

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas
Eignungsprüfung von Flüssigerdgas-
Probenahmesystemen
Deutsche Fassung EN 12838 : 2000

DIN
EN 12838

ICS 75.200

Installations and equipment for liquefied natural gas –
Suitability testing of LNG sampling systems;
German version EN 12838 : 2000

Installations et équipements relatifs au gaz naturel liquéfié –
Essais d'aptitude à l'emploi des systèmes d'échantillonnage du GNL;
Version allemande EN 12838 : 2000

Die Europäische Norm EN 12838 : 2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN 12838 : 2000 wurde am 3. Dezember 1999 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 unter Mitwirkung des Normenausschusses Gastechnik (NAGas) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. erstellt und den CEN-Mitgliedern zur Umfrage zugeleitet.

Diese Europäische Norm behandelt die Eignungsprüfung von Probenahmesystemen für Flüssigerdgas. Eine deutsche Vorgängernorm gibt es nicht.

Diese Norm ist Bestandteil des DVGW-Regelwerkes „GAS“.

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 2854 siehe DIN 55303-2
ISO 6568 siehe DIN 51872-4
ISO 6976 siehe DIN 51857

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 51857 : 1997-03

Gasförmige Brennstoffe und sonstige Gase – Berechnung von Brennwert, Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex von Gasen und Gasgemischen

DIN 51872-4 : 1990-06

Prüfung von gasförmigen Brennstoffen und sonstigen Gasen – Bestimmung der Hauptbestandteile – Gaschromatographisches Verfahren

DIN 55303-2 : 1984-05

Statistische Auswertung von Daten – Testverfahren und Vertrauensbereiche für Erwartungswerte und Varianzen

Fortsetzung 16 Seiten EN

Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas
Eignungsprüfung von Flüssigerdgas-
Probenahmesystemen**

Installations and equipment for liquefied natural gas – Suitability testing of LNG sampling systems

Installations et équipements relatifs au gaz naturel liquéfié – Essais d'aptitude à l'emploi des systèmes d'échantillonnage du GNL

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 3. Dezember 1999 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Anhang G (normativ) Erforderliche Messausrüstung für die Bewertung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	10
1 Anwendungsbereich	3	G.1 Allgemeine Bemerkungen	10
2 Normative Verweisungen	3	G.2 Messgeräte	10
3 Benennungen und Definitionen	3	G.3 Anordnung der Messgeräte im untersuchten Probenahmesystem	10
4 Beschreibung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	3	Anhang H (normativ) Verfahren zur Berechnung der Präzision des Prüfstands	11
5 Beschreibung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	3	H.1 Mittelwerte für die physikalischen Kenngrößen, die bei der Analyse des Referenzgases ermittelt werden	11
6 Kenndaten des Prüfstands	3	H.2 Berechnung des Verhältnisses der physikalischen Kenngröße zur Zeit für das Referenzgas	11
6.1 Beschreibung des Prüfstands	3	H.3 Mittelwert für eine physikalische Kenngröße des Referenzgases	11
6.2 Erforderliche Messungen	4	H.4 Zufälliger Fehler für einen Wert des Referenzgases	12
7 Eignungsprüfungen	4	H.5 Zufälliger Fehler für alle Werte des Referenzgases	12
7.1 Allgemeine Anforderungen an die Durchführung der Prüfung	4	H.6 Berechnungsbeispiel	12
7.2 Durchführung	4	Anhang J (normativ) Verfahren zur Berechnung der Präzision eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	13
7.3 Berechnung der Eignungskriterien für das geprüfte Probenahmesystem	4	J.1 Abweichung der bei Gasanalysen am geprüften Probenahmesystem ermittelten physikalischen Kenngröße $\bar{X}$ gegenüber dem Referenzgas	13
8 Eignungskriterien für das LNG-Probenahmesystem	5	J.2 Zufälliger Fehler für das geprüfte Probenahmesystem	13
9 Prüfbericht	5	J.3 Systematischer Fehler des geprüften Probenahmesystems	13
Anhang A (informativ) Kontinuierliches LNG-Probenahmesystem	6	J.4 Statistische Prüfung des systematischen Fehlers	13
Anhang B (informativ) Diskontinuierliches LNG-Probenahmesystem	6	J.5 Berechnungsbeispiel	13
Anhang C (informativ) Thermodynamische Bedingungen an die Umwandlung von LNG in Erdgas	7	Anhang K (normativ) Verfahren zur Berechnung der Präzision eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	14
C.1 Allgemeine Bemerkungen	7	K.1 Berechnung der Regressionsgleichung für das Referenzgas	14
C.2 Beispiel für die charakteristischen Punkte	7	K.2 Abweichung der physikalischen Kenngröße $\bar{X}$ aus der Regressionsgleichung	14
Anhang D (normativ) Prüfstand	8	K.3 Zufälliger Fehler für das geprüfte Probenahmesystem	14
Anhang E (normativ) Erforderliche Messausrüstung für die Bewertung des Prüfstands	8	K.4 Systematischer Fehler des geprüften Probenahmesystems	14
E.1 Allgemeine Bemerkungen	8	K.5 Statistische Prüfung für den systematischen Fehler	14
E.2 Messgeräte	8	K.6 Berechnungsbeispiel	15
E.3 Anordnung der Messgeräte im Prüfstand	8		
Anhang F (normativ) Erforderliche Messausrüstung für die Bewertung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems	9		
F.1 Allgemeine Bemerkungen	9		
F.2 Messgeräte	9		
F.3 Anordnung der Messgeräte im untersuchten Probenahmesystem	9		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2000 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Prüfungen zur Beurteilung der Eignung von Flüssigerdgas-(LNG-)Probenahmesystemen fest, die mit einem Analysegerät, z. B. einem Chromatographen, kombiniert und dafür ausgelegt sind, die Zusammensetzung des Flüssigerdgases zu bestimmen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zur Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 1160

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas – Allgemeine Eigenschaften von Flüssigerdgas

ISO 2854

Statistical data interpretation – Estimation techniques and tests related to means and variances

ISO 6568

Natural gas – Simple analysis by gas chromatography

ISO 6578

Refrigerated light hydrocarbon fluids – Static measuring – Calculation procedure

ISO 6976

Natural gas – Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index from composition

ISO 8943

Refrigerated light hydrocarbon fluids – Sampling of liquefied natural gas – Continuous method

3 Benennungen und Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Flüssigerdgas: Nach EN 1160.

3.2 Transportleitung: Rohrleitung zur Überführung von LNG.

3.3 Probenahmebombe: Behälter mit kleinem Volumen, der mit verdampftem LNG befüllt und zur Bestimmung der Zusammensetzung durch eine chromatographische Analyse verwendet wird.

3.4 kontinuierliche Probenahme: Vorgang, bei dem kontinuierlich Flüssigerdgas aus der Transportleitung entnommen, verdampft und in einem Gasbehälter gespeichert wird.

3.5 diskontinuierliche Probenahme: Vorgang, bei dem kontinuierlich Flüssigerdgas aus der Transportleitung entnommen wird; das Flüssigerdgas wird anschließend verdampft und dann entweder gleich in regelmäßigen Abständen gaschromatographisch analysiert oder in regelmäßigen Abständen in Probenahmebomben abgefüllt.

3.6 Referenzgas: Gas, mit dem das mit Hilfe des zu untersuchenden Probenahmesystems entnommene Gas verglichen wird

3.7 Regressionsgleichung für das Referenzgas: Verhältnis einer physikalischen Kenngröße zur Zeit, die als polynomische Funktion 5. Ordnung errechnet wird.

4 Beschreibung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems

Das vor dem Einbau in eine Transportleitung auf seine Eignung zu prüfende kontinuierliche LNG-Probenahmesystem muss den Anforderungen von ISO 8943 entsprechend ausgelegt sein. Es zeichnet sich aus durch die Verwendung eines Gasbehälters mit kleinem Volumen, in dem während der gesamten Überführung eine Probe des verdampften LNG gespeichert wird, die repräsentativ für die Gesamtmenge ist.

Nach Beendigung der Überführung werden Probenahmebomben mit dem im Gasbehälter gespeicherten Gas befüllt. Dann wird die Zusammensetzung des LNG durch eine gaschromatographische Untersuchung des Gases bestimmt, das in den Probenahmebomben enthalten ist und für die spätere Bestimmung weiterer physikalischer Kenngrößen vorgesehen ist (Dichte des LNG, Dichte des (gasförmigen) Erdgases und Brenn- bzw. Heizwert).

Anhang A enthält eine schematische Darstellung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems.

5 Beschreibung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems

Bei einem diskontinuierlichen Probenahmesystem wird Erdgas aus der LNG-Verdampfung als kontinuierlicher Gasstrom über eine Probenahmeleitung in regelmäßigen Abständen einem Chromatographen zur Untersuchung der Gaszusammensetzung des LNG aus der Transportleitung zugeführt. Ist keine Probenahmeleitung vorhanden, können in regelmäßigen Abständen Probenahmebomben befüllt werden, um nachfolgend eine gaschromatographische Analyse der Inhalte durchzuführen.

Nach Beendigung der Überführung werden die physikalischen Kenndaten des LNG aus dem arithmetischen Mittelwert der bei den jeweiligen Analysen ermittelten Kenngrößen errechnet.

Anhang B enthält die schematische Darstellung von zwei diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystemen.

6 Kenndaten des Prüfstands

6.1 Beschreibung des Prüfstands

Die Präzision eines LNG-Probenahmesystems muss bestimmt werden, indem die bei chromatographischen Analysen ermittelten physikalischen Kenngrößen, z. B. Dichte und Brennwert, mit den gleichen Kenngrößen verglichen werden, die nach einer überkritischen Rückvergasung des LNG aus der Zusammensetzung der entnommenen Gasprobe errechnet werden. Das rückvergaste LNG, nachfolgend als „Referenzgas“ bezeichnet, dient als Bezug zur Beurteilung der Präzision der geprüften Probenahmesysteme.

ANMERKUNG 1: Der überkritische Rückvergasungsprozess beseitigt jegliches Risiko einer fraktionierten Verdampfung bei der Umwandlung des LNG zu Erdgas. Die Zusammensetzung des anfallenden Referenzgases bleibt folglich unbeeinflusst von Schwankungen während der Rückvergasung. Im Anhang C werden für verschiedene Gaszusammensetzungen die thermodynamischen Bedingungen beschrieben, die für die Umwandlung des LNG zu Erdgas erforderlich sind.

Der Prüfstand muss aus folgenden Bauteilen bestehen:

- a) einer Rückvergasungseinheit, zu der ein LNG-Speicherbehälter, eine Vorpumpe, eine Hochdruckpumpe und ein Verdampfer gehören;
- b) einem unter niedrigem Druck stehendem Prüfkreis, der das zu prüfende LNG-Probenahmesystem enthält;

- c) einer Probenahmeleitung zur Weiterleitung des Referenzgases von der Probenahmestelle, die in Strömungsrichtung hinter dem Verdampfer angeordnet ist, zu einem Chromatographen;
- d) bei diskontinuierlichen Probenahmesystemen: einer Probenahmeleitung vom Probenahmesystem zum Chromatographen.

Anhang D legt den zu verwendenden Prüfstand fest.

ANMERKUNG 2: Es sollten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, die eine Teilkondensation des Referenzgases vor der Analyse verhindern.

6.2 Erforderliche Messungen

6.2.1 Messungen zur Bewertung des Prüfstands

Zur Bewertung des Prüfstands müssen folgende Größen gemessen und aufgezeichnet werden:

- a) Druck und Temperatur des LNG in der Umgebung des zu prüfenden Probenahmesystems;
- b) Gasdruck am Auslass des Hochdruckverdampfers;
- c) Strömungsgeschwindigkeit des Hochdruckverdampfers;
- d) Temperatur des Erdgases in der Umgebung der Probenahmestelle für das Referenzgas;
- e) Zusammensetzung des Referenzgases mittels einer chromatographischen Analyse nach ISO 6568.

Anhang E legt die zu verwendende Messausrüstung fest.

6.2.2 Erforderliche Messungen zur Bewertung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems

Zur Bewertung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems müssen folgende Größen gemessen und aufgezeichnet werden:

- a) Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit des Gases, das aus dem Verdampfer des Probenahmesystems austritt;
- b) Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Gases beim Befüllen des Gasbehälters;
- c) Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Gases beim Befüllen von Probenahmebomben;
- d) Zusammensetzung des in den Probenahmebomben enthaltenen Gases mit Hilfe desselben Chromatographen, der zuvor zur Untersuchung der Zusammensetzung des Referenzgases angewendet wurde.

Anhang F legt die zu verwendende Messausrüstung fest.

6.2.3 Erforderliche Messausrüstung für die Bewertung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems

Zur Bewertung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems müssen folgende Größen gemessen und aufgezeichnet werden:

- a) Temperatur und Druck des Gases, das aus dem Verdampfer des Probenahmesystems austritt;
- b) Strömungsgeschwindigkeit des durch die Probenahmeleitung transportierten Gases;
- c) Zusammensetzung des im LNG-Probenahmesystem verdampften Gases mit Hilfe desselben Chromatographen, der zuvor zur Untersuchung der Zusammensetzung des Referenzgases angewendet wurde.

Anhang G legt die zu verwendende Messausrüstung fest.

7 Eignungsprüfungen

7.1 Allgemeine Anforderungen an die Durchführung der Prüfung

Die Eignungsprüfung eines LNG-Probenahmesystems darf nur dann als gültig angesehen werden, wenn folgende Anforderungen eingehalten werden:

- a) die Anzahl der durchgeführten Analysen zur Bestimmung der Zusammensetzung des Referenzgases muss mindestens 40 betragen;
- b) bei Prüfung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems muss die Füllzeit für den Gasbehälter gleich der Zeit sein, die zur Bestimmung der Zusammensetzung des Referenzgases erforderlich ist; darüber hinaus muss die Anzahl der durchgeführten Analysen zur Bestimmung der Zusammensetzung des in jeder Probenahmebombe enthaltenen Gases mindestens 6 betragen;
- c) bei Prüfung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems müssen gleiche Anzahlen Analysen an dem aus dem zu untersuchenden System austretenden Gas und am Referenzgas durchgeführt werden; diese Analysen müssen abwechselnd an entnommenen Proben des LNG und des Referenzgases durchgeführt werden.

7.2 Durchführung

Die Prüfung muss nach folgendem Ablauf durchgeführt werden:

- a) Starten der Rückvergasungseinheit;
- b) Starten des zu prüfenden LNG-Probenahmesystems, sobald die Rückvergasungseinheit einen stabilen superkritischen Zustand erreicht hat;
- c) Entnahme von Proben des Referenzgases und des LNG in Übereinstimmung mit folgenden Verfahren:
 - 1) Messen und Aufzeichnen der physikalischen Größen (Druck, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit) zur Kennzeichnung der Strömung in den verschiedenen LNG- und Erdgasleitungen;
 - 2) Bestimmen der Zusammensetzung des Referenzgases;
 - 3) bei Prüfung eines diskontinuierlichen LNG-Probenahmesystems: chromatographische Analysen der LNG-Proben;
 - 4) bei Prüfung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems: Befüllung des Gasbehälters;
- d) Abschalten der Rückvergasungseinheit;
- e) bei Prüfung eines kontinuierlichen LNG-Probenahmesystems: Befüllung der Probenahmebomben und nachfolgende Bestimmung der Zusammensetzung der Gasproben.

7.3 Berechnung der Eignungskriterien für das geprüfte Probenahmesystem

7.3.1 Allgemeine Prinzipien

Die Eignung des LNG-Probenahmesystems muss beurteilt werden, indem für die physikalischen Kenngrößen (z.B. Brennwert, Dichte des Gases und Dichte des LNG), die bei chromatographischen Analysen des Gases mit dem in das zu prüfende Probenahmesystem eingebauten Chromatographen ermittelt wurden, die Präzision errechnet wird.

Brennwert, H_S , und Dichte des Gases, ρ_{NG} , muss nach ISO 6976 errechnet werden. Die Dichte des LNG, ρ_{LNG} , ist nach ISO 6578 zu berechnen.

7.3.2 Verfahren zur Berechnung der Präzision des Prüfstands

Während der Prüfung des LNG-Probenahmesystems muss das Verhältnis der physikalischen Kenngröße zur Zeit, bezeichnet als X (H_S , ρ_{LNG} oder ρ_{NG}) und ermittelt aus den chromatographischen Analysen des Referenzgases, bestimmt werden, indem die Konstanten der Regressionsgleichung für das Referenzgas nach der Methode der kleinsten Quadrate errechnet werden.

Die Präzision des Prüfstands muss durch Berechnung folgender Werte bestimmt werden: