

DIN ISO 22036



ICS 13.080.10

**Bodenbeschaffenheit –
Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels
Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
(ICP-AES) (ISO 22036:2008)**

Soil quality –

Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry (ICP-AES) (ISO 22036:2008)

Qualité du sol –

Dosage des éléments-traces dans des extraits de sol par spectrométrie d'émission atomique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-AES) (ISO 22036:2008)

Gesamtumfang 32 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Internationale Norm wurde im ISO/TC 190 „Soil quality“ erstellt. National ist der Unterausschuss NA 119-01-02-02 UA „Chemische und physikalische Verfahren“ des Normenausschuss Wasserwesen (NAW) zuständig.

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

ISO 3696	siehe DIN ISO 3696
ISO 5725-1	siehe DIN ISO 5725-1
ISO 5725-2	siehe DIN ISO 5725-2
ISO 11465	siehe DIN ISO 11465
ISO 11466	siehe DIN ISO 11466
ISO 14869-1	siehe DIN ISO 14869-1
ISO 14869-2	siehe DIN ISO 14869-2
ISO 14870	siehe DIN ISO 14870

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN ISO 5725-1, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 11465, *Bodenbeschaffenheit — Bestimmung der Trockensubstanz und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse — Gravimetrisches Verfahren*

DIN ISO 11466, *Bodenbeschaffenheit — Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente*

DIN ISO 14869-1, *Bodenbeschaffenheit — Aufschlussverfahren zur nachfolgenden Bestimmung von Element-Gesamtgehalten — Teil 1: Aufschluss mit Flusssäure und Perchlorsäure*

DIN ISO 14869-2, *Bodenbeschaffenheit — Aufschlussverfahren zur nachfolgenden Bestimmung von Element-Gesamtgehalten — Teil 2: Alkalischer Schmelzaufschluss*

DIN ISO 14870, *Bodenbeschaffenheit — Extraktion von Spurenelementen mittels gepufferter DTPA-Lösung*

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	6
5 Störungen	9
6 Reagenzien	11
7 Prüfeinrichtung	13
8 Durchführung	14
9 Berechnung der Ergebnisse	17
10 Präzision	18
11 Angabe der Ergebnisse	18
12 Prüfbericht	18
Anhang A (informativ)	19
Anhang B (informativ) Störungen	22
Literaturhinweise	32

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)

WARNUNG — Die in dieser Internationalen Norm festgelegten Verfahren sollten von kompetenten, geschulten Personen durchgeführt werden. Einige der Verfahrensweisen und Reagenzien, einschließlich der Anwendung der Geräte, sind möglicherweise sehr gefährlich. Anwender dieser Internationalen Norm, die nicht umfassend mit den möglichen Gefahren und damit verbundenen Sicherheitsmaßnahmen vertraut sind, sollten vor Beginn der Arbeiten Fachleute heranziehen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt die Bestimmung von Spurenelementen in Aufschlüssen oder Extraktionslösungen von Böden mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES) für 34 Elemente (siehe Tabelle 1).

Mit diesem Multielement-Bestimmungsverfahren werden Bodenextrakte analysiert, die mit Königswasser nach ISO 11466, mit DTPA nach ISO 14870 oder unter Verwendung anderer schwacher Extraktionsmittel bzw. für die Bestimmung des Gesamtgehaltes an Elementen unter Anwendung des Säureaufschlussverfahrens nach ISO 14869-1 oder des Schmelzaufschlussverfahrens nach ISO 14869-2 erhalten wurden.

Die Wahl des Kalibrierverfahrens hängt von dem Extraktionsmittel ab und kann an die Konzentration des Extraktionsmittels angepasst werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 Guide 32, *Calibration in analytical chemistry and use of certified reference materials*

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

ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

ISO 11465, *Soil quality — Determination of dry matter and water content on a mass basis — Gravimetric method*

ISO 11466, *Soil quality — Extraction of trace elements soluble in aqua regia*

ISO 14869-1, *Soil quality — Dissolution for the determination of total element content — Part 1: Dissolution with hydrofluoric and perchloric acid*

ISO 14869-2, *Soil quality — Dissolution for the determination of total element content — Part 2: Dissolution by alkaline*

ISO 14870, *Soil quality — Extraction of trace elements by buffered DTPA solution*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5725-1, ISO 5725-2, ISO Guide 32 und die folgenden Begriffe.

3.1

Analyt

zu bestimmendes Element

3.2

Blindwert-Kalibrierlösung

auf die gleiche Weise wie die Kalibrierlösung hergestellte Lösung, jedoch unter Auslassung der Analyten

3.3

Blindwert-Prüflösung

parallel auf die gleiche Weise wie die Prüfproubenlösung hergestellte Lösung, jedoch unter Auslassung der Prüfmenge

3.4

Kalibrierlösung

zum Kalibrieren des Gerätes verwendete Lösung, hergestellt aus Stammlösungen unter Zugabe von Säuren, Pufferlösungen, Bezugselementen und Salzen

3.5

Nachweisgrenze des Gerätes

niedrigste Konzentration, die unter Anwendung eines reinen Gerätes und einer reinen Lösung (verdünnte Salpetersäure) mit einer definierten statistischen Sicherheit nachgewiesen werden kann

3.6

Laboratoriumsprobe

an das Laboratorium zur Analyse eingesandte Probe

3.7

Linearität

geradlinige Abhängigkeit zwischen dem mittleren Messergebnis und der Menge (Konzentration) des zu bestimmenden Bestandteils

3.8

Nachweisgrenze des Verfahrens

niedrigste Konzentration, die unter Anwendung eines bestimmten Analysenverfahrens bei festgelegten Höchstkonzentrationen der Matrixbestandteile mit einer definierten statistischen Sicherheit nachgewiesen werden kann

3.9

Reinchemikalie

Chemikalie mit dem höchsten verfügbaren Reinheitsgrad und bekannter Stöchiometrie

ANMERKUNG Der Gehalt an Analyt und Verunreinigungen sollte mit einem nachgewiesenen Grad an (statistischer) Sicherheit bekannt sein.

3.10

Stammlösung

Lösung mit genau bekannter (bekannten) Analytkonzentration(en), hergestellt aus „Reinchemikalien“

ANMERKUNG Im Sinne von ISO Guide 30 sind Stammlösungen Referenzmaterialien.

3.11

Prüfprobe

aus der Laboratoriumsprobe nach dem Homogenisieren, Zerkleinern, Teilen usw. erhaltener Anteil

3.12

Prüfprobenlösung

nach der Extraktion oder Auflösung der Prüfmenge aus der Prüfprobe nach den entsprechenden Festlegungen hergestellte Lösung

ANMERKUNG Die Prüfprobenlösung ist für die Messung zu verwenden.

4 Kurzbeschreibung

Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES) kann zur Bestimmung von Spurenelementen in einer Lösung angewendet werden. Die Lösung wird mit einem geeigneten Zerstäuber fein verteilt und das sich ergebende Aerosol wird in die Plasmafackel transportiert. In einem induktiv gekoppelten Hochfrequenzplasma wird das Lösemittel eingedampft und anschließend werden die getrockneten Salze verdampft, dissoziiert, atomisiert und ionisiert. Die Atome oder Ionen werden thermisch angeregt und die Anzahl der während des Übergangs auf ein niedrigeres Energieniveau emittierten Photonen wird mit optischer Emissionsspektrometrie gemessen. Die Spektren entstehen durch Dispersion in einem Gitterspektrometer und die Intensitäten der Emissionslinien werden mit lichtempfindlichen Einrichtungen überwacht. Die Identifizierung des Elements erfolgt über die Strahlungswellenlänge (Energie der Photonen), während die Konzentration des Elements proportional zur Strahlungsintensität (Anzahl der Photonen) ist. Das ICP-AES-Verfahren kann zur Durchführung von Mehrelement-Bestimmungen unter Anwendung eines sequentiellen oder simultanen optischen Systems und Längs- oder Querbeobachtung des Plasmas eingesetzt werden.

In Tabelle 1 sind Beispiele für empfohlene Wellenlängen und Nachweisgrenzen für ein spezielles Gerät angeführt. Die Anwendung anderer Geräte kann zu anderen Nachweisgrenzen führen. Die angegebenen Zahlenwerte gelten für ein optimiertes Gerät und für Wasser, das mit Salpetersäure angesäuert ist. Die Anwendung anderer Wellenlängen ist möglich.

Tabelle 1 — Empfohlene Wellenlängen und geschätzte Nachweisgrenzen für ausgewählte Elemente und Wellenlängen, erhalten mit ICP-AES Varian, Vista-MPX Megapixel (CD-Detektor-Einrichtung) [9]

Elementspezifische Wellenlängen und Analysenlinien			Längsbeobachtung		Querbeobachtung	
Element	Wellenlänge nm	Linien I = Atom II = Ion	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b
Aluminium	396,068		1	0,10	4	0,4
	308,215	I	2,6	0,26		
	309,271	I				
	396,152	I	0,1	0,01	4	0,4
	167,078	I	0,3	0,03	1	0,1
Antimon	206,833	I	0,5	0,5	16	1,6
	217,581	I	1,8	0,18	5	0,5
	231,146	I	2	0,2		
Arsen	188,979		2	0,2	12	1,2
	193,696		1	0,1	11	1,1
	197,198	I	5	0,5		
	189,042	I				
	188,979	I	1,5	0,15	5	0,5
Barium	233,527	II	0,06	0,006	0,7	0,07
	455,403	II	0,01	0,001	0,15	0,02
	493,409	II	0,04	0,004	0,15	0,02
Beryllium	313,107	II	0,03	0,003	0,15	0,02
	313,402	II	0,01	0,001	0,15	0,02
	234,861	II	0,01	0,001	0,05	0,005

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Elementspezifische Wellenlängen und Analysenlinien			Längsbeobachtung		Querbeobachtung	
Element	Wellenlänge nm	Linien I = Atom II = Ion	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b
Bismut	223,061	I	1,8	0,18	6	0,6
	306,771	I	17	1,7		
	315,887					
Bor	208,959	I	0,7	0,07	1,2	0,12
	249,678	I	1,1	0,11	1,5	0,15
	249,772	I	0,5	0,05	1	0,1
Cadmium	214,438	II	0,1	0,01	0,5	0,05
	226,502	II	0,11	0,011	0,6	0,06
	228,802	II	0,20	0,02	0,5	0,05
Calcium	396,847	II	0,5	0,05	0,3	0,03
	317,933	II	0,3	0,03	6,5	0,7
	393,366	II	0,5	0,05		
Chrom	267,716	II	0,1	0,01	1	0,1
	205,552	II	0,3	0,03		
	206,149	II				
	283,563	II	0,2	0,02		
	284,325	II				
Cobalt	238,892	II	0,4	0,04	1,2	0,1
	228,616	II	0,4	0,04	1	0,1
	230,786	II				
Kupfer	327,396	I	0,3	0,03	1,5	0,1
	224,700	II				
	324,754	I	0,6	0,06		
Eisen	238,204	II	0,3	0,03	0,9	0,09
	239,562	II				
	259,940	II	0,5	0,05	0,7	0,07
Blei	220,353	II	0,4	0,04	8	0,8
	216,999	I				
	224,688	I				
	261,418	I				
	283,306	I	1,8	0,18		
Lithium	670,783	I	1,7	0,17	1	0,1
	460,286	I	67	6,7		
Magnesium	279,553	II	0,02	0,002	0,1	0,01
	279,079	II	1	0,1	4	0,4
	285,213	I	0,06	0,006	0,25	0,025
	279,806	II	1,5	0,15	10	1
Mangan	257,610	II	0,10	0,01	0,13	0,01
	260,569	II				
	279,482	II				
	293,306	II	0,4	0,04		

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Elementspezifische Wellenlängen und Analysenlinien			Längsbeobachtung		Querbeobachtung	
Element	Wellenlänge nm	Linien I = Atom II = Ion	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b
	403,076 259,372	I II	0,8 0,05	0,08 0,005		
Quecksilber	194,227 253,652 184,890	II I I	1,2 1	0,12 0,1	2,5 2	0,25 0,20
Molybdän	202,030 204,598	II II	0,2 0,6	0,02 0,06	2 3	0,2 0,3
Nickel	231,604 221,647 216,555 232,003	II II I II	0,4 0,3 0,15	0,04 0,03 0,015	2,1 1,4	0,2 0,14
Phosphor	177,428 178,222 213,618 214,914	I I I I	1,5 7 1,3 1	0,15 0,7 0,13 0,1	25 5,3 11	2,5 0,53 1,1
Kalium	766,491 769,896	I I	0,2 23	0,02 2,3	4 12	0,4 1,2
Rubidium	780,03	I	1	0,1	5	0,5
Selen	196,026 203,985	I I	0,8 2,8	0,08 0,28	16	1,6
Silicium	251,611 212,412 288,158	I I I	0,9 1,3 1	0,09 0,13 0,1	2,2 5	0,22 0,5
Silber	328,068 338,289	I I	0,4 1	0,04 0,1	1 2	0,1 0,2
Natrium	589,592 588,995 330,237	I I I	0,6 12 69	0,06 1,2 6,9	1,5 15	0,2 0,15
Strontium	407,771 421,552 460,733	II II I	0,01 0,01 0,3	0,001 0,001 0,03	0,1 0,1	0,01 0,01
Schwefel	181,962 182,036	I	4	0,4	13	1,3
Thallium	190,800 190,864	II II	2	0,2	13	0,1
Zinn	189,933 235,484 283,998	II I I	6 23 11	0,6 2,3	8 20	0,8 2,0
Titan	336,121 334,941 337,280	II II II	0,15 0,2 0,2	0,015 0,02 0,02	1 0,25 1	0,1 0,25 0,1
Vanadium	292,402 309,310 311,837	II II II	0,3 0,08 0,1	0,03 0,008 0,01	2	0,2

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Elementspezifische Wellenlängen und Analysenlinien			Längsbeobachtung		Querbeobachtung	
Element	Wellenlänge nm	Linien I = Atom II = Ion	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b	Nachweisgrenze $\mu\text{g/l}^a$	Nachweisgrenze mg/kg^b
	290,882 310,230	II II				
Zink	213,856	I	0,05	0,005	0,8	0,08
	202,548	II	0,03	0,003	0,7	0,07
	206,200	II	0,15	0,015	2	0,02
^a Typische 3-Sigma-Nachweisgrenzen bei einem Integrationszeitraum von 30 s. ^b Die Nachweisgrenze (LOD) als Massenanteil der Bodenprobe in mg/kg Trockensubstanz ist in der Annahme angegeben, dass eine Prüfprobe von 1 g extrahiert und auf 100 ml verdünnt wird. Die in Tabelle 1 angeführten LOD sind nur Beispiele für ein bestimmtes Gerät und gegebene Laboratoriumsbedingungen. Jedes Laboratorium muss die geeigneten Wellenlängen auswählen und die LOD unter den jeweiligen konkreten Laboratoriumsbedingungen bestimmen.						

ANMERKUNG Die in Tabelle 1 angegebenen Wellenlängen werden oft verwendet, sie sind hier jedoch nur als Beispiele angeführt. Die Anwendung anderer Wellenlängen ist möglich. Die Nachweisgrenze und der lineare Bereich können bei jedem Element in Abhängigkeit von der Wellenlänge, dem Spektrometer, den Betriebsbedingungen und der Matrixlast in der Probenlösung anders sein. Wenn Lösungen mit hohen Salzkonzentrationen – die typisch für Lösungen von Bodenextrakten sind – gemessen werden, ist die Nachweisgrenze im Vergleich zu Wasserproben deutlich erhöht.

Diese Internationale Norm bezieht sich konkret auf die Anwendung der Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma. Die Anwender dieser Norm sind angehalten, ihre Laboratorien nach anerkannten Qualitätslenkungsverfahren zu betreiben. Zertifizierte Referenzmaterialien (en: certified reference materials, CRM) sollten verwendet werden, um den Gehalt der betreffenden Elemente in laborinternen Referenzmaterialien festzustellen. Letztere können für die routinemäßigen Qualitätskontrollen der in der vorliegenden Norm angeführten Verfahren verwendet werden.

Die Ergebnisse müssen innerhalb des Laboratoriums für jedes Element mit Kontrollkarten nachgewiesen werden. Ergebnisse, die außerhalb der vereinbarten Grenzwerte liegen, dürfen nicht angenommen werden. Qualitätslenkungsverfahren auf der Grundlage von allgemein anerkannten statistischen Verfahrensweisen müssen für die Festlegung derartiger Grenzwerte angewendet werden, damit diese stabil sind und keine Langzeitdrift auftritt. Regelmäßig sollten zertifizierte Referenzmaterialien eingesetzt werden, um die Integrität der laborinternen Referenzmaterialien und somit das Qualitätslenkungssystem aufrechtzuerhalten.

5 Störungen

5.1 Allgemeines

Das Vorliegen unterschiedlicher Matrixbestandteile in der Probenlösung kann schwerwiegende Störungen zur Folge haben, die zu systematischen Fehlern des Analytsignals führen. Spezielle Verfahrensweisen, z. B. Untergrundkorrektur, Matrixangleichung der Kalibrierlösung oder das Verfahren der Standardaddition können angewendet werden, um derartige Störungen zu kompensieren.

Störungen werden in spektrale und nichtspektrale Störungen eingeteilt. Sie können spezifisch für einen Analyten oder unspezifisch sein.

Spektrale Störungen (siehe 5.2) entstehen durch ein unvollständiges Abtrennen der vom Analyten verursachten Strahlung von anderen Strahlungsquellen, die durch das Detektionssystem nachgewiesen und verstärkt werden (additive Störungen).

Nichtspektrale Störungen (siehe 5.3) sind Störungen, bei denen sich die Empfindlichkeit aufgrund der Zusammensetzung der zu messenden Lösungen ändert (multiplikative Störungen). Der beobachtete Matrixeffekt ist eine zusammengesetzte Störung, die durch alle in der Probenlösung vorliegenden Begleitsubstanzen hervorgerufen wird.

Bei der Bestimmung von Spurenelementen ist eine Untergrundkorrektur erforderlich. Die Untergrundemission muss während der Analyse in der Nähe der Analytlinien an Proben gemessen werden. Die für die Messung der Untergrundintensität ausgewählte Lage, auf einer oder beiden Seiten der Analyselinie, wird durch die Komplexität des Spektrums in der Nähe der Analytlinie bestimmt. Die verwendete Lage sollte möglichst frei von spektralen Störungen sein und dieselbe Änderung der Untergrundintensität widerspiegeln, die bei der gemessenen Analytwellenlänge auftritt. Bei Geräten mit Längsbeobachtung ist die Untergrunderhöhung stärker. Im Fall einer Linienverbreiterung, bei der eine Messung mit Untergrundkorrektur das Analysenergebnis praktisch vermindern würde, ist keine Untergrundkorrektur erforderlich.

5.2 Spektrale Störungen

Spektrale Störungen sind z. B.

- teilweise oder vollständige Überlagerung einer Emissionslinie eines anderen Elements mit der des Analyten; Sonderfall: durch eine Flankenstörung einer in der Nähe gelegenen starken Emissionslinie verursachte Untergrunderhöhung, z. B. schräge Untergrundverschiebung bei Pb 220,353 nm, hervorgerufen durch Al 220,463 nm,
- Überlagerung einer Molekülbande von einem mehratomigen Teilchen, gebildet im Plasma aus dem Lösemittel, der Umgebungsluft oder den Gasen (z. B. N_2^+ , NO, NH, OH, CN), mit der Emissionslinie eines Analyten,
- Untergrunderhöhung, bedingt durch Rekombinationsphänomene, z. B. ein von Al zwischen 190 nm und 220 nm ausgesendetes Kontinuum und
- durch Streulicht bedingte Untergrunderhöhung.

Eine Überlagerung von Spektrallinien führt gewöhnlich zur Wahl einer alternativen Linie. Wenn das nicht möglich ist, können mathematische Korrekturverfahren (z. B. Verfahren der Interelementkorrektur, Mehrkomponenten-Spektrenanpassung) zum Kompensieren der Störung angewendet werden. Eine parallele Untergrundverschiebung kann durch Untergrundkorrektur kompensiert werden. Zur Korrektur einer schrägen Untergrundverschiebung werden zwei Untergrundkorrekturpunkte auf jeder Seite des Peaks verwendet.

Für die Untersuchung spektraler Störungen von Königswasserextrakten von Böden wurden die empfindlichsten Linien der Analyten As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl und Zn verwendet. Die wichtigsten Bodenelemente Al, As, Ca, Cr, Cu, Co, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Ti, V und Zn wurden als Störelemente in zwei Konzentrationen verwendet: 100 mg/l und 500 mg/l. Diese Elementkonzentrationen entsprechen einem Elementgehalt im Boden von 0,33 % bzw. 1,67 %, in Übereinstimmung mit der Extraktion in Königswasser nach ISO 11466.

Die Tabellen B.1 und B.3 in Anhang A bieten eine Zusammenfassung von möglichen spektralen Störungen bei der Analyse von Königswasserextrakten von Böden. Es sind sowohl das Störelement als auch die Emissionslinie dieses Elements angeführt. Bei der Studie in Tabelle B.1 wurde ein Perkin-Elmer-Optima-3000-Gerät¹⁾ mit einer spektralen Auflösung von 0,006 nm bei 200 nm eingesetzt, bei Tabelle B.3 ein Varian-Vista-PRO¹⁾ mit axial beobachtetem Plasma. Linienkoinzidenzen (vollständige Linienüberlagerungen), die von der spektralen Auflösung des Spektrometers abhängen, werden erst wahrnehmbar, wenn die Konzentrationen von Störelement und Analyt einen kritischen Wert erreicht haben.

1) Perkin-Elmer-Optima-3000-Gerät und Varian-Vista-PRO sind Beispiele für geeignete handelsübliche Produkte. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieser Internationalen Norm und bedeutet keine Anerkennung dieser genannten Produkte durch ISO.