

DIN EN ISO 2611-1



ICS 75.060

Einsprüche bis 2023-12-06

Entwurf

Siehe Anwendungsbeginn

**Analyse von Erdgas –
Biomethan Bestimmung von halogenisierten Verbindungen –
Teil 1: HCl und HF Anteil durch Ionenchromatographie
(ISO/DIS 2611-1:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 2611-1:2023**

Analysis of natural gas –
Biomethane determination of halogenated compounds –
Part 1: HCl and HF content by ion chromatography (ISO/DIS 2611-1:2023);
German and English version prEN ISO 2611-1:2023

Gaz naturel –
Analyse de composants halogénisés en biométhane –
Partie 1: HCl et de HF par chromatographie ionique (ISO/DIS 2611-1:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 2611-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nagas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas), 53058 Bonn, Postfach 14 03 62 oder Josef-Wirmer-Str. 1 - 3, 53123 Bonn.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 42 Seiten

DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 2611-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 193 „Natural gas“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 408 „Biomethan zum Einsatz im Transportwesen und zur Einspeisung in Erdgasrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 032-03-08 AA „Biogas“ im DIN-Normenausschuss Gas (NAGas).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6974-1	siehe	DIN EN ISO 6974-1
ISO 6974-2	siehe	DIN EN ISO 6974-2
ISO 6974-3	siehe	DIN EN ISO 6974-3
ISO 6976	siehe	DIN EN ISO 6976
ISO 3696	siehe	DIN ISO 1696
ISO 10304-1	siehe	DIN EN ISO 10304-1

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6974-1, *Erdgas — Bestimmung der Zusammensetzung und der zugehörigen Unsicherheit durch Gaschromatographie — Teil 1: Allgemeine Leitlinien und Berechnung der Zusammensetzung*

DIN EN ISO 6974-2, *Erdgas — Bestimmung der Zusammensetzung und der zugehörigen Unsicherheit durch Gaschromatographie — Teil 2: Unsicherheitsberechnungen*

DIN EN ISO 6974-3, *Erdgas — Bestimmung der Zusammensetzung und der zugehörigen Unsicherheit durch Gaschromatographie — Teil 3: Präzision und Bias*

DIN EN ISO 6976, *Erdgas — Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung*

DIN EN ISO 10304-1, *Wasserbeschaffenheit — Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie — Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat*

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

<i>Titel de:</i>	Analyse von Erdgas – Biomethan Bestimmung von halogenisierten Verbindungen — Teil 1: HCl und HF Anteil durch Ionenchromatographie (ISO/DIS 2611-1:2023)
<i>Titel en:</i>	Analysis of natural gas — Biomethane — Determination of halogenated compounds — Part 1: HCl and HF content by ion chromatography (ISO/DIS 2611-1:2023)
<i>Titel fr:</i>	Gaz naturel — Analyse de composants halogénisés en biométhane — Partie 1: HCl et de HF par chromatographie ionique (ISO/DIS 2611-1:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	8
4.1 Symbole	8
4.2 Abkürzungen	9
5 Kurzbeschreibung	9
6 Reagenzien und Verbrauchsmaterialien	9
6.1 Wasser	9
6.2 Wässrige Lösungen	9
6.3 Chlorid- und Fluorid-Standard-Stammlösungen	9
6.4 Chlorid- und Fluorid-Standardlösungen	9
6.5 Chlorid- und Fluorid-Kalibrierlösungen	10
6.6 Blindwertlösung	10
6.7 Eluenten	10
6.8 Quarzfilter	10
6.9 Spritzenfilter	10
6.10 Sorptionsröhrchen	11
7 Prüfeinrichtung	11
7.1 Ionenchromatographie-System	11
7.2 Qualitätsanforderungen an die Trennsäule	11
8 Probenahme und Vorbehandlung der Probe	12
8.1 Allgemeines	12
8.2 Probenahmeausrüstung	12
8.2.1 Filter	12
8.2.2 Kartuschen	12
8.2.3 Pumpe	12
8.3 Probenahme	12
8.3.1 Filterbasiertes Verfahren	12
8.3.2 Kartuschenbasiertes Verfahren	12
8.4 Filterbasiertes Verfahren	13
8.4.1 Beim Öffnen der Kassette ist darauf zu achten, dass keine an den Wänden abgelagerten Partikel verloren gehen und die imprägnierten Filter nicht verschmutzt werden.	13
8.4.2 Kartuschenbasiertes Verfahren	13
9 Durchführung	13
9.1 Allgemeines	13
9.2 Kalibrierung	14
9.3 Messung	14
10 Berechnung	14

11	Angabe der Ergebnisse	15
12	Leistungskenngrößen	15
12.1	Überprüfung der Kalibrierung	15
12.2	Verfahrenskennndaten	16
13	Prüfbericht	16
Anhang A (informativ) Kenngrößen des Verfahrens		17
A.1	Analysebedingungen	17
A.2	Validierungsdaten	18
Anhang B (informativ) Dynamische Erzeugung von HCl und HF		20
Literaturhinweise		21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 2611-1:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 193 „Natural gas“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 408 „Biomethan zum Einsatz im Transportwesen und zur Einspeisung in Erdgasrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 2611-1:2023 wurde von CEN als prEN ISO 2611-1:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Directives, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Directives, 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 193, *Natural gas*, Unterkomitee SC 1, *Analysis of natural gas* erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 2611 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument ist Teil eines modularen horizontalen Ansatzes, der ein Prüfverfahren für Gesamtchlor, Fluor und halogenierte VOC in Biomethan umfasst.

Für die Messung von Chlorwasserstoff (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) in Biomethan wird ein Verfahren beschrieben, das auf der Absorption dieser Komponenten auf einem alkali-imprägnierten Quarzfaserfilter beruht. Die Anionen Chlorid und Fluorid werden dann durch Ionenchromatographie mit konduktometrischer Detektion analysiert. Die Konzentrationen werden in Äquivalenten von Salzsäure und Flusssäure bei geeigneten Bezugsbedingungen angegeben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Konzentration von Salzsäure (HCl) und Flusssäure (HF) in Biomethan nach Absorption auf einem alkali-imprägnierten Quarzfaserfilter oder in einer Sorptionsfalle durch Ionenchromatographie (IC) mit konduktometrischer Detektion fest.

Das Verfahren ist anwendbar auf Biomethan bei Konzentrationen für HCl von 0,07 mg/m³ bis 35 mg/m³ und für HF von 0,07 mg/m³ bis 20 mg/m³.

Sofern nicht anders angegeben, werden alle Konzentrationen in dieser Norm unter Standardbezugsbedingungen angegeben (siehe ISO 13443 [3]). Andere Bedingungen dürfen angewendet werden.

Dieses Verfahren ist auch auf Biogas anwendbar. Dieses Verfahren ist zur Unterstützung der Konformitätsbewertung von Biomethan und Biogas in Übereinstimmung mit Festlegungen (Spezifikationen), wie z. B. EN 16723 [1][2], bestimmt.

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).

ISO 6974-1, *Natural gas — Determination of composition and associated uncertainty by gas chromatography — Part 1: General guidelines and calculation of composition*

ISO 6974-2, *Natural gas — Determination of composition and associated uncertainty by gas chromatography — Part 2: Uncertainty calculations*

ISO 6974-3, *Natural gas — Determination of composition and associated uncertainty by gas chromatography — Part 3: Precision and bias*

ISO 6976, *Natural gas — Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe indices from composition*

ISO 14532, *Natural gas — Vocabulary*

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

ISO 10304-1, *Water quality — Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions — Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 14532 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1

Analyt

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

[QUELLE: EN 16687:2015, 4.1.11]

3.2

Bestimmungsgrenze

LOQ

geringste Analytkonzentration, die unter den Versuchsbedingungen mit einem vertretbaren Niveau an Präzision und Richtigkeit quantitativ bestimmt werden kann

[QUELLE: ISO 16140-1:2016 (en), 2.36]

3.3

Laborprobe

Probe zur Untersuchung oder Prüfung im Labor

[QUELLE: ISO 11074:2015, 4.3.7]

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Symbol	Beschreibung	Einheit
$\rho_{(x)}$	Konzentration von gasförmigem Chlorwasserstoff oder Fluorwasserstoff in Biomethan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\rho_{(x-)}$	Konzentration von Chlorid- oder Fluoridionen	$\mu\text{g}/\text{l}$
$M_{(x-)}$	Molmasse von Chlorid- oder Fluoridionen	g/mol
$M_{(x)}$	Molmasse von Chlorwasserstoff oder Fluorwasserstoff	g/mol
$m_{(x)}$	Masse der gesammelten gasförmigen Chloride oder Fluoride	μg
V_{S}	Volumen der Extraktlösung	l
V_{gas}	Volumen des entnommenen Gases	m^3
q_V	Volumenstrom des Gases während der Probenahme	ml/min
p_0	Druck bei Bezugsbedingungen	kPa
p_{gas}	Druck bei Probenahmebedingungen	kPa
t	Probenahmedauer	min
T_0	Temperatur bei Bezugsbedingungen	K
T_{gas}	Temperatur bei Probenahmebedingungen	K
Z	Realgasfaktor (Kompressibilitätsfaktor)	1

4.2 Abkürzungen

CD	Coulometrischer Detektor
SI	Internationales Einheitensystem

5 Kurzbeschreibung

Die in Biomethan enthaltene Salzsäure (HCl) und Flusssäure (HF) werden auf einem alkali-imprägnierten Quarzfaserfilter aufgefangen. Die adsorbierten anorganischen Halogenide werden durch wässrige Extraktion mit einem Ultraschallbehandlungsschritt eluiert.

ANMERKUNG Wenn „Biomethan“ geschrieben steht, ist impliziert, dass damit auch Biogas einbezogen ist.

Die instrumentelle Analyse von Chloriden und Fluoriden in den Extrakten erfolgt durch Ionenchromatographie mit einem konduktometrischen Detektor (CD).

Bei der Verwendung von CD ist es wichtig, dass die Eluenten eine ausreichend geringe Leitfähigkeit aufweisen. Aus diesem Grund werden CD üblicherweise mit einer Suppressor-Vorrichtung (Kationenaustauscher) kombiniert, der die Leitfähigkeit des Eluenten verringert und die Probenspezies in ihre entsprechenden Säuren überführt.

6 Reagenzien und Verbrauchsmaterialien

Es werden nur Reagenzien von anerkannter analytischer Qualität verwendet. Wenn nicht anders angegeben, werden die Reagenzien mit einer relativen erweiterten Unsicherheit von $\pm 1\%$ ($k = 2$) der nominalen Masse gewogen.

6.1 Wasser

Das in diesem Verfahren verwendete Wasser muss Qualität 1 nach ISO 3696 entsprechen.

6.2 Wässrige Lösungen

Natriumcarbonat-Lösung, Na_2CO_3 mit einer Massenkonzentration von 50 g l^{-1} .

Natriumbicarbonat-Lösung, NaHCO_3 mit einer Stoffmengenkonzentration von $0,0024 \text{ mol l}^{-1}$.

6.3 Chlorid- und Fluorid-Standard-Stammlösungen

Die Lösungen müssen eine Massenkonzentration von jeweils $\rho_X = 1000 \text{ mg l}^{-1} \pm 10 \text{ mg l}^{-1}$ ($k = 2$) aufweisen.

Einzelanionen- und Mischanionen-Stammlösungen mit entsprechender und erforderlicher Spezifikation sind kommerziell erhältlich. Diese Lösungen sind mehrere Monate stabil. Die verwendeten Lösungen müssen zertifizierte Konzentrationen mit annehmbarer messtechnischer Rückführbarkeit und einer angegebenen Unsicherheit aufweisen.

6.4 Chlorid- und Fluorid-Standardlösungen

In Abhängigkeit von den erwarteten Konzentrationen werden Einzel- oder Mischstandardlösungen mit Chlorid- und Fluoridkonzentrationen aus den Stamm-Standardlösungen (6.4) hergestellt. Die Standardlösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

Die verwendete Ausrüstung (z. B. Waagen, Volumenmessgeräte aus Glas) muss kalibriert oder bezüglich der Leistung überprüft werden. Die Berechnung der Konzentration(en) der Standardlösung(en) muss die Bewertung der mit der Konzentration verbundenen Messunsicherheit einschließen.

ANMERKUNG Ein Leitfaden zur Bewertung der Messunsicherheit ist in Literaturhinweis [4] enthalten.

Eine Chlorid- und Fluorid-Mischstandardlösung, von jeweils $\rho_x = 10 \text{ mg l}^{-1}$, wird zum Beispiel erhalten, indem von jeder der Stamm-Standardlösungen (6.3) 1,0 ml mit einer Vollpipette in einen 100-ml-Messkolben pipettiert und der Kolben mit Wasser (6.1) bis zur Marke aufgefüllt wird.

Diese Lösungen müssen im Dunkeln bei 2 °C bis 8 °C in Polyethylenflaschen aufbewahrt und innerhalb einer Woche nach der Herstellung verwendet werden.

6.5 Chlorid- und Fluorid-Kalibrierlösungen

In Abhängigkeit von den erwarteten Konzentrationen in der Probe wird die Standardlösung (6.4) verwendet, um z. B. fünf bis zehn Kalibrierlösungen herzustellen, deren Konzentrationen so gleichmäßig wie möglich über den erwarteten Arbeitsbereich verteilt sind. Der Arbeitsbereich muss ausreichend groß sein, um eine Interpolation der Konzentrationen der beabsichtigten Extrakte, die aus Biomethanproben hergestellt werden, zu ermöglichen (siehe Abschnitt 9).

BEISPIEL Zum Beispiel wird für den Bereich von 0,05 mg l^{-1} bis 0,5 mg l^{-1} wie folgt vorgegangen: In eine Reihe von 20-ml-Messkolben werden mit einer kalibrierten Mikropipette die folgenden Volumina pipettiert: 100 μl , 200 μl , 300 μl , 400 μl , 500 μl , 600 μl , 700 μl , 800 μl , 900 μl bzw. 1 000 μl der Standardlösung (6.5.2), und das Volumen wird mit Wasser (6.1) bis zur Marke aufgefüllt.

Die Nennkonzentrationen der Anionen in diesen Kalibrierlösungen sind: 0,05 mg l^{-1} , 0,1 mg l^{-1} , 0,15 mg l^{-1} , 0,2 mg l^{-1} , 0,25 mg l^{-1} , 0,3 mg l^{-1} , 0,35 mg l^{-1} , 0,4 mg l^{-1} , 0,45 mg l^{-1} bzw. 0,5 mg l^{-1} .

Die Kalibrierlösungen werden am Tag ihres Gebrauchs hergestellt.

6.6 Blindwertlösung

Ein Messkolben (z. B. 100-ml-Kolben) wird mit Wasser (6.1) gefüllt.

6.7 Eluenten

Das gesamte Wasser für die Herstellung der Eluenten wird entgast. Um das Wachstum von Bakterien oder Algen zu minimieren, werden die Eluenten neu hergestellt, wenn die aktuellen Eluenten älter als 3 Tage sind.

Die Wahl des Eluenten (zum Beispiel Kaliumhydroxid, KOH) hängt von der gewählten Säule ab. Die Unterlagen zur Säule sind einzusehen oder der Lieferanten der Säule ist um Rat zu fragen. Die gewählte Kombination von Trennsäule und Eluent muss die Anforderung an die Auflösung nach 7.2 erfüllen.

6.8 Quarzfilter

Quarzfaserfilter, geeignet für die Gasprobenahme von sauren Gasen mit einem geeigneten Durchmesser in einer Probenahmekassette, mit einer Porenweite von 2,5 μm .

6.9 Spritzenfilter

Nylon-Spritzenfilter mit einem Durchmesser von 0,45 μm .

6.10 Sorptionsröhrchen

Kartuschen mit aktiviertem Silicagel, speziell gereinigt, geeignet für aktive Luft-(Gas-)Probenahme. Partikelgröße 20 mesh bis 40 mesh.

7 Prüfeinrichtung

Die üblichen Laborgeräte, insbesondere folgende Geräte:

7.1 Ionenchromatographie-System

Es besteht im Allgemeinen aus den folgenden Komponenten (siehe Bild 1):

- Eluenten-Vorratsbehälter mit Entgasungseinheit
- Metallfreie HPLC-Pumpe
- Vorsäule, falls notwendig
- Trennsäule mit festgelegter Trennleistung (7.2)
- Leitfähigkeitsdetektor (CD)
- Dokumentationseinrichtung (z. B. Computer mit Software für die Datenerfassung und -auswertung).

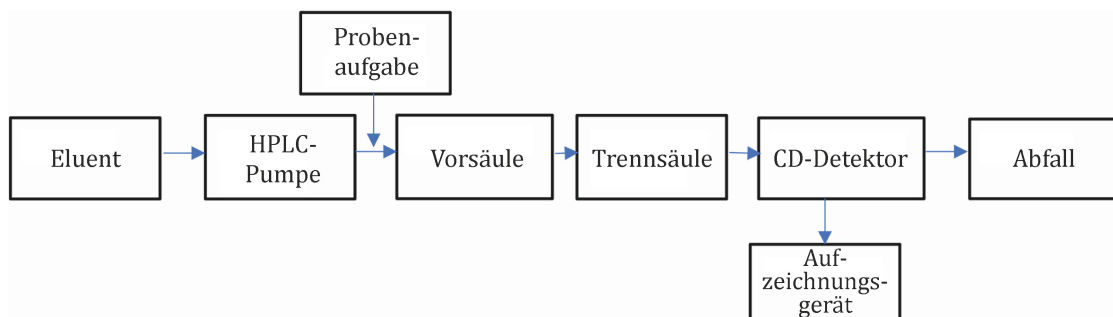


Bild 1 — Ionenchromatographie-System

7.2 Qualitätsanforderungen an die Trennsäule

In Chromatogrammen von Proben und Standardlösungen darf die Peakauflösung R zwischen dem zu bestimmenden Anion und dem nächstgelegenen Peak den Wert 1,3 nicht unterschreiten.

Die Trennbedingungen müssen derart sein, dass mögliche störende Anionen die Trennung der zu bestimmenden Anionen nicht stören. Mögliche Wechselwirkungen ergeben sich durch organische Säuren, wie z. B. Essig- und Ameisensäure. Gegebenenfalls müssen die Säule und die Trennbedingungen beurteilt werden, um zu bestätigen, dass keine derartigen Störungen auftreten.

Eine Vorsäule wird verwendet, um die Säule zu schützen. Sie sollte verwendet werden, wenn dies vom Hersteller der Säule empfohlen wird.