender Hinweis gegeben:

Fehlerhafte Angaben in der englischen Referenzfassung wurden im vorliegenden Dokument durch nationale Fußnoten korrigiert.

Die Anwendbarkeit des Verfahrens auf andere Elemente, die nicht im Anwendungsbereich genannt sind, ist nicht ausgeschlossen, sie muss jedoch im Einzelfall geprüft und validiert werden.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3696	siehe DIN ISO 3696
ISO 5667-1	siehe DIN EN ISO 5667-1
ISO 5667-3	siehe DIN EN ISO 5667-3
ISO 7027-1	siehe DIN EN ISO 7027-1
ISO 8466-1	siehe DIN 38402-51
ISO/TS 13530	siehe DIN 38402-60
ISO 15587-1	siehe DIN EN ISO 15587-1
ISO 15587-2	siehe DIN EN ISO 15587-2
ISO 17294-1	siehe DIN EN ISO 17294-1

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Bei Anwendung der Norm ist im Einzelfall je nach Aufgabenstellung zu prüfen, ob und inwieweit die Festlegung von zusätzlichen Randbedingungen erforderlich ist.

Die vorliegende Norm enthält das vom DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) und von der Wasserchemischen Gesellschaft – eine Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker – gemeinsam erarbeitete Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung:

Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope (E 29).

Die als DIN-Normen veröffentlichten Deutschen Einheitsverfahren sind bei der Beuth Verlag GmbH einzeln oder zusammengefasst erhältlich. Außerdem werden die genormten Deutschen Einheitsverfahren in der Loseblattsammlung „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ gemeinsam von der Beuth Verlag GmbH und der Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA publiziert.

Normen oder Norm-Entwürfe mit dem Gruppentitel „*Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung*“ sind in folgende Gebiete (Haupttitel) aufgeteilt:

Allgemeine Angaben (Gruppe A)

Sensorische Verfahren (Gruppe B)

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)

Anionen (Gruppe D)

Kationen (Gruppe E)

Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G)

Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H)

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)

Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L)

Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Einzelkomponenten (Gruppe P)

Schlamm und Sedimente (Gruppe S)

Suborganismische Testverfahren (Gruppe T)

Über die bisher erschienenen Teile dieser Normen gibt die Geschäftsstelle des Normenausschusses Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Telefon 030 2601-2448, oder die Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin (Hausanschrift: Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin), Auskunft.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 17294-2:2005-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Titel wurde geändert;
- b) der Anwendungsbereich wurde erweitert und umfasst nun auch die Bestimmung der Massenkonzentration von Uran-Isotopen;
- c) die Verfahrenskenndaten der neu in den Anwendungsbereich aufgenommenen Uran-Isotope wurden durch einen in 2013 in Frankreich durchgeführten Ringversuch ermittelt;
- d) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 38406-29: 1999-05

DIN EN ISO 17294-2: 2005-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 38402-51, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Allgemeine Angaben (Gruppe A) — Teil 51: Kalibrierung von Analysenverfahren — Lineare Kalibrierfunktion (A 51)*

DIN 38402-60, *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Allgemeine Angaben (Gruppe A) — Teil 60: Analytische Qualitätssicherung für die chemische und physikalisch-chemische Wasseruntersuchung (A 60)*

DIN EN ISO 5667-1, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken*

DIN EN ISO 5667-3, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben*

DIN EN ISO 7027-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Trübung — Teil 1: Quantitative Verfahren*

DIN EN ISO 15587-1, *Wasserbeschaffenheit — Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser — Teil 1: Königswasser-Aufschluss*

DIN EN ISO 15587-2, *Wasserbeschaffenheit — Aufschluss für die Bestimmung ausgewählter Elemente in Wasser — Teil 2: Salpetersäure-Aufschluss*

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

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke — Anforderungen und Prüfungen*

Deutsche Fassung

Wasserbeschaffenheit —
Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-
Massenspektrometrie (ICP-MS) —
Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen
einschließlich Uran-Isotope
(ISO 17294-2:2016)

Water quality —
Application of inductively coupled plasma
mass spectrometry (ICP-MS) —
Part 2: Determination of selected elements
including uranium isotopes
(ISO 17294-2:2016)

Qualité de l'eau —
Application de la spectrométrie de masse
avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) —
Partie 2: Dosage des éléments sélectionnés
y compris les isotopes d'uranium
(ISO 17294-2:2016)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Grundlage des Verfahrens	9
5 Interferenzen	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Spektrale Interferenzen	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Interferenzen durch isobare Elemente	10
5.2.3 Polyatomare Interferenzen	12
5.3 Nicht-spektrale Interferenzen	12
6 Reagenzien	14
7 Geräte	18
8 Probenahme	19
9 Probenvorbehandlung	19
9.1 Bestimmung der Massenkonzentration an gelösten Elementen ohne Aufschluss	19
9.2 Bestimmung der Massenkonzentration nach Aufschluss	19
10 Durchführung	20
10.1 Allgemeines	20
10.2 Kalibrierung des ICP-MS-Systems	21
10.3 Messung der Matrix-Lösung zur Ermittlung der Korrekturfaktoren	21
10.4 Messung der Proben	21
11 Auswertung	21
12 Analysenbericht	22
Anhang A (normativ) Bestimmung der Massenkonzentration von Uran-Isotopen	23
A.1 Allgemeines	23
A.2 Symbole und Abkürzungen	23
A.3 Grundlage des Verfahrens	24
A.4 Reagenzien	26
A.5 Geräte	27
A.6 Probenahme	27
A.6.1 Allgemeines	27
A.6.2 Probenherstellung zur Bestimmung des gelösten Urans	27
A.6.3 Lagerung	27
A.7 Durchführung	28
A.7.1 Allgemeines	28
A.7.2 Quantifizierung	28
A.7.3 Externe Kalibrierung	28

A.7.4	Externe Kalibrierung für ^{238}U und Isotopenverhältnisse	28
A.7.5	Interne Kalibrierung durch Isotopenverdünnung.....	29
A.8	Angabe der Ergebnisse	29
A.8.1	Allgemeines	29
A.8.2	Ermittlung der Massenabweichung.....	29
A.8.3	Externe Kalibrierung	30
A.8.4	Externe Kalibrierung und Isotopenverhältnisse	31
A.8.5	Interne Kalibrierung durch Isotopenverdünnung.....	31
A.9	Messunsicherheiten	32
A.9.1	Messunsicherheiten im Zusammenhang mit der externen Kalibrierung	32
A.9.2	Externe Kalibrierung und Isotopenverhältnisse	32
A.9.3	Isotopenverdünnung.....	32
A.9.4	Instrumentelle Nachweisgrenze	32
A.9.5	Bestimmungsgrenze.....	33
A.10	Analysenbericht.....	33
Anhang B (informativ) Beschreibung der im Ringversuch verwendeten Probenmatrices		34
B.1	Oberflächenwasser	34
B.2	Synthetischer Standard	34
Anhang C (informativ) Verfahrenskennndaten.....		35
Literaturhinweise.....		38

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17294-2:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 17294-2:2004.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 17294-2:2016 wurde vom CEN als EN ISO 17294-2:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 147, *Water quality*, Unterkomitee SC 2, *Physical, chemical and biochemical methods*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste (ISO 17294-2:2003), die technisch überarbeitet wurde.

ISO 17294 besteht unter dem allgemeinen Titel *Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)* aus folgenden Teilen:

- *Part 1: General guidelines*
- *Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes*

Einleitung

Bei der Anwendung dieses Teils von ISO 17294 ist es unter Berücksichtigung des zu untersuchenden Arbeitsbereichs in jedem Fall notwendig zu prüfen, ob und in welchem Umfang zusätzliche Maßnahmen einzuhalten sind.

WARNUNG — Anwender dieses Teils von ISO 17294 sollten mit der üblichen Laborpraxis vertraut sein. Dieser Teil von ISO 17294 gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen und sicherzustellen, dass diese mit nationalen Festlegungen übereinstimmen.

WICHTIG — Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach diesem Teil von ISO 17294 Fachleute einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 17294 legt ein Verfahren zur Bestimmung der Elemente Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Bismut, Bor, Cadmium, Cäsium, Calcium, Cer, Chrom, Cobalt, Kupfer, Dysprosium, Erbium, Gadolinium, Gallium, Germanium, Gold, Hafnium, Holmium, Indium, Iridium, Eisen, Lanthan, Blei, Lithium, Lutetium, Magnesium, Mangan, Quecksilber, Molybdän, Neodym, Nickel, Palladium, Phosphor, Platin, Kalium, Praseodym, Rubidium, Rhenium, Rhodium, Ruthenium, Samarium, Scandium, Selen, Silber, Natrium, Strontium, Terbium, Tellur, Thorium, Thallium, Thulium, Zinn, Wolfram, Uran und seiner Isotope, Vanadium, Yttrium, Ytterbium, Zink und Zirkonium in Wasser (z. B. Trinkwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser, Abwasser und Eluate) fest.^{N1)}

Unter Berücksichtigung der spezifischen und zusätzlich auftretenden Interferenzen können diese Elemente auch in Aufschlüssen von Wässern, Schlämmen und Sedimenten (z. B. Aufschlüsse von Wasser, wie in ISO 15587-1 oder ISO 15587-2 beschrieben) bestimmt werden.

Der Arbeitsbereich hängt von der Matrix und den zu erwartenden Interferenzen ab. In Trinkwasser und relativ unbelastetem Wasser beträgt die Bestimmungsgrenze (xLQ) für die meisten Elemente zwischen 0,002 µg/l und 1,0 µg/l (siehe Tabelle 1). Der Arbeitsbereich umfasst üblicherweise Konzentrationen zwischen mehreren pg/l und mg/l abhängig vom Element und den festgelegten Anforderungen.

Die Bestimmungsgrenzen der meisten Elemente werden durch erhöhte Blindwerte beeinträchtigt, und diese hängen überwiegend von den verfügbaren Einrichtungen zur Reinhaltung der Laborluft, der Reinheit der Reagenzien und der Sauberkeit der Glasgefäße ab.

Die Bestimmungsgrenze wird höher ausfallen, wenn damit zu rechnen ist, dass bei der Bestimmung Interferenzen (siehe Abschnitt 5) oder Verschleppungseffekte (siehe ISO 17294-1:2004, 8.2) auftreten.

N1) Nationale Fußnote: Europium fehlt in dieser Aufzählung, kann aber mit diesem Verfahren ebenfalls bestimmt werden. Die Bestimmungsgrenze (xLQ) für unbelastetes Wasser beträgt für ¹⁵¹Eu und für ¹⁵³Eu jeweils 0,1 µg/l.

Tabelle 1 — Bestimmungsgrenze (xLQ) für unbelastetes Wasser

Element	Häufig verwen- detes Isotop	Bestim- mungs- grenze ^a µg/l	Element	Häufig verwen- detes Isotop	Bestim- mungs- grenze ^a µg/l	Element	Häufig verwen- detes Isotop	Bestim- mungs- grenze ^a µg/l
Ag	¹⁰⁷ Ag	0,5	Hf	¹⁷⁸ Hf	0,1	Ru	¹⁰² Ru	0,1
	¹⁰⁹ Ag	0,5	Hg	²⁰² Hg	0,05	Sb	¹²¹ Sb	0,2
Al	²⁷ Al	1	Ho	¹⁶⁵ Ho	0,1		¹²³ Sb	0,2
As	⁷⁵ As ^c	0,1	In	¹¹⁵ In	0,1	Sc	⁴⁵ Sc	5
Au	¹⁹⁷ Au	0,5	Ir	¹⁹³ Ir	0,1	Se	⁷⁷ Se ^c	1
B	¹⁰ B	1	K	³⁹ K ^c	5		⁷⁸ Se ^c	0,1
	¹¹ B	1	La	¹³⁹ La	0,1		⁸² Se	1
Ba	¹³⁷ Ba	3	Li	⁶ Li	10	Sm	¹⁴⁷ Sm	0,1
	¹³⁸ Ba	0,5		⁷ Li	1	Sn	¹¹⁸ Sn	1
Be	⁹ Be	0,1	Lu	¹⁷⁵ Lu	0,1		¹²⁰ Sn	1
Bi	²⁰⁹ Bi	0,5	Mg	²⁴ Mg	1	Sr	⁸⁶ Sr	0,5
Ca	⁴³ Ca	100		²⁵ Mg	10		⁸⁸ Sr	0,3
	⁴⁴ Ca	50	Mn	⁵⁵ Mn	0,1	Tb	¹⁵⁹ Tb	0,1
	⁴⁰ Ca	10	Mo	⁹⁵ Mo	0,5	Te	¹²⁶ Te	2
Cd	¹¹¹ Cd	0,1		⁹⁸ Mo	0,3	Th	²³² Th	0,1
	¹¹⁴ Cd	0,5	Na	²³ Na	10	Tl	²⁰³ Tl	0,2
Ce	¹⁴⁰ Ce	0,1	Nd	¹⁴⁶ Nd	0,1		²⁰⁵ Tl	0,1
Co	⁵⁹ Co	0,2	Ni	⁵⁸ Ni ^c	0,1	Tm	¹⁶⁹ Tm	0,1
Cr	⁵² Cr ^c	0,1		⁶⁰ Ni ^c	0,1	U	²³⁸ U	0,1
	⁵³ Cr	5	P	³¹ P	5		²³⁵ U	10 ⁻⁴
Cs	¹³³ Cs	0,1	Pb	²⁰⁶ Pb ^b	0,2		²³⁴ U	10 ⁻⁵
Cu	⁶³ Cu	0,1		²⁰⁷ Pb ^b	0,2	V	⁵¹ V ^c	0,1
	⁶⁵ Cu	0,1		²⁰⁸ Pb ^b	0,1	W	¹⁸² W	0,3
Dy	¹⁶³ Dy	0,1	Pd	¹⁰⁸ Pd	0,5		¹⁸⁴ W	0,3
Er	¹⁶⁶ Er	0,1	Pr	¹⁴¹ Pr	0,1	Y	⁸⁹ Y	0,1
Fe	⁵⁶ Fe ^c	5	Pt	¹⁹⁵ Pt	0,5	Yb	¹⁷² Yb	0,2
Ga	⁶⁹ Ga	0,3	Rb	⁸⁵ Rb	0,1		¹⁷⁴ Yb	0,2
	⁷¹ Ga	0,3	Re	¹⁸⁵ Re	0,1	Zn	⁶⁴ Zn	1
Gd	¹⁵⁷ Gd	0,1		¹⁸⁷ Re	0,1		⁶⁶ Zn	1
	¹⁵⁸ Gd	0,1	Rh	¹⁰³ Rh	0,1		⁶⁸ Zn	1
Ge	⁷⁴ Ge	0,3	Ru	¹⁰¹ Ru	0,2	Zr	⁹⁰ Zr	0,2

^a In Abhängigkeit von der Geräteausstattung können deutlich niedrigere Grenzen erreicht werden.

^b Um Fehler durch die unterschiedlichen Isotopenverhältnisse in der Umwelt zu vermeiden, müssen die Zählraten von ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb und ²⁰⁸Pb addiert werden.

^c Zum Erreichen dieser Grenzen wird in Abhängigkeit von Interferenzen die Anwendung einer Kollisions-/Reaktions-Zelle empfohlen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 5667-1, *Water quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques*

ISO 5667-3, *Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples*

ISO 8466-1, *Water quality — Calibration and evaluation of analytical methods and estimation of performance characteristics — Part 1: Statistical evaluation of the linear calibration function*

ISO 15587-1, *Water quality — Digestion for the determination of selected elements in water — Part 1: Aqua regia digestion*

ISO 15587-2, *Water quality — Digestion for the determination of selected elements in water — Part 2: Nitric acid digestion*

ISO 17294-1:2004, *Water quality — Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) — Part 1: General guidelines*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17294-1 und der folgende Begriff.

3.1

untere Grenze des Anwendungsbereichs

geringste Konzentration des Analyten, die mit einer definierten Richtigkeit und Präzision bestimmt werden kann

4 Grundlage des Verfahrens

Die Multielement-Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich der Uran-Isotope mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) besteht aus folgenden Schritten:

- Einbringen der Messlösung in ein Hochfrequenzplasma (z. B. durch pneumatische Zerstäubung), wobei die Energieübertragung vom Plasma auf die Analyten Desolvatisierung, Abbau, Atomisierung und Ionisierung der Elemente bewirkt;
- als zusätzliche Option darf die Kollisions- und Reaktions-Zellen-Technik angewendet werden, um verschiedene Interferenzen zu vermeiden (siehe 5.1);
- Extraktion der Ionen aus dem Hochfrequenzplasma durch ein differentielles Vakuumsystem mit integrierter Ionenoptik und massenspektrometrische Trennung (z. B. in einem Quadrupol-Massenspektrometer) der Ionen auf der Basis ihrer Verhältnisse von Masse zu Ladung;
- Überführung der Ionen über eine Massentrennungs-Einheit (z. B. einem Quadrupol) und deren Nachweis, üblicherweise mit einem kontinuierlichen Dynoden-Elektronen-Vervielfacher, und Verarbeitung der Informationen über die Ionenbildung mit einem Datensystem;
- quantitative Bestimmung nach Kalibrierung mit geeigneten Kalibrierlösungen.