

DIN EN ISO 10715



ICS 75.060

Ersatz für
DIN EN ISO 10715:2000-09**Erdgas –
Probenahme (ISO 10715:2022);
Deutsche Fassung EN ISO 10715:2022**Natural gas –
Gas sampling (ISO 10715:2022);
German version EN ISO 10715:2022Gaz naturel –
Échantillonnage de gaz (ISO 10715:2022);
Version allemande EN ISO 10715:2022

Gesamtumfang 89 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10715:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 193 „Natural gas“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 238 „Prüfgase, Prüfdrücke, Gerätekategorien und Gasgerätearten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-05-73 AA „Gasanalyse und Gasbeschaffenheit“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

ISO 10438-1:2007	siehe	DIN EN ISO 10438-1:2010-08
ISO 13686	siehe	DIN EN ISO 13686
ISO 14532:2014	siehe	DIN EN ISO 14532:2017-07
ISO 15156-1	siehe	DIN EN ISO 15156-1
ISO 15156-2	siehe	DIN EN ISO 15156-2
ISO 15156-3	siehe	DIN EN ISO 15156-3
ISO 16664:2017	siehe	DIN EN ISO 16664:2017-09

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 10715:2000-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in dieser neuen Ausgabe wird der regelmäßigen Wartung, Instandhaltung und Validierung von installierten Probenahmesystemen, denen bisher nicht die nötige Aufmerksamkeit gegeben wurde, eine große Bedeutung beigemessen. Probenahmesysteme, oder zumindest der fest installierte Teil davon, wurden allzu oft installiert ohne zu berücksichtigen, dass sie durch den Gebrauch mehr und mehr verunreinigt werden, was zu Verfälschungen der Zusammensetzung des entnommenen Gases führt;
- b) Einführung von neuen Probenahmegeräten;
- c) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN 51853: 1960-02, 1979-01, 1995-11
DIN EN ISO 10715: 2000-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 10438-1:2010-08, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Schmieröl-, Sperröl- und Regelölversorgungsanlagen und Hilfsanlagen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 10438-1:2007); Englische Fassung EN ISO 10438-1:2007*

DIN EN ISO 13686, *Erdgas — Bestimmung der Beschaffenheit*

DIN EN ISO 14532:2017-07, *Erdgas — Begriffe (ISO 14532:2014); Dreisprachige Fassung EN ISO 14532:2017*

DIN EN ISO 15156-1, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen für die Auswahl von gegen Rissbildung beständigen Werkstoffen*

DIN EN ISO 15156-2, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung — Teil 2: Gegen Rissbildung beständige unlegierte und niedriglegierte Stähle und Gusseisen*

DIN EN ISO 15156-3, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung — Teil 3: Hochlegierte Stähle (CRAs) und andere Legierungen*

DIN EN ISO 16664:2017-09, *Gasanalyse — Handhabung von Kalibriergasen und Gasgemischen — Richtlinien (ISO 16664:2017); Deutsche Fassung EN ISO 16664:2017*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Erdgas —
Probenahme (ISO 10715:2022)

Natural gas —
Gas sampling (ISO 10715:2022)

Gaz naturel —
Échantillonnage de gaz (ISO 10715:2022)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Juli 2022 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	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Sicherheitsbetrachtungen	12
5 Grundsätze der Probenahme	12
6 Das Konzept der repräsentativen Probe	13
7 Arten der Probenahme	13
7.1 Überlegungen zu Probenahmeverfahren	13
7.2 Entnahme von Einzelproben	14
7.2.1 Allgemeines	14
7.2.2 Verfahren Füllen und Entleeren	15
7.2.3 Verfahren mit kontrollierter Strömung	15
7.2.4 Verfahren der Probenahme mit evakuierter Druckgasflasche	15
7.2.5 Verfahren mit Vorbefüllen mit Helium	16
7.2.6 Verfahren mit Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben	16
7.2.7 Einkammer-Druckgasflasche zur Probenahme	16
7.2.8 Häufigkeit der Probenahme	16
7.3 Entnahme von Durchschnittsproben (kontinuierliche Probenahme oder Sammelprobenahme)	18
7.3.1 Allgemeine Betrachtungen	18
7.3.2 Intervalle	18
7.3.3 Systembetrachtungen	18
7.3.4 Überwachung des Füllvorgangs	19
7.3.5 Behälterkennzeichnung	19
7.3.6 Überdruckschutzeinrichtung	19
7.4 On-line-Probenahme oder direkte Probenahme	19
7.4.1 Allgemeine Betrachtungen	19
7.4.2 Automatische Kondensatausschleusung	21
7.4.3 Druckminderung	21
7.4.4 Spülen mit Inertgas	22
7.4.5 Druckentlastungs-/Sicherheitsabblaseventil	22
7.4.6 Beheizung der Probenahmeleitung	22
8 Ort der Probenahme	22
8.1 Allgemeines	22
8.2 Probenahmeort	23
8.2.1 Allgemeines	23
8.2.2 Relevantes Gas	23
8.2.3 Ungestörtes Gas	23
8.2.4 Zugang	24
8.3 Probenahmeposition	24
8.4 Probenahmestelle	25
9 Optimale Umsetzung der Gasprobenahme	25
9.1 Allgemeines	25
9.2 Gassorption	26
9.2.1 Allgemeines	26
9.2.2 Oberflächenbehandlung	26
9.2.3 Überlegungen zur Sorption in Zusammenhang mit der Probenahmeeinrichtung	26
9.2.4 Ausbalancieren der Probenahmeeinrichtung	27

9.3	Werkstoffeinsatz bei der Probenahme	27
9.3.1	Allgemeine Betrachtungen	27
9.3.2	Stahlsorten	28
9.3.3	Epoxidbeschichtungen	28
9.3.4	Andere Polymere	28
9.3.5	Gummi	29
9.3.6	Bimetallkorrosion	29
9.4	Probenverunreinigung	29
9.4.1	Sauberkeit	29
9.4.2	Reinigung von Probenahmesystemen	29
9.4.3	Vorbefüllung von Probenzylindern	29
9.5	Kondensation der Probe	30
9.5.1	Temperatur	30
9.5.2	Druckminderung und Joule-Thomson-Kühlung	30
9.5.3	Kondensation und Wiederverdampfung	31
9.6	Störung der Strömung durch das Probenahmesystem	33
9.7	Verzögerungszeit	33
9.7.1	Verfahren der direkten Probenahme	33
9.7.2	Verfahren der indirekten Probenahme	35
10	Probenahmeeinrichtungen	35
10.1	Allgemeines	35
10.2	Sonden	37
10.2.1	Allgemeines	37
10.2.2	Gerade Sonde	37
10.2.3	Regulierte Sonde	38
10.2.4	Staurohrsonde	39
10.3	Rohre	40
10.3.1	Probenahme und Probenahmeleitungen	40
10.3.2	Bypass-Ausführungen	41
10.4	Filter, Membrane und Abscheider	41
10.5	Ventile und Sicherheitsarmaturen	42
10.6	Fittings	43
10.7	Durchflussüberwachung und Durchflussregelung	43
10.8	Druckminderer	43
10.9	Druckfühler/Druckmessgeräte	44
10.10	Heizeinrichtungen	44
10.11	Dichtungen und Schmiermittel	44
10.12	Probenbehälter oder Druckgasflaschen	44
10.12.1	Allgemeines	44
10.12.2	Standard- bzw. Einkammer-Druckgasflasche	45
10.12.3	Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben bzw. Druckgasflasche mit Konstantdruck	46
10.13	Einrichtungen zur Erhöhung der Konzentration	47
10.14	Anzahl und Reihenfolge der Geräte	47
11	Überprüfung des Probenahmesystems	49
12	Fehlersuche	50
Anhang A (informativ)	Zweck der Probenahme, Liste der Verbindungen und Informationen im Probenahmebericht	53
A.1	Zweck der Probenahme	53
A.2	Bestandteile und Bereiche der Zusammensetzung	53
A.3	Informationen im Probenahmebericht	53
Anhang B (informativ)	Probenahmeverfahren	54
B.1	Verfahren zur Probenahme mit Probenahmerohren aus Glas bei niedrigem Druck	54
B.1.1	Besondere Vorsichtsmaßnahmen	54
B.1.2	Vorbereitung des Probenahmerohrs aus Glas	54
B.1.3	Probenahme	54
B.1.4	Vorbereitung für den Transport	56
B.2	Verfahren zur Probenahme durch Füllen und Entleeren	56

B.3 Verfahren der Probenahme mit kontrolliertem Durchfluss 57

B.4 Verfahren der Probenahme mit evakuierter Druckgasflasche 59

Anhang C (informativ) Gassorptionerscheinung: Adsorption/Desorption 62

Anhang D (informativ) Reinigung von Druckgasflaschen aus Stahl 64

Anhang E (informativ) Joule-Thomson-Kühlung und Phasenverhalten 65

Anhang F (informativ) Wirbelablösung und damit zusammenhängende Probleme 68

Anhang G (informativ) Leitlinien für die Berechnung der Verweilzeit 72

Anhang H (informativ) Protokoll für die Überprüfung des Gasprobenahmesystems 81

Anhang I (informativ) Anzahl der Proben 83

Literaturhinweise 85

Bilder

Bild 1 — Übersicht über direkte und indirekte Probenahmeverfahren 14

Bild 2 — Beispiel für die Probenahme mit direkt geregelter Sonde 20

Bild 3 — Beispiel für die Probenahme mit nicht geregelter Sonde ohne Druckminderung mit
Aufbereitungsanlage 21

Bild 4 — Beispiel für einen Probenahmeort 23

Bild 5 — Probenahmeposition 24

Bild 6 — Beispiel für eine Probenahmestelle 25

Bild 7 — Phasendiagramm für ein gewöhnliches Erdgasgemisch 31

Bild 8 — Beispiel für ein Druck/Temperatur-Diagramm eines Erdgases 32

Bild 9 — Gerade Sonde 38

Bild 10 — Regulierte Sonde 39

Bild 11 — Staurohrsonde 40

Bild 12 — Schematischer Aufbau eines Filters 42

Bild 13 — Standard-Druckgasflasche bzw. Einkammer-Druckgasflasche 46

Bild 14 — Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben 46

Bild B.1 — Probenahmerohr aus Glas (1 l) 54

Bild B.2 — Probenahme mit Probenahmerohren aus Glas 55

Bild B.3 — Probenahme mit Probenahmerohren aus Glas an einer Leitung mit Unterdruck 55

Bild B.4 — Verfahren zur Probenahme durch Füllen und Entleeren 56

Bild B.5 — Verfahren der Probenahme mit kontrolliertem Durchfluss 58

Bild B.6 — Verfahren der Probenahme mit evakuierter Druckgasflasche 60

Bild E.1 — Phasenverhalten eines Luft/Wasser-Gemischs 65

Bild E.2 — Phasenverhalten eines Methan/Nonan-Gemischs 66

Bild E.3 — Phasenverhalten eines echten Erdgases 67

Bild F.1 — Schwingungen durch Wirbelablösungen (QUELLE: ASME PTC 19.3TW:2016 [7]) 68

Bild F.2 — Wirbelmuster infolge unterschiedlicher Reynolds-Zahlen-Regime [8] 69

Bild F.3 — Zusammenhang zwischen *St* und *Re* für Druckgasflaschen mit Durchmessern
zwischen 2 cm und 25 cm 70

Bild G.1 — Druck am Einlass als Funktion des austretenden Volumenstroms
(Rohrinnendurchmesser 3 mm) 73

Bild G.2 — Druck am Einlass als Funktion des austretenden Volumenstroms
(Rohrinnendurchmesser 4 mm) 74

Bild G.3 — Druck am Einlass als Funktion des austretenden Volumenstroms
(Rohrinnendurchmesser 5 mm) 75

Bild G.4 — Blockdiagramm für die Verweilzeit und Verzögerungszeiten mit und ohne schnelle
Ringleitung, unter Berücksichtigung von Pfropfenströmungsbedingungen 77

Tabellen

Tabelle 1 — Verträglichkeit der Werkstoffe des Probenahmesystems mit den Gasbestandteilen 28

Tabelle 2 — Erforderliche Geräte in Abhängigkeit vom Anwendungsfall	48
Tabelle 3 — Beispiele für häufig auftretende Probleme bei der Probenahme	51
Tabelle B.1 — Anzahl der Spülzyklen	57
Tabelle G.1 — Beispiel für Verweilzeit und Verzögerungszeiten mit schneller Ringleitung, dargestellt in Bild G.4	78
Tabelle G.2 — Beispiel für Verweilzeit und Verzögerungszeiten ohne schnelle Ringleitung, dargestellt in Bild G.4	79

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10715:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 193 „Natural gas“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 238 „Prüfgase, Prüfdrücke, Gerätekategorien und Gasgerätearten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Monat Jahr April 2023 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 EN ISO 10715:2000.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10715:2022 wurde von CEN als EN ISO 10715:2022 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-Direktiven, 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-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 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*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 238, *Prüfgase, Prüfdrücke, Gerätekatgorien und Gasgerätearten*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 10715:1997), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- in dieser neuen Ausgabe wird der regelmäßigen Instandhaltung, Wartung und Validierung von eingebauten Probenahmesystemen, denen bisher nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wurde, eine große Bedeutung beigemessen. Probenahmesysteme, oder zumindest der fest eingebaute Teil davon, wurden allzu oft eingebaut und vergessen, ohne zu erkennen, dass sie durch den Gebrauch mehr und mehr verunreinigt werden, was zu Verfälschungen der Zusammensetzung des entnommenen Gases führt;
- es wurden neue Geräte zur Probenahme aufgenommen.

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

Die Zusammensetzung, Beschaffenheit und Eigenschaften von Erdgas schwanken u. a. in Abhängigkeit von seiner Herkunft, dem Verarbeitungsgrad, der natürlichen Vermischung an den Verbindungspunkten, den Speichieranlagen, den Mischstationen, der schwankenden Nachfrage nach einigen seiner Derivate wie LPG (Flüssiggas, en: liquefied petroleum gas) und der zunehmenden Notwendigkeit, unkonventionelle und erneuerbare Gase im selben Netz zu transportieren usw.

Die auftretenden Schwankungen werden genau überwacht und kontrolliert, um die Sicherheit der Allgemeinheit sowie des Betriebspersonals, der Anlagen, der Ausrüstung und der Gasinfrastrukturen im Allgemeinen sicherzustellen. Außerdem entscheidend, auch aus wirtschaftlicher Sicht, ist der Energiegehalt des Gases, der bei diesen Schwankungen unterschiedlich ist und wegen der sehr hohen Geldbeträge, die dabei eine Rolle spielen, für Abrechnungs- und Steuerzwecke sehr genau überwacht wird.

Die auftretenden Schwankungen lassen sich am einfachsten unter dem Oberbegriff „Gasbeschaffenheit“ zusammenfassen, der in diesem Dokument nachfolgend mit GB abgekürzt wird.

Zur Überwachung und Kontrolle der GB werden nebenbei an vielen verschiedenen Stellen Proben entnommen und analysiert. Diese Proben werden bei vielen verschiedenen Prozessparametern entnommen, wobei immer sicherzustellen ist, dass jedes Gas, das anschließend für solche Überwachungszwecke analysiert wird, wirklich repräsentativ für den Hauptgasstrom ist.

Die Verfahren für die Messung der GB sind in zahlreichen ISO-Normen festgelegt, ebenso wie die Mittel zur Kalibrierung solcher Messgeräte; alle diese Messungen und Kalibrierungen sind jedoch nahezu nutzlos, wenn die für solche Messungen verwendeten Proben nicht repräsentativ sind.

Dieses Dokument beschreibt die Mittel, mit denen sichergestellt wird, dass Probenahmesysteme und Probennahmeverfahren so ausgelegt, aufgestellt, installiert, betrieben und gewartet werden, dass die erhaltenen Proben repräsentativ für den Hauptgasstrom sind, dem sie zugeordnet werden. Es enthält auch umfassende Informationen über die Art und Weise, wie Proben verunreinigt, verändert, modifiziert oder verschlechtert werden können, sowie Methoden, Mittel und Verfahren, die sicherstellen, dass die Probe vom Beginn des Probenahmeprozesses bis hin zu dem Punkt, an dem die Probe in das Analysengerät eingebracht wird, repräsentativ bleibt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Mittel, mit denen sichergestellt wird, dass Proben von Erdgas und Erdgas austauschendes Gas, das in Fernleitungs- und Verteilungsnetze geleitet wird, repräsentativ für den Gasstrom sind, dem sie zugeordnet sind.

ANMERKUNG Um sicherzustellen, dass ein bestimmtes Gas in der Norm Berücksichtigung findet, siehe Anhang A.

Dieses Dokument ist für die Probenahme an Standorten und Stellen anwendbar, an denen Austauschbarkeitskriterien, Energiegehalt und Netzeinspeisebedingungen gemessen und überwacht werden, und ist insbesondere an grenzüberschreitenden und abrechnungsrelevanten Messstellen maßgebend. Es dient als wichtige Quelle für Kontrollanwendungen in der Erdgasverarbeitung und für die Messung von Spurenbestandteilen.

Dieses Dokument ist nur für die Probenahme von trockenem Erdgas (einphasig — üblicherweise Gas, das durch Erdgasleitungen fließt) anwendbar. Gelegentlich kann ein Erdgasfluss mitgenommene flüssige Kohlenwasserstoffe enthalten. Der Versuch, einen feuchten Erdgasfluss zu beproben, führt möglicherweise zu zusätzlichen, nicht spezifizierten Unsicherheiten bei der Analyse der resultierenden Gasflusszusammensetzung. Die Probenahme aus einem feuchten Gasfluss (zwei- oder dreiphasig) liegt nicht im Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Dieses Dokument ist nicht für die Sicherheitsfragen in Zusammenhang mit der Gasprobenahme anwendbar.

WARNUNG — Allgemeine Aspekte der Erdgasbeschaffenheit sind in ISO 13686 [1] ausführlich beschrieben. Möglicherweise deckt die Norm nicht alle Spurenbestandteile ab, deren Überwachung aus verschiedenen Gründen zunehmend notwendig ist.

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 14532, *Natural gas — Vocabulary*

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 <https://www.electropedia.org/>

3.1

Absorption

Extraktion eines oder mehrerer Bestandteile aus einem Gasgemisch beim Kontakt mit einer Flüssigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Assimilation oder Extraktion verursacht oder wird begleitet von physikalischen, chemischen oder physikalisch-chemischen Veränderungen des aufnehmenden Materials.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Gasbestandteile werden durch Kapillarkwirkung, Osmose, chemische Reaktion oder Lösungsvorgänge aufgenommen.

BEISPIEL Entfernung von Wasser aus Erdgas mit Hilfe von Glykol.

[QUELLE: ISO 14532:2014, 2.2.2.6]

3.2

Adsorption

Anlagerung von Gasmolekülen, gelösten Substanzen oder Flüssigkeiten aufgrund physikalischer oder chemischer Kräfte an der Oberfläche von Feststoffen oder Flüssigkeiten, mit denen sie in Berührung kommen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel die Anlagerung von Methan an Kohle.

[QUELLE: ISO 14532:2014, 2.2.2.7]

3.3

Verunreinigung

Bestandteil in sehr geringen Mengen, wie z. B. Partikel, Glykol, Kompressorenöl usw., von dem angenommen wird, dass dieser störend wirkt und nicht Teil des zu messenden Gases ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Solche Verunreinigungen sind in der Regel schädlich für die Analysengeräte, und wenn sie in den Probenahmeprozess gelangen, müssen sie aus der Probe entfernt werden, bevor diese in das Analysengerät eingebracht wird. Sobald die Verunreinigungen jedoch in den Probenahmeprozess gelangen, beeinflussen sie dauerhaft jede nachfolgende Probe, die mit ihnen in Kontakt kommt. Im Laufe der Zeit kann die Ansammlung von Verunreinigungen im Probenahmesystem die Probe so stark beeinflussen, dass sie nicht mehr repräsentativ für den Gasstrom ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Verunreinigungen sind nicht zu verwechseln mit Spurenbestandteilen, die von Natur aus im zu beprobenden Gas enthalten sind.

3.4

Desorption

Entfernung einer sorbierten Substanz als Umkehrprozess der Adsorption oder Absorption

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel aus einer Lösung in einer Flüssigphase.

[QUELLE: ISO 14532:2014, 2.2.2.8, modifiziert — Anmerkung 1 zum Eintrag ergänzt]

3.5

direkte Probenahme

Probenahme in Fällen, bei denen eine direkte Verbindung zwischen dem zu beprobenden Erdgas und dem Analysengerät besteht

3.6

Zylinder mit beweglichem Kolben

Behälter, in dem ein beweglicher Kolben die Probe von einem Puffergas trennt, wobei die Drücke auf beiden Seiten des Kolbens im Gleichgewicht sind

3.7

Gassorptionerscheinungen

physikalische Vorgänge, bei denen einige Gase an der Oberfläche eines Feststoffs adsorbiert oder von dieser desorbiert werden, ohne dass es zur Transformation der Moleküle kommt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anziehungskraft zwischen einigen Gasen und Feststoffen ist rein physikalischer Natur und hängt von der Art der beteiligten Materialien ab. Erdgas kann einige Bestandteile enthalten, die starke Sorptionerscheinungen zur Folge haben. Besondere Sorgfalt sollte bei der Bestimmung der Konzentration von Spurenanteilen höherer Kohlenwasserstoffe, von Wasser, von Schwefelverbindungen, von Quecksilber und von Wasserstoff angewandt werden.

[QUELLE: ISO 14532:2014, 2.3.4.6]

3.8

Erdgas unter hohem Druck

Erdgas mit einem Druck über 0,2 MPa

3.9

Kohlenwasserstoff-Taupunkt

Temperatur bei gegebenem Druck, bei der die Kondensation von Kohlenwasserstoffdämpfen beginnt

3.10

Durchschnittsprobennehmer

Probennehmer, der eine Reihe von Einzelproben zu einer Durchschnittsprobe vereinigt

3.11

indirekte Probenahme

Probenahme in Fällen, bei denen keine direkte Verbindung zwischen dem zu beprobenden Erdgas und dem Analysengerät besteht

3.12

Flüssigkeitsabscheider

Einrichtung in der Probenahmeleitung zur Abscheidung anfallender Flüssigkeit

3.13

Spüldauer

Zeit, in der die Probe einen Teil der Einrichtung spült

3.14

repräsentative Probe

Probe, die dieselbe Zusammensetzung wie die Erdgasprobe hat, wenn letztere als homogenes Ganzes betrachtet wird

[QUELLE: ISO 14532:2014, 2.3.4.2]

3.15

Verweilzeit

Zeitspanne, die eine Probe zum Durchströmen einer Geräteeinheit benötigt

3.16

retrograde Kondensation

Anfallen einer flüssigen Phase aus schweren Kohlenwasserstoffen bei einem bestimmten Druck und einer bestimmten Temperatur, während bei der gleichen Temperatur das Gas sowohl bei einem höheren als auch bei einem niedrigeren Druck in einer einzigen Phase vorliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das retrograde Verhalten beschreibt das nicht ideale Phasenverhalten von Kohlenwasserstoff-Gasmischungen wie z. B. Erdgas.

3.17

Probenbehälter

Behälter zum Sammeln von Gasproben, wenn eine indirekte Probenahme erforderlich ist

3.18

Probenahmeleitung

Leitung zur Überführung einer Gasprobe von der *Probenahmestelle* (3.21) zur Probenahmeeinrichtung oder zum Analysengerät

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierzu können Geräte für die Vorbereitung der Probe für den Transport und die Analyse (Einrichtung zur Aufbereitung) gehören.

3.19

Probenahmesonde

Einrichtung, die in die Gasquelle eingeführt wird, um eine Probe zu entnehmen, und an die eine *Probenahmeleitung* (3.18) angeschlossen ist

3.20

Probenahmeort

Ort entlang der Gasleitung oder an der Prozessanlage, an dem die *Probenahmesonde* (3.19) angeordnet wird

3.21

Probenahmestelle

exakte Stelle im Raum, die durch den *Probenahmeort* (3.20), die *Probenahmeposition* (3.22) und durch die Lage des Einlasses an der *Probenahmesonde* (3.19) definiert ist

3.22

Probenahmeposition

Position innerhalb der Querschnittsfläche der Gasleitung oder Prozessanlage an dem *Probenahmeort*, an dem eine Probe entnommen wird

3.23

Einzelprobe

Probe mit festgelegtem Volumen, die an einer festgelegten Stelle zu einem festgelegten Zeitpunkt aus einem Gasstrom entnommen wurde

3.24

Spurenbestandteil

mit sehr geringem Anteil vorhandener Bestandteil

Anmerkung 1 zum Begriff: Spurenbestandteile sind im Allgemeinen Kohlenwasserstoffe oder Gruppen von Kohlenwasserstoffen höher als n-Pentan und andere in ISO 14532 aufgeführten Bestandteile.

3.26

befeuchtete Oberfläche

Oberfläche des Materials in Kontakt mit dem beprobten Gas

4 Sicherheitsbetrachtungen

Die Anwendung dieses Dokuments kann das Arbeiten mit unter hohem Druck stehenden brennbaren Gasen und anderen gefährlichen Materialien umfassen, die sich in Bereichen befinden können, die als gefährlich (explosionsgefährdete und/oder giftige Atmosphären) gekennzeichnet sind. Dieses Dokument befasst sich nicht mit den Sicherheitsfragen in Zusammenhang mit solchen Situationen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, angemessene Konstruktionsregeln, Installations-, Betriebs-, Prüf- und Wartungsverfahren für unter Druck stehende Geräte, für Geräte in potenziell gefährlichen Bereichen, für die Kontrolle, die Handhabung und den Transport von potentiell gesundheitsgefährdenden Stoffen usw. festzulegen.

Internationale und nationale Vorschriften zu Sicherheitsanforderungen sollten genau befolgt werden und Vorrang vor diesem Dokument haben.

5 Grundsätze der Probenahme

Die Entnahme von Erdgasproben ist der Prozess der Gewinnung einer Probe aus einer interessierenden Quelle, der Aufbereitung der Probe (soweit erforderlich) und der Zuführung der Probe zu einem Analysengerät, entweder direkt oder indirekt über ein Behältnis oder ein anderes Transportmedium.

Dieses Dokument beschreibt die Methoden und Geräte für jeden dieser Schritte.

Der Zweck des Probenahmesystems ist es, sicherzustellen, dass die gewonnene Probe repräsentativ für das Gas der gewünschten Quelle ist und dass während des Prozesses zur Überführung der Probe an das Analysengerät der chemische und physikalische Zustand nicht verändert werden, auch nicht auf Molekülebene.

In Anbetracht der Tatsache, dass sich darauf verlassen wird, dass das Gerät diesen Zweck über viele Betriebsjahre hinweg erfüllt, sollten sorgfältige Überlegungen zur Konstruktion (unter Berücksichtigung der anwendungsspezifischen Bedingungen und Messziele), zur Herstellung, zum Betrieb, zur Wartung und zur Leistungsbewertung des Systems angestellt werden.

6 Das Konzept der repräsentativen Probe

Um zu zeigen, dass alle über eine Erdgasprobe gesammelten Informationen wirklich repräsentativ für den gesamten Hauptgasstrom sind, auf den die Informationen zurückzuführen sind, wird der Begriff „repräsentative Probe“ verwendet.

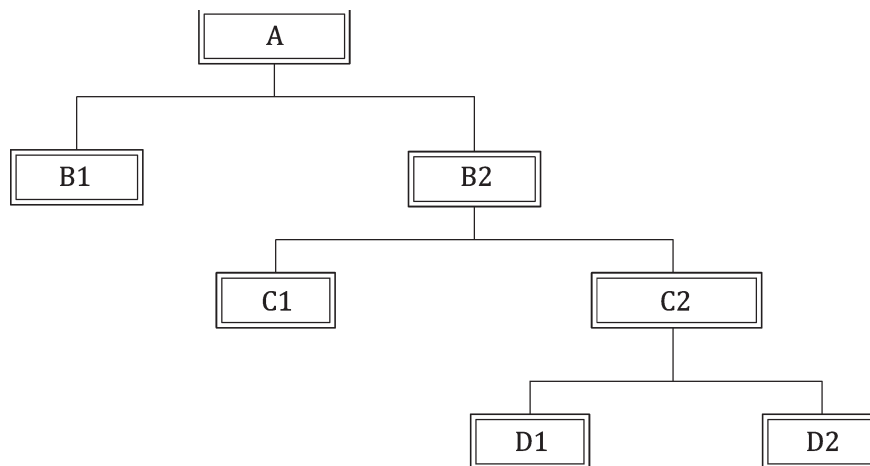
Eine repräsentative Probe wird über zwei wesentliche Kriterien bestimmt:

- a) Die Probe wird während des Prozesses der Entnahme, der Handhabung, der Aufbewahrung oder der Vorbereitung der Probe für die Analyse oder Messung in keiner Weise, oder besser gesagt, in keiner vermeidbaren Weise verändert. Die Probe ist in ihrer Zusammensetzung und Phase gleich, d. h. sie weist eine absolute oder wesentliche Gleichheit mit dem Gasstrom auf, aus dem sie für die betreffende Beschaffenheit/für den betreffenden Analyten entnommen wurde. Dies wird als identisch angesehen.
- b) Die Probe wird an einer Probenahmestelle entnommen, an der sichergestellt werden kann, dass sie tatsächlich aus der Menge stammt, auf die die Informationen zu einem bekannten Zeitpunkt oder Zeitabschnitt zurückgeführt werden sollen. Hierfür ist ein zeitlicher Abgleich bzw. eine Synchronisation der Analyseergebnisse mit dem Gasstrom erforderlich. Dies wird als zugehörig angesehen.

7 Arten der Probenahme

7.1 Überlegungen zu Probenahmeverfahren

Der Hauptzweck der Probenahme ist, eine geeignete Probe zu entnehmen, die repräsentativ für das Gas ist. Die Hauptunterscheidung bei der Probenahme besteht zwischen direkten und indirekten Probenahmeverfahren. Beim direkten Probenahmeverfahren wird die Probe aus dem Gasstrom entnommen und direkt dem Analysengerät zugeführt. Beim indirekten Probenahmeverfahren wird die Probe in einem Probenbehälter aufbewahrt, bevor sie dem Analysengerät zugeführt wird. Die Hauptarten des indirekten Probenahmeverfahrens sind die Entnahme von Einzelproben und die Entnahme von Durchschnittsproben. Die Entnahme von Durchschnittsproben bei regasifiziertem LNG (en: liquefied natural gas) ist in ISO 8943 [17] beschrieben.



Legende

- A Probenahme
- B1 direkt
- B2 indirekt
- C1 Einzelprobe
- C2 Durchschnittsprobe
- D1 Zeit
- D2 Strömung

Bild 1 — Übersicht über direkte und indirekte Probenahmeverfahren

Die Informationen, die aus Erdgasanalysen gewonnen werden sollen, betreffen zwei grundlegende Kategorien: Durchschnitts- und Grenzwerte.

— Durchschnittswerte:

Ein typisches Beispiel ist der Wärmewert. Im grenzüberschreitenden Gastransport werden über die Zeit oder den Massenfluss gemittelte Durchschnittswerte gefordert. Handelsverträge legen die Zeitfolge und das Verfahren der Durchschnittsbildung fest.

— Grenzwerte:

Die meisten Verträge für den grenzüberschreitenden Gastransport enthalten Festlegungen über die Zusammensetzung oder Gaseigenschaften. Direkte Probenahme kann angewandt werden, aber oft sind die Anforderungen dergestalt, dass auch eine indirekte Probenahme erforderlich ist.

7.2 Entnahme von Einzelproben

7.2.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt ein Verfahren zur indirekten Probenahme fest, bei dem ein geeigneter Behälter mit der Probe gefüllt wird. Die Probe wird anschließend zum Ort der Analyse transportiert.

Die Entnahme von Einzelproben ist eine Form der Probenahme, die für den Inhalt der Gasleitung in dem Moment, in dem die Probe entnommen wird, repräsentativ ist. Die entnommenen Einzelproben dürfen zur Beurteilung von Bohrlöchern oder Rohstoffen, zur periodischen Strombeurteilung, zur Ergebnisüberprüfung, zur Prozessüberprüfung, zur Fehlersuche und zu Auditzwecken verwendet werden.

Die Entnahme von Einzelproben ist eine Form der Probenahme, bei der die Proben an einem einzigen Ort zu einem einzigen Zeitpunkt entnommen werden und die Probe repräsentativ für den Inhalt der Gasleitung zu dem Zeitpunkt der Entnahme durch eine Fachkraft ist.

Der zeitliche Abstand zwischen den Probenahmen sollte basierend auf der Sicherheits- oder Prozesskritikalität der Ergebnisse und der Stabilität der Gasqualität (siehe 7.2.8) vom Anwender festgelegt werden.

Die Probe wird mit einem der zugelassenen Verfahren zur Entnahme von Einzelproben extrahiert, wie z. B.: mit dem Füll- und Entleerungsverfahren, dem Helium-Pop-Verfahren, der kontinuierlichen Spülung, dem Konstantdruckverfahren oder einem anderen bewährten und geprüften Extraktionsverfahren. Die meisten Proben werden in einer Standard-Einkammer-Druckgasflasche oder in einem Probenbehälter mit Kolben mit Konstantdruck gesammelt.

Obwohl mit diesem Verfahren wertvolle Informationen gesammelt werden können, muss immer beachtet werden, dass die Probe den Inhalt zum Zeitpunkt der Probenahme repräsentiert. Sie ist nicht repräsentativ für den Ort der Probenahme in der nächsten Woche oder im nächsten Monat, es sei denn, sie stammt aus einer einzelnen Gasbohrung, die seit langem das gleiche Gas und den gleichen Gasgehalt produziert. Es ist erwähnenswert, dass ein älteres Feld gegen Ende seiner Lebensdauer immer gehaltvoller zu werden beginnt. Die Gasbeschaffenheit könnte für 10 Jahre dieselbe sein und sich dann gegen Ende der Produktionslebensdauer des Felds verändern.

Anhang B über die Probenahme bei niedrigem Druck beschreibt ein Verfahren zur Entnahme von Einzelproben mit einem Behälter aus Glas aus einem Niederdruck-Erdgasverteilungsnetz. Andere spezielle Behälter wie inerte Kunststoffbeutel sind für Nischenanwendungen verfügbar.

Verfahren, die sich zur Entnahme von Einzelproben bei hohem und niedrigem Druck eignen, sind

- Füllen und Entleeren,
- kontrollierte Strömung,
- evakuierter Behälter,
- Vorbefüllen mit Helium (Helium-Pop),
- Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben, und
- Einkammer-Druckgasflasche zur Probenahme.

7.2.2 Verfahren Füllen und Entleeren

Dieses Verfahren ist anwendbar, wenn die Temperatur des Probenbehälters gleich oder größer als die Temperatur des Gases an der Probenahmestelle ist. Der Druck an der Probenahmestelle muss größer als der Atmosphärendruck sein. Ein ausführliches Beispiel für dieses Verfahren ist in B.2 angegeben.

7.2.3 Verfahren mit kontrollierter Strömung

Bei diesem Verfahren wird ein Nadelventil verwendet, um die Strömungsgeschwindigkeit der Probe einzustellen. Dieses Verfahren ist anwendbar, wenn die Temperatur des Probenbehälters gleich oder größer als die Temperatur des Gases an der Probenahmestelle ist. Der Druck an der Probenahmestelle muss größer als der Atmosphärendruck sein. Ein ausführliches Beispiel für dieses Verfahren ist in B.3 angegeben.

7.2.4 Verfahren der Probenahme mit evakuierter Druckgasflasche

Bei diesem Verfahren wird ein vorher evakuierter Behälter zur Probenahme benutzt. Dieses Verfahren ist anwendbar, wenn der Druck an der Probenahmestelle größer oder kleiner als Atmosphärendruck ist und die Temperatur des Gases an der Probenahmestelle größer oder kleiner als die Behältertemperatur ist. Die Ventile und Fittings des Probenahmebehälters müssen in gutem Zustand sein und es dürfen keine Undichtheiten auftreten. Ein ausführliches Beispiel für dieses Verfahren ist in B.4 angegeben.

7.2.5 Verfahren mit Vorbefüllen mit Helium

Dieses Verfahren ähnelt dem Verfahren mit dem evakuierten Behälter mit dem Unterschied, dass eine Vorbefüllung mit Helium erfolgt, um den Behälter vor der Probenahme „luftfrei“ zu halten. Es wird in den Fällen angewendet, in denen Helium nicht zu bestimmen ist und vorzugsweise ignoriert werden kann, wie beispielsweise bei einer gaschromatographischen Analyse mit Helium als Trägergas.

7.2.6 Verfahren mit Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben

Bei diesem Verfahren wird eine Probe in einen Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben eingesaugt, der auf Rohrleitungsdruck gehalten wird, und dessen Probenahmeleitungen beheizt werden.

7.2.7 Einkammer-Druckgasflasche zur Probenahme

Für die Entnahme einer Analysenproben wird eine Einkammer-Druckgasflasche verwendet. Üblicherweise besteht die Druckgasflasche aus nichtrostendem Stahl und ist mit gedrehten Enden geformt und an jedem Ende der Druckgasflasche mit einem Gewinde versehen. Bei einigen Ausführungen kann nur ein einziges Ende mit Gewinde versehen sein. Die gebräuchlichsten Größen sind 300 ml, 500 ml und 1 000 ml; andere Volumen sind ebenfalls erhältlich. Die Druckgasflasche hat ein Ventil und eine Sicherheitsentlastung an einem Ende und ein Ventil am anderen Ende.

7.2.8 Häufigkeit der Probenahme

7.2.8.1 Allgemeine Betrachtungen

Informationen über die Eigenschaften des Gasstroms in der Vergangenheit und über die in der Zukunft zu erwartenden (systematischen) Änderungen bestimmen die Probenahmehäufigkeit. In der Regel kann die Zusammensetzung des Gases in der Leitung täglichen, wöchentlichen, monatlichen, halbjährlichen und saisonalen Schwankungen unterliegen. Schwankungen in der Zusammensetzung können auch infolge von Änderungen in Aufbereitungsanlagen und Gasspeichern auftreten. Alle diese umgebungs- und betriebsbedingten Einflüsse müssen bei der Wahl der Probenahmehäufigkeit berücksichtigt werden.

Diese Überlegungen dürfen durch den nachstehend beschriebenen statistischen Ansatz unterstützt werden.

Eine geeignete Anzahl von Proben darf auf der Grundlage der erforderlichen (Ziel-)Unsicherheit der gemittelten Mengen berechnet werden. (Genau genommen berücksichtigt der Ansatz die Präzisionsbestandteile der kombinierten Messunsicherheit).

Gleichung (1) zur Berechnung der angemessenen Anzahl an Proben (Einzelheiten hierzu sind in Anhang I beschrieben) ist folgende:

$$n = \left(t \times \frac{s}{U_{tg}} \right)^2 \quad (1)$$

Dabei ist

U_{tg} ist die erweiterte Zielunsicherheit des durchschnittlichen Mengenwerts;

n die Anzahl der Proben, die in einem festgelegten Zeitabschnitt zu entnehmen sind;

s die experimentelle Standardabweichung der Einzelmessungen;

t der statistische Student- t -Faktor.

Diese Gleichung muss durch Iteration gelöst werden: ein Anfangswert von n wird zusammen mit dem entsprechenden t -Wert für $(n - 1)$ Freiheitsgrade gewählt; dieser t -Wert wird verwendet, um einen revidierten Wert

von n zu berechnen, der wiederum verwendet wird, um einen neuen Wert von t zu erhalten. Der Unsicherheitsgrad, die Anzahl der Proben und die Standardabweichung müssen über denselben Zeitraum ermittelt werden.

7.2.8.2 Zulässige Zielunsicherheit

Es gibt zwei verschiedene Situationen in Bezug auf die Zielunsicherheit.

Im ersten Fall ist eine Zielunsicherheit in Bezug auf die gemittelten Mengenwerte ausdrücklich im Vertrag über den grenzüberschreitenden Gastransport festgelegt. Ein typisches Beispiel ist der Wärmewert.

In der anderen Situation werden nur Grenzwerte für die Gaszusammensetzung oder -eigenschaft festgelegt, nicht aber eine Unsicherheit. In diesen Fällen darf die Zielunsicherheit auf der Grundlage der Entscheidungsregel bewertet werden, die bei der Beurteilung der Einhaltung mit den festgelegten Grenzwerten verwendet wird, die wiederum vom zulässigen Risikograd abhängen. Wenn die Entscheidungsregel beispielsweise einen Schutzabstand beinhaltet, der der erweiterten Unsicherheit entspricht, und sie eine geringe Wahrscheinlichkeit einer falschen Entsprechenserklärung sicherstellen soll, darf die Differenz zwischen dem letzten gemessenen Wert oder dem Durchschnittswert des letzten Jahres und dem Grenzwert als erweiterte Zielunsicherheit genommen werden.

Weitere Einzelheiten zur Festlegung der Zielunsicherheit sind im Eurachem/CITAC-Leitfaden [9] enthalten.

7.2.8.3 Statistischer Student- t -Faktor

Der statistische Student- t -Faktor berücksichtigt den begrenzten Probenumfang und kann üblichen Statistikta-bellen entnommen werden. Der Wert hängt von dem geforderten Vertrauensniveau (üblicherweise 95 %) und den „Freiheitsgraden“ ab, die hier gleich der Anzahl der Messungen minus eins ($n - 1$) gesetzt werden.

BEISPIEL 1 Bestimmung des monatlichen Durchschnittswärmewerts:

$d = 0,4 \%$ (Unsicherheitsgrad, der im Vertrag über den grenzüberschreitenden Gastransport für den monatlichen Durchschnittswert gefordert wird) $s = 0,6 \%$ (geschätzte Schwankung über einen Zeitabschnitt von einem Monat) erste Schätzung, mit $n = 7$:

$t = 2,45$ für 6 Freiheitsgrade und ein Vertrauensniveau von 0,975 bei einseitiger Verteilung (entspricht 0,95 bei doppelseitiger Verteilung)

$$\frac{1}{n^2} = 2,45 \times \frac{0,6}{0,4}$$

$$n = 14$$

Erste Iteration mit $n = 14$:

Neuberechnung für $t = 2,16$ für 13 Freiheitsgrade und ein Vertrauensniveau von 0,975 bei einseitiger Verteilung (entspricht 0,95 bei doppelseitiger Verteilung)

$$\frac{1}{n^2} = 2,16 \times \frac{0,6}{0,4}$$

$$n = 11$$

Zweite Iteration mit $n = 11$:

Neuberechnung für $t = 2,23$ für 10 Freiheitsgrade und ein Vertrauensniveau von 0,975 bei einseitiger Verteilung (entspricht 0,95 bei doppelseitiger Verteilung)

$$\frac{1}{n^2} = 2,23 \times \frac{0,6}{0,4}$$

$n = 11$

BEISPIEL 2 Bestimmung des Gesamtschwefelgehalts:

Letzte gemessene Konzentration 20 mg/m^3 und Vertragsgrenzwert von 50 mg/m^3 .

$d = 30 \text{ mg/m}^3$ (Differenz zwischen dem Grenzwert im Vertrag über den grenzüberschreitenden Gastransport und dem letzten Messwert)

$s = 10 \text{ mg/m}^3$ [Standardabweichung der Ergebnisse bei der Entnahme von Einzelproben (im letzten Jahr)] $t = 4,30 \cdot n - 1$ gleich 2, Unsicherheitsgrad 95 %, $n = 2$

Drei Proben reichen aus. Die Neuberechnung zeigt, dass zwei Proben nicht ausreichen.

7.3 Entnahme von Durchschnittsproben (kontinuierliche Probenahme oder Sammelprobenahme)

7.3.1 Allgemeine Betrachtungen

Strömungsgeschwindigkeiten und Zusammensetzungen können sich mit der Zeit ändern, daher muss das Intervall für die Entnahme von Durchschnittsproben sorgfältig gewählt werden, damit die entnommene Probe diese Änderungen wiedergibt.

Die Entnahme von Durchschnitts- bzw. Sammelproben ist ein Probenahmeverfahren, bei dem über einen bestimmten Zeitabschnitt oder eine bestimmte Chargenmenge eine repräsentative Sammelprobe entnommen wird, die eine Momentaufnahme der Veränderungen im Probenstrom während dieses Zeitabschnitts oder für die Chargenmenge darstellt. Ein typisches Probenahmesystem besteht aus einer Probenahmesonde, einer Probenahmepumpe, die für den Leitungsdruck der Anlage ausgelegt ist, einem Probengreifer, einer Zeitmesseinrichtung, die mit dem Durchflussmessgerät am Standort verbunden ist, einer geregelten externen Geräteversorgungsquelle oder einem Regler, der den Gasdruck in der Leitung auf den für die Probenahmepumpe benötigten Druck regelt, und einem Magnetventil zur Aktivierung der Probenahmepumpe. Das System kann direkt montiert oder mit einer externen Probenringleitung installiert werden.

7.3.2 Intervalle

Wenn möglich, muss eine dem Massenfluss proportionale Probenahme bei Systemen zur Entnahme von Durchschnittsproben angewendet werden. Wenn sich sowohl die Strömungsgeschwindigkeit als auch die Zusammensetzung ändern, ist es besonders wichtig, die mengenproportionale Probenahme einzusetzen. Wenn beispielsweise der Probennehmer fortfährt, Proben zu nehmen, während die Gasströmung zum Stillstand kommt, enthält die Sammelprobe Anteile, die entnommen wurden, während kein Gas strömte. Wenn die Zusammensetzung während dieses Zeitabschnitts sich von der durchschnittlichen Zusammensetzung unterscheidet, ist die Probe nicht repräsentativ.

Eine zeitproportionale Probenahme darf angewendet werden, liefert aber nur dann eine repräsentative Probe, wenn die Strömungsgeschwindigkeit während der Probenahmedauer konstant bleibt oder wenn die Zusammensetzung während der Probenahmedauer unverändert bleibt.

Es gibt verschiedene handelsübliche Durchschnittsprobennehmer. Diese Geräte können durch ein zeit- oder durchflussproportionales Signal eines Durchflussmessgeräts gesteuert werden.

7.3.3 Systembetrachtungen

Als Durchschnittsprobennehmer wird der Verdrängertyp empfohlen, der eine Probe in einen Probenahmezylinder mit beweglichem Kolben mit konstantem, leicht über dem Leitungsdruck liegendem Druck pumpt, oder ein Standardzylinder, der am Ende der vorbestimmten Probenahmedauer den Leitungsdruck aufbaut. Die Probenahmeleitung zwischen der Probenahmeeinrichtung und dem Probenbehälter muss so kurz wie möglich sein. Außer für sehr trockene Gase, Schwachgase oder Gase mit geringem Taupunkt müssen die Probenahmelei-

tung und der Probennehmer beheizt und isoliert sein, um Kondensation der Probe zu vermeiden. Probennehmer müssen so konstruiert sein, dass durch sie entweder

- a) ein stetiger, ununterbrochener Gasstrom fließt, oder
- b) dass sie sich vor jeder Probe vollständig selbst spülen, und dadurch einen repräsentativen Probenanteil in den Probenbehälter pumpen.

7.3.4 Überwachung des Füllvorgangs

Der Füllvorgang muss durch eine lokale oder entfernte Anzeige regelmäßig überwacht werden.

7.3.5 Behälterkennzeichnung

Alle für das Labor wichtigen Angaben müssen auf einem Etikett dem Behälter beigelegt werden. Die Etiketten müssen sicher an dem Behälter befestigt sein, dürfen aber die Benutzung des Behälters nicht stören.

Die beigelegten Angaben sollten vorzugsweise Folgendes umfassen:

- die Behälternummer;
- die Behälterart;
- den Ort der Probenahme;
- alle erforderlichen Angaben zur Identifizierung der beprobten Leitung;
- das Datum und die Uhrzeit oder den Zeitabschnitt der Probenahme;
- das Probenahmeverfahren;
- den gegenwärtigen Bestimmungsort des Behälters;
- jede erforderliche Maßnahme zur Wartung des Behälters (z. B. Dichtheit);
- jede für das Analyselabor wichtige Angabe über die Probe;
- den Probendruck, wenn ein Druckmessgerät kein integrierter Bestandteil des Probenbehälters ist;
- den statischen Druck in der Leitung;
- die Temperatur des Gasstroms;
- sämtliche Bemerkungen zum Feld.

7.3.6 Überdruckschutzeinrichtung

Sofern erforderlich, muss eine Sicherheitsarmatur oder ähnliches (Druckentlastungseinrichtung) eingebaut werden, um das System in einer Ausfallsituation gegen Überdruck zu schützen (z. B. bei blockiertem Pumpenauslass).

7.4 On-line-Probenahme oder direkte Probenahme

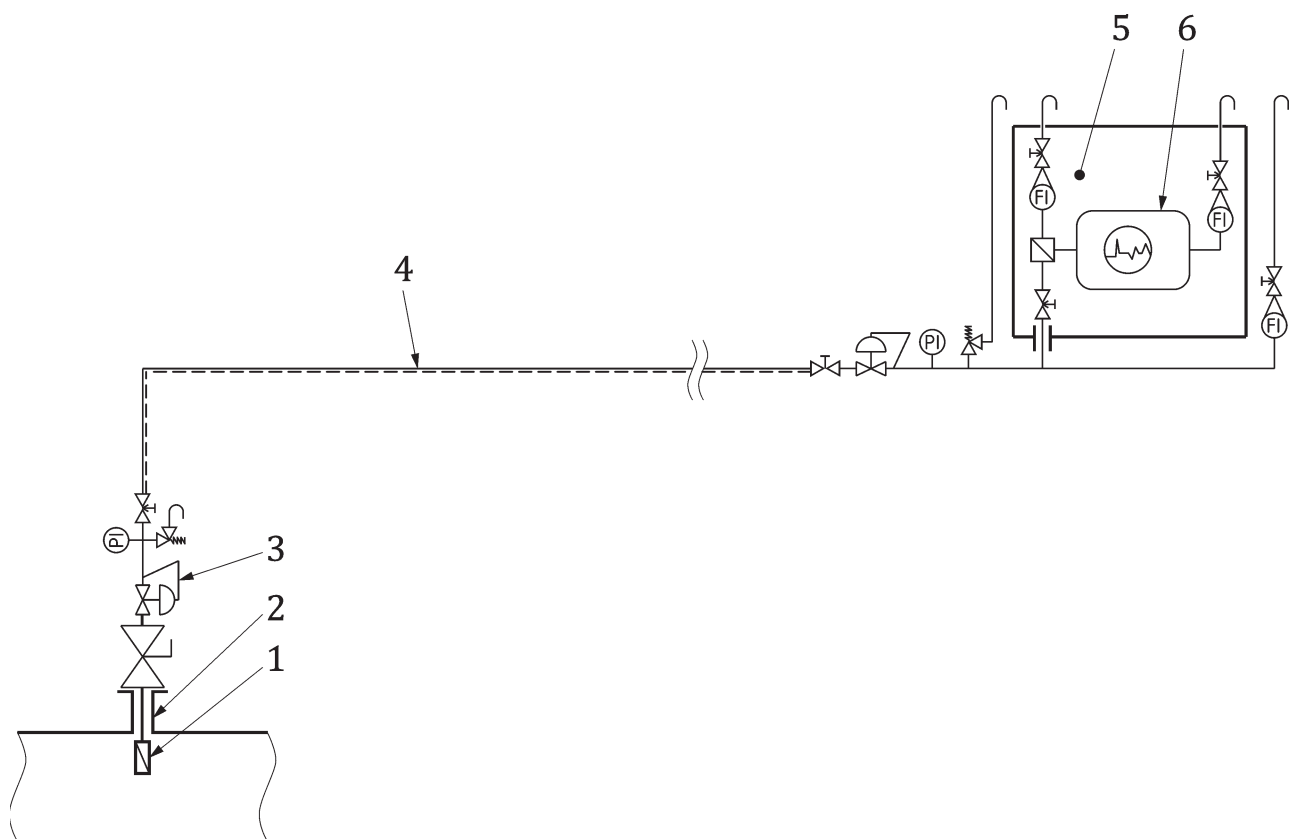
7.4.1 Allgemeine Betrachtungen

Ein drittes Verfahren zur Probenahme ist ein On-line-Probenahmesystem oder direktes Probenahmesystem. Ein Probenaufbereitungssystem muss so nah wie möglich an der Probenahmestelle und, wenn möglich, an der Probenahmestelle hinter der Probenahmesonde angeordnet werden, um den Druck für die direkte Einspeisung

in das Analysengerät (z. B. On-line-GC, en: gas chromatograph) zu reduzieren. In dieses Aufbereitungssystem sollte eine Heizung integriert sein, um JT-Effekte auszugleichen, oder um Umgebungsbedingungen auszugleichen, die aufgrund der Phasen-Hüllkurve für dieses Gas und der kalten Temperatur zu Flüssigkeitsausfällen führen würden. Für bestimmte Standorte wird empfohlen, auch eine zusätzliche Regelung, Filtration, Phasentrennung und Schutz für den GC und andere kritische Funktionen vorzusehen. Damit der Systemlieferant eine ordnungsgemäße Auslegung vornehmen kann, müssen alle Informationen über den Zweck des Systems, alle Gasbestandteile einschließlich Wasser, Verunreinigungen, Flüssigkeit, Phasen-Hüllkurve usw. zur Verfügung gestellt werden.

Bild 2 und Bild 3 zeigen Beispiele für ein System zur direkten Probenahme, wie in diesem Dokument beschrieben; daneben gibt es verschiedene andere Konfigurationen.

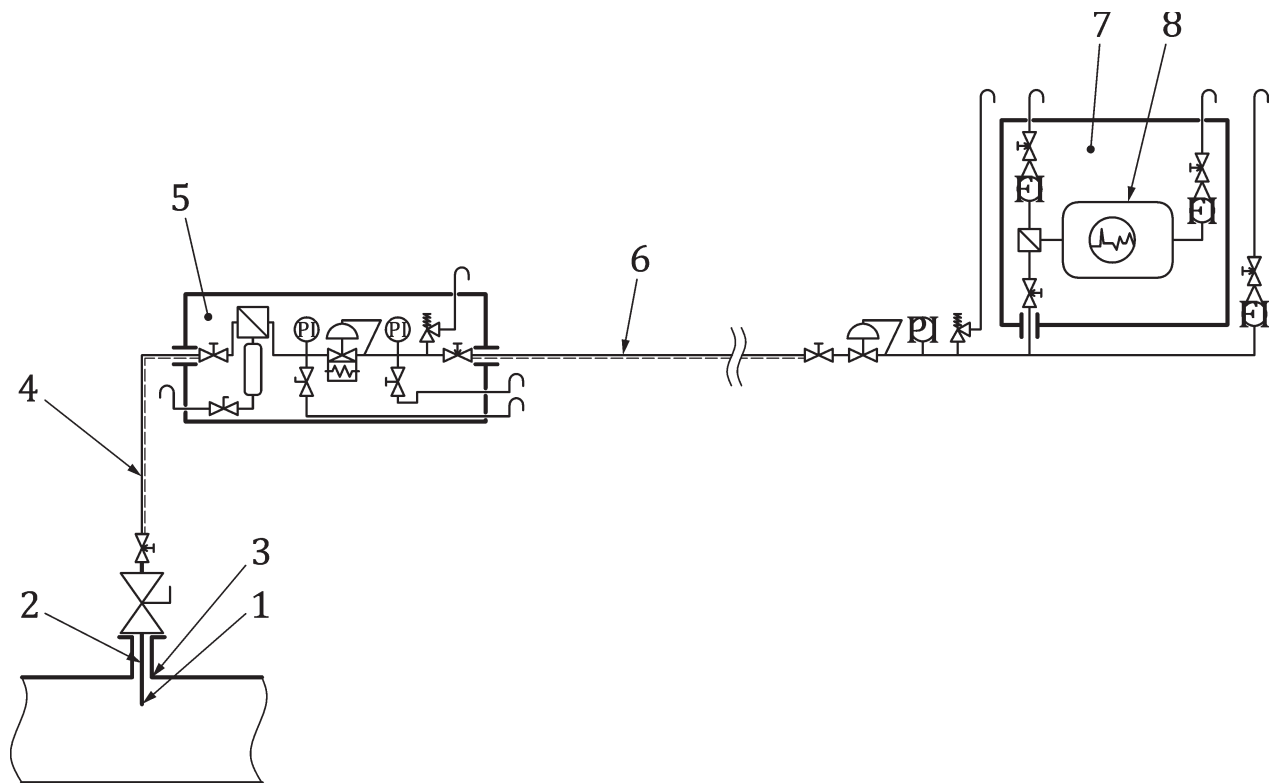
Ergänzende Informationen können ISO/TR 14749 [2] entnommen werden, die sich mit der Bestimmung von Kohlenwasserstoffbestandteilen durch On-line-Gaschromatographie befasst und Leitlinien für die Auswahl und Bewertung solcher Systeme sowie Faktoren, die solche Systeme beeinflussen, enthält.



Legende

- 1 Probenahmestelle
- 2 Probenahmeort
- 3 Probenahmesonde mit Membran, Filter, Druckminderer und Auslasssammelleitung
- 4 elektrisch beheizte Probenahmeleitung
- 5 Analysengerät-Zuführung
- 6 Analysengerät

Bild 2 — Beispiel für die Probenahme mit direkt geregelter Sonde



Legende

- 1 Probenahmestelle
- 2 Probenahmesonde ohne Membran und Filter
- 3 Probenahmeort
- 4 Probenahmeleitung (so kurz wie möglich)
- 5 Aufbereitungsanlage mit Filter/Abscheider und elektrisch beheizter Regelvorrichtung
- 6 elektrisch beheizte Probenahmeleitung
- 7 Analysengerät-Zuführung
- 8 Analysengerät

Bild 3 — Beispiel für die Probenahme mit nicht geregelter Sonde ohne Druckminderung mit Aufbereitungsanlage

7.4.2 Automatische Kondensatausschleusung

Die automatische Kondensatausschleusung umfasst die Sammlung und regelmäßige Ausschleusung von Flüssigkeiten über einen Abscheider im Probennahmesystem. Dieses Verfahren ist üblicherweise nicht zulässig, da die zeitweise Verdampfung der angesammelten Flüssigkeit zwischen den Ausschleusezyklen das Analysenergebnis verfälschen kann.

7.4.3 Druckminderung

Je nach durchgeführter Analyse muss die Gasprobenahme an der Probenahmestelle bei vollem Leitungsdruck oder reduziertem Druck erfolgen.

Eine Druckminderung kann für die Sicherheit oder Integrität der nachgeschalteten Probenahmeeinrichtungen oder Analysengeräte erforderlich sein sowie für die Reduzierung der Probenüberführungszeit von der Probenahmestelle.

7.4.4 Spülen mit Inertgas

In dem System muss die Möglichkeit zur Inertgasspülung vorgesehen werden. Das Spülen des Probenahme-systems ist erforderlich, wenn aus irgendwelchen Gründen Kondensation stattgefunden hat, und auch, um Luft (Sauerstoff) aus dem System vor dem Einleiten von Prozessgas zu entfernen, um einen gefährlichen Zustand zu vermeiden.

7.4.5 Druckentlastungs-/Sicherheitsabblaseventil

Hierbei muss es sich um eine selbsttätige Druckentlastungseinrichtung handeln, die proportional zum Druckanstieg über den eingestellten Öffnungsdruck öffnet und eine schnelle Vollöffnung oder Pop-Action durchführen kann und durch den statischen Druck vor dem Ventil ausgelöst wird. Die Einrichtung schließt selbsttätig, sobald sich der Vordruck unter den eingestellten Druck verringert. Diese Einrichtungen gelten in geschlossenem Zustand als dicht schließend und werden normalerweise in Gas-, Dampf- oder Flüssigkeitsanwendungen eingesetzt.

In Strömungsrichtung hinter dem Druckminderer muss ein Sicherheitsabblaseventil eingebaut werden, um das Analysengerät vor einem unkontrollierten Druckanstieg zu schützen, wenn der Druckminderer versagen sollte.

7.4.6 Beheizung der Probenahmeleitung

Die Temperatur der Probenahmeleitung muss etwa 10 °C über den Taupunkten (d. h. Wasser, Kohlenwasserstoff) gehalten werden, um Kondensation und die Bildung von Tröpfchen oder Nebel zu vermeiden sowie die Adsorption/Desorption von Bestandteilen. Diese Art der Temperaturstabilität kann durch selbstregelnde elektrische Begleitheizungen erreicht werden. Weitere Einzelheiten sind in 10.10 beschrieben.

8 Ort der Probenahme

8.1 Allgemeines

Die Sonde sollte in einem Abstand von mindestens dem 5-fachen Durchmesser hinter jedem Hindernis in der Leitung angeordnet werden. Das kann der 5-fache Rohrdurchmesser hinter dem Durchmesser einer Blende, eines Krümmers, eines Ventils, einer Tauchhülse usw. sein.

Sie sollte in einer aktiven Strömung der Leitung (nicht in einem Abblasestapel, nicht in einer Totleitung usw.) angeordnet werden, in der ein repräsentativer Gasfluss vorhanden ist. Theoretisch kann die Sonde in sauberen und trockenen Erdgasströmungen an der Oberseite der Leitung, seitlich und sogar an der Unterseite eingebaut werden. Trotz allem müssen die Sonden vorzugsweise senkrecht an der Oberseite einer horizontalen Rohrleitung oder zumindest in einem Winkel von maximal +45° (die Sonde zeigt nach unten) eingebaut werden, damit Flüssigkeitstropfen in den Strom fließen können und das Eindringen oder die Ansammlung von unerwünschten Verunreinigungen oder Partikeln vermieden wird.

Es ist wichtig zu beachten, dass diese Überlegungen für saubere, trockene, einphasige Rohrleitungen mit sehr geringem, gelegentlichem Vorhandensein von Flüssigkeit gelten.

Die Sonde muss unmittelbar im Gasstrom angeordnet werden, so dass Probleme durch Aerosole und Staub umgangen werden. Die Sonde muss außen mit einem entsprechenden Ventil versehen werden. Dadurch wird es ermöglicht, die Probenahmeleitung von der Gasleitung zu trennen. Die Sonde kann fest eingebaut oder herausziehbar sein, je nach Anordnung und Betriebsbedingung.

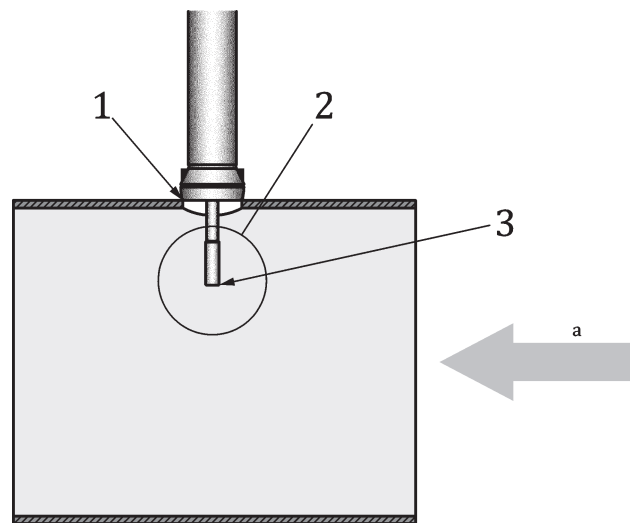
Eine Probenahmesonde in vertikalen Rohren ist zulässig, wenn sie waagerecht oder schräg eingebaut wird und keine Möglichkeit besteht, dass unerwünschtes Material in das Probenahmesystem eindringen oder sich dort ansammeln kann.

8.2 Probenahmeort

8.2.1 Allgemeines

Der Bereich längs der Rohrleitung bzw. entlang des Rohrverlaufs, in dem eine Probenahmestelle eingerichtet wird, muss sorgfältig ausgewählt werden.

Bei Rohrleitungen mit kleinem Durchmesser unter 50 mm (z. B. Biomethan) ist eine Sonde möglicherweise nicht erforderlich. Sie kann zu Problemen wie Druckabfall, Blockierung des Durchflusses usw. führen. Bei Rohrleitungen mit kleinem Durchmesser kann eine spezielle Sonde verwendet werden, um diese Art von Bedingungen zu erfüllen.



Legende

- 1 Probenahmeort
- 2 Probenahmeposition
- 3 Probenahmestelle
- ^a Gasfluss

Bild 4 — Beispiel für einen Probenahmeort

8.2.2 Relevantes Gas

Entscheidend ist, dass ein Probenahmeort so gewählt wird, dass das Gas, das diesen Probenahmeort passiert, ein Gas ist, auf das die Ergebnisse einer nachfolgenden Analyse anwendbar sind. Der Probenahmeort muss stets so ausgewählt werden, dass er sich nicht an einem blinden Rohrende befindet und dass das gesamte Gas, auf das sich die Analysenergebnisse beziehen, tatsächlich diesen Probenahmeort durchströmt.

8.2.3 Ungestörtes Gas

Der Probenahmeort muss so gewählt werden, dass er sich an einer Stelle befindet, an der die Probe nicht von durchflussstörenden Elementen beeinflusst werden kann. Durchflussstörende Elemente sind beispielsweise Regelventile, Krümmer, T-Stücke, Blenden, Durchflussmessgeräte, Tauchhülsen, Prozesseinrichtungen usw.

Solche durchflussstörenden Elemente können kurzzeitige lokale Druck- und Temperaturänderungen des Gases bewirken. Dies kann wiederum zu einer Änderung des Phasengleichgewichts des Gases führen, indem kurzfristig Flüssigkeitströpfchen usw. entstehen. Außerdem erzeugen diese durchflussstörenden Elemente in der Regel kurzfristig Aerosole, die bei der Probenahme unerwünscht sind.