

DIN EN 1839



ICS 13.230

Ersatz für
DIN EN 1839:2012-12 und
DIN EN 14756:2007-02
Siehe Anwendungsbeginn

**Bestimmung der Explosionsgrenzen von Gasen und Dämpfen und
Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) für brennbare Gase
und Dämpfe;
Deutsche Fassung EN 1839:2017**

Determination of the explosion limits and the limiting oxygen concentration (LOC) for
flammable gases and vapours;
German version EN 1839:2017

Détermination des limites d'exposivité des gaz et vapeurs et détermination de la
concentration limite en oxygène (CLO) des gaz et des vapeurs inflammables;
Version allemande EN 1839:2017

Gesamtumfang 46 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)



Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2017-04-01.

Für DIN EN 1839:2012-12 und DIN EN 14756:2007-02 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-01-11.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN 1839:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 095-02-09 AA „Kenngrößen für Stäube, Gase und Dämpfe“ im DIN-Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG).

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

ISO 10156:2010 siehe DIN EN ISO 10156:2011-01

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1839:2012-12 und DIN EN 14756:2007-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung um die Festlegungen der DIN EN 14756:2007-02, d.h. Aufnahme des Verfahrens zur Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration für brennbare Gase und Dämpfe;
- b) redaktionelle Anpassung an die derzeit geltenden Gestaltungsregeln.

Frühere Ausgaben

DIN 51649-1: 1986-12

DIN EN 1839: 2004-01, 2012-12

DIN EN 14756: 2007-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 10156:2011-01, *Gase und Gasgemische — Bestimmung der Brennbarkeit und des Oxidationsvermögens zur Auswahl von Ventilausgängen (ISO 10156:2010 + Cor 1:2010); Deutsche Fassung EN ISO 10156:2010 + AC:2010*

Deutsche Fassung

Bestimmung der Explosionsgrenzen von Gasen und Dämpfen und Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) für brennbare Gase und Dämpfe

Determination of the explosion limits and the limiting
oxygen concentration (LOC) for flammable gases and
vapours

Détermination des limites d'explosivité des gaz et
vapeurs et détermination de la concentration limite en
oxygène (CLO) des gaz et des vapeurs inflammables

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. November 2016 angenommen.

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Prüfverfahren	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Verfahren T („Rohr“verfahren)	9
4.2.1 Ausführliche Beschreibung	9
4.2.2 Prüfmittel und Werkstoffe	9
4.2.3 Prüfeinrichtung	10
4.2.4 Herstellen des Prüfgemisches	12
4.2.5 Durchführung	12
4.3 Verfahren B („Bomben“verfahren)	13
4.3.1 Kurzbeschreibung	13
4.3.2 Prüfmittel und Werkstoffe	13
4.3.3 Prüfeinrichtung	13
4.3.4 Herstellen des Prüfgemisches	15
4.3.5 Durchführung	16
4.3.6 Bestimmung von Explosionsgrenzen	16
4.3.7 Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration	17
4.4 Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration	18
4.4.1 Dosiereinrichtungen und Zusatzausrüstung	18
4.4.2 Durchführung	18
4.5 Angabe der Ergebnisse	22
4.5.1 Allgemeines	22
4.5.2 Bestimmung von Explosionsgrenzen	22
4.5.3 Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration	23
5 Verifizierung	23
6 Prüfbericht	23
Anhang A (normativ) Verfahren zur Bestimmung der Explosionsgrenzen und Sauerstoffgrenzkonzentration für Substanzen, die schwer zu entzünden sind	25
A.1 Hintergrundinformationen	25
A.2 Erläuterungen	25
A.2.1 Zündkriterium — Flammenablösung	25
A.2.2 Halogenisierungsgrad	25
A.3 Prüfeinrichtung	25
A.3.1 Prüfgefäß	25
A.3.2 Prüfmittel und Werkstoffe	26
A.3.3 Zündquelle	26
A.3.4 Einrichtung zum Herstellen des Prüfgemisches	26
A.4 Sicherheitseinrichtung	26
A.5 Herstellen des Prüfgemisches	26
A.6 Durchführung	27
A.6.1 Bestimmung von UEG und OEG	27
A.6.2 Bestimmung der SGK	27

Anhang B (informativ) Umrechnung der Werte für die Explosionsgrenzen	28
B.1 Symbole und Abkürzungen.....	28
B.2 Stoffkenngrößen der Luft.....	28
B.3 Definitionen.....	29
B.4 Herstellen des Gemisches.....	29
B.5 Umrechnung.....	30
Anhang C (informativ) Beispiel zur Beschreibung von Flammenablösung	32
Anhang D (informativ) Beispiel einer empfohlenen Verdampfereinheit.....	33
Anhang E (normativ) Sicherheitsmaßnahmen.....	35
E.1 Allgemeines	35
E.2 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	35
E.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für das Rohrverfahren.....	35
Anhang F (informativ) Beispiele zur Bestimmung der SGK.....	36
F.1 Beispiel 1: Bestimmung der SGK — Kurzverfahren.....	36
F.2 Beispiel 2: Bestimmung der SGK — erweitertes Verfahren.....	37
Anhang G (normativ) Verifizierung	38
Anhang H (informativ) Beispiel für ein Prüfberichtblatt	40
Anhang I (informativ) Maßgebliche Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und EN 1839:2012 und EN 14756:2006.....	41
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den wesentlichen Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/34/EU.....	43
Literaturhinweise.....	44
 Bilder	
Bild 1 — Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung des „Rohr“-verfahrens für die Bestimmung der jeweiligen Explosionsgrenzen. Sauerstoffgrenzkonzentration	11
Bild 2 — Schema für das Kurzverfahren zur Bestimmung der LGK.....	20
Bild 3 — Schema für das erweiterte Verfahren zur Bestimmung der LGK.....	21
Bild C.1 — Flammenablösung	32
Bild C.2 — Strahlenkranz (nicht abgelöste Flamme)	32
Bild D.1 — Verdampfereinrichtung zur Herstellung der Prüfgemische bei brennbaren Flüssigkeiten	33
Bild F.1 — LGK-Bestimmung eines ternären Systems von n-Hexan, Luft und Stickstoff bei 100 °C und Umgebungsdruck.....	36
Bild F.2 — LGK-Bestimmung eines ternären Systems von Wasserstoff, Luft und Stickstoff bei 20 °C und Umgebungsdruck.....	37
 Tabellen	
Tabelle 1 — Höchstmöglich zulässige Messunsicherheit des Anteils an Prüfsubstanz im Prüfgemisch	11
Tabelle B.1 — Umrechnungsformeln	31
Tabelle G.1 — Werte für die Verifizierung der Prüfeinrichtung hinsichtlich der unteren Explosionsgrenze.....	38
Tabelle G.2 — Werte für die Verifizierung der Prüfeinrichtung hinsichtlich der oberen Explosionsgrenze.....	39
Tabelle I.1 — Die maßgeblichen Änderungen hinsichtlich 1839:2012 und EN 14756:2006.....	41
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang II der Richtlinie 2014/34/EU	43

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1839:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt EN 14756:2006 und EN 1839:2012.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2018 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 wurde unter einem Normungsauftrag erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

Einleitung

Die Explosionsgefahr kann vermieden werden, indem verhindert wird, dass sich explosionsfähige Gas/Luft- bzw. Dampf/Luft-Gemische bilden. Voraussetzung dafür ist, dass die Explosionsgrenzen (auch als „Zündgrenzen“ bezeichnet) oder die Sauerstoffgrenzkonzentration der brennbaren Substanz bekannt sein müssen. Diese Grenzen sind vor allem abhängig von:

- den Eigenschaften der brennbaren Stoffe;
- Temperatur und Druck;
- Größe und Form des Prüfgefäßes;
- der Zündquelle (Art, Energie);
- dem Kriterium für eine sich selbstständig ausbreitende Verbrennung;
- dem Inertgas (im Fall der Sauerstoffgrenzkonzentration).

Um verlässliche und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, ist es deshalb notwendig, die Bedingungen zur Bestimmung der Explosionsgrenzen (d. h. Prüfeinrichtung und Verfahren) in einer Norm festzulegen. Es ist jedoch nicht möglich, nur ein einziges Verfahren, das für alle Arten von Substanzen geeignet ist, festzulegen. Aus praktischen Erwägungen empfiehlt es sich, eine Prüfeinrichtung einzusetzen, mit der auch andere sicherheitstechnische Kenngrößen zu bestimmen sind. Deshalb werden in dieser Europäischen Norm zwei Verfahren beschrieben, das Rohrverfahren (Verfahren T) und das Bombenverfahren (Verfahren B). Mit dem Rohrverfahren werden in der Regel größere Explosionsbereiche ermittelt. Die Werte der nach beiden Verfahren bestimmten Explosionsgrenzen und Sauerstoffgrenzkonzentration können um bis zu 10 % relativ differieren.

Für schwerentzündbare Substanzen ist nur das modifizierte Rohrverfahren geeignet. Das modifizierte Rohrverfahren ist in Anhang A beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt zwei Prüfverfahren (Verfahren T und Verfahren B) zum Bestimmen der Explosionsgrenzen von Gasen, Dämpfen und deren Gemischen, in Mischung mit Luft oder einer Luft-/Inertgas-Mischung (Volumenanteil Sauerstoff < 21 %), fest. Diese Europäische Norm gilt für Gase, Dämpfe und deren Gemische bei Umgebungsdruck und Temperaturen von Raumtemperatur bis 200 °C.

2 Normative Verweisungen

Auf die folgenden Dokumente wird in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes normativ verwiesen, so dass sie für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich sind. 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).

EN 13237:2012, *Explosionsgefährdete Bereiche — Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1
brennbare Substanz
Substanz in Form von Gas, Dampf oder Gemischen davon, die, bei Entzündung, einer exothermen Reaktion mit Luft oder einem Luft-/Inertgas-Gemisch eingehen kann

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.37, modifiziert]

3.2
Explosionsbereich
Bereich der Konzentration einer brennbaren Substanz oder eines Substanzgemisches in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann, bzw. Bereich der Konzentration einer brennbaren Substanz oder eines brennbaren Substanzgemisches in einem Luft/Inertgas-Gemisch, in dem eine Explosion auftreten kann, bestimmt nach vorgeschriebenen Versuchsbedingungen

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.22, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Explosionsgrenzen sind nicht Teil des Explosionsbereichs.

3.3
untere Explosionsgrenze
UEG (en: lower explosion limit, LEL)
niedrigste Konzentration des Explosionsbereichs

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.19.1, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist die Konzentration angegeben, bei der während des Versuchs gerade keine Explosion mehr auftreten kann.

3.4
obere Explosionsgrenze
OEG (en: upper explosion limit, UEL)
höchste Konzentration des Explosionsbereichs

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.19.2, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist die Konzentration angegeben, bei der während des Versuchs gerade keine Explosion mehr auftreten kann.

3.5

Luftgrenzkonzentration

LGK (en: limiting air concentration, LAC)

höchster Stoffmengenanteil Luft in einem Gemisch einer brennbaren Substanz mit Luft und Inertgas, bei dem noch keine Explosion ausgelöst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *LGK* wird meist als Stoffmengenanteil in % oder als Volumenanteil in % angegeben (für die Umrechnung der Einheiten, siehe Anhang B).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *LGK* hängt nicht nur vom brennbaren Gas oder Dampf ab, sondern auch vom verwendeten Inertgas.

3.6

Sauerstoffgrenzkonzentration

SGK (en: limiting oxygen concentration, LOC)

höchster Stoffmengenanteil Sauerstoff in einem Gemisch einer brennbaren Substanz mit Luft- und Inertgas, bei dem noch keine Explosion ausgelöst wird

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.49, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die *SGK* wird meist als Stoffmengenanteil in % oder als Volumenanteil in % angegeben (für die Umrechnung der Einheiten, siehe Anhang B).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die *SGK* hängt nicht nur vom brennbaren Gas oder Dampf ab, sondern auch vom verwendeten Inertgas.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die *SGK* wird aus der gemessenen *LGK* berechnet.

3.7

Inertgas

Gas, das nicht mit der Prüfsubstanz oder dem Sauerstoff reagiert

3.8

Explosionsbereich

Bereich innerhalb der Grenzkurve, die durch die Explosionsgrenzen einer brennbaren Substanz in verschiedenen Gemischen aus Luft und Inertgas unterschiedlicher Zusammensetzung gebildet wird

[QUELLE: EN 13237:2012, 3.15, modifiziert]

Anmerkung 1 zum Begriff: In vielen Fällen entspricht die die Grenzkurve der Spitze („Nase“) der Grenzkurve der Luftgrenzkonzentration (*LGK*).

3.9

Zündkriterium — Flammenablösung

bei Verfahren T gibt es zwei alternative Kriterien für eine Explosion (sich selbständig ausbreitende Verbrennung): i) das Ablösen einer Flamme von der Funkenstrecke und deren Aufwärtsbewegung für mindestens 100 mm oder ii) die Bildung einer Aureole, die entweder bis zur volle Höhe des Prüfgefäßes reicht oder mindestens eine Höhe von 240 mm erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Prüfgemische, deren Gehalt an Prüfsubstanz geringfügig außerhalb des Explosionsbereichs liegt, können während der Zündfunkendauer eine Leuchterscheinung (als „Aureole“ bezeichnet) über der Funkenstrecke zeigen, die sich jedoch nicht von letzterer ablöst (siehe Anhang C). Diese Leuchterscheinung kann bei bestimmten Prüfsubstanzen (z. B. bei halogenierten Kohlenwasserstoffen) einen großen Teil des Prüfgefäßes einnehmen. Das Entstehen einer Aureole allein wird noch nicht als Entzündung des Prüfgemisches angesehen, außer, die Aureole erreicht die volle Höhe des Rohrs oder mindestens eine Höhe von 240 mm.

3.10

Zündkriterium — Druckanstieg

bei Verfahren B ist das Kriterium für eine Explosion (sich selbständig ausbreitende Verbrennung) das Auftreten eines Explosionsüberdruckes, der gleich oder größer ist als der Überdruck, der durch die nur in Luft aktivierte Zündquelle erzeugt wird, plus $(5 \pm 0,1)$ % des Anfangsdruckes

3.11

Dampf

Gasphase, die sich über einer Flüssigkeit bildet

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn nicht anders angegeben, umfasst der Ausdruck „Gas“ in dieser Norm diese Dämpfe, jedoch keine Nebel.

3.12

Oxidator

Luft oder ein Luft-/Inertgas-Gemisch (Volumenanteil des Sauerstoffs < 21 %)

3.13

Probe

Substanz oder Substanzgemisch, für die oder für das Explosionsgrenzen zu bestimmen sind

3.14

Prüfsubstanz

Probe im gasförmigen Aggregatzustand; bei flüssigen Proben nach deren vollständiger Verdampfung

3.15

Prüfgemisch

Gemisch aus Prüfsubstanz, und Luft oder Luft-/Inertgas

4 Prüfverfahren

4.1 Allgemeines

Die Bestimmung besteht aus einer Reihe von Zündversuchungen, bei der Bestimmung der Explosionsgrenzen mit Prüfgemischen durchgeführt werden, deren Prüfsubstanz-Gehalt variiert wird und bei der Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration mit Prüfgemischen, deren Prüfsubstanz-Gehalt und Inertgas-Gehalt variiert wird.

Für organische Substanzen, die ausschließlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen (ausgenommen Peroxide), lässt sich die *UEG* grob abschätzen. Bei 20 °C liegt in vielen Fällen die *UEG* bei etwa der Hälfte des Prüfsubstanzgehalts der stöchiometrischen Zusammensetzung in Luft. Die Temperaturabhängigkeit der *UEG* ist zu berücksichtigen. Bis 200 °C nimmt die *UEG* etwa linear um 30 % bis 50 % des für 20 °C angesetzten Wertes ab.

Für die Abschätzung der *OEG* existiert derzeit kein einfach anwendbares Verfahren.

Wenn festgestellt wird, dass sich ein bestimmtes Prüfgemisch nicht entzündet, wird eine Kontrolle der quantitativen Zusammensetzung des aus dem Prüfgefäß abströmenden und nicht entzündeten Prüfgemisches empfohlen, um Fehleinstellungen der Dosiereinrichtungen oder Undichtigkeiten zu erkennen.

4.2 Verfahren T („Rohr“verfahren)

4.2.1 Ausführliche Beschreibung

Das Prüfgemisch wird so lange durch das zylinderförmige Prüfgefäß von unten nach oben geleitet, bis das vorher darin befindliche Gemisch vollständig verdrängt worden ist. Danach wird im ruhenden Prüfgemisch mit einer Folge von Induktionsfunken gezündet. Es wird beobachtet, ob eine Flammenablösung stattfindet oder nicht. Bei der Bestimmung der *UEG* oder der *OEG* (Explosionskriterium — Flammenablösung) wird der Anteil der Prüfsubstanz im Prüfgemisch schrittweise variiert, bis eine Entzündung des Gemischs gerade noch unterbleibt oder bis festgestellt wird, dass es keinen Explosionsbereich gibt. Bei der Bestimmung der *SGK* wird der Prüfsubstanzgehalt des Prüfgemisches und der Inertgasanteil schrittweise variiert, bis gerade keine Entzündung mehr festgestellt wird.

4.2.2 Prüfmittel und Werkstoffe

4.2.2.1 Luft, die wasser- ($\leq 0,1$ mol % Wasserdampf absolut) und ölfrei ($\leq 0,1$ g/m³ Öl) sein muss

Wenn synthetische Luft verwendet wird, muss dies im Prüfbericht angegeben werden.

4.2.2.2 Inertgase, die Reinheit des Inertgases oder der Inertgasgemische muss mindestens 99,8 % betragen

Wird ein Inertgasgemisch verwendet, muss die Zusammensetzung des Gemisches im Prüfbericht angegeben werden.

4.2.2.3 Brennbare Substanz, die entweder ein Reinstoff, ein definiertes Substanzgemisch oder ein technisches Gemisch (bekannter oder unbekannter Zusammensetzung) sein kann

Wenn ein Reinstoff oder ein definiertes Substanzgemisch eingesetzt wird, muss die Reinheit der einzelnen Substanzen mindestens 99,8 %, bezogen auf den Stoffmengenanteil, betragen. Im Fall eines Substanzgemischs oder eines technischen Gemisches mit bekannter Zusammensetzung müssen im Prüfbericht Angaben zur Genauigkeit der Zusammensetzung gemacht werden. Bei technischen Gemischen unbekannter Zusammensetzung ist die Probe so genau wie möglich zu charakterisieren (z. B. Prozessbedingungen).

Wird das brennbare Gas einer Flüssigkeit entnommen, die aus mehr als einer Komponente besteht, kann sich die Zusammensetzung der Gasphase von der der flüssigen Phase unterscheiden. Wenn der Gasphase größere Volumina entnommen werden, kann sich sowohl die Zusammensetzung der Gasphase als auch die der flüssigen Phase mit der Zeit ändern. Aus diesem Grund muss die Probe der flüssigen Phase entnommen werden.

4.2.2.4 Wärmebeständige, chemisch inerte Werkstoffe für Dichtungen und Klebefestigungen

Probebehälter sind vor und nach der Probenahme geschlossen zu halten, um Veränderungen der Probenzusammensetzung (z. B. Entweichen flüchtiger Bestandteile bei Gemischen) zu verhindern. Wenn die Probe aus einem Gasgemisch besteht, das einem Behälter entnommen wurde, in dem sich auch Flüssigphase befindet, ist zu berücksichtigen, dass sich die Zusammensetzung der Gasphase von der der Flüssigphase unterscheidet. Unter diesen Bedingungen wird die Entnahme der Prüfsubstanz aus der Flüssigphase empfohlen. Wenn die Probe der gasförmigen Phase entnommen wird, sind die Unterschiede in der Zusammensetzung zu berücksichtigen.

4.2.3 Prüfeinrichtung

4.2.3.1 Prüfgefäß

Das Prüfgefäß ist ein zylinderförmiges, senkrecht stehendes Gefäß aus Glas oder anderem transparentem Werkstoff (z. B. Polycarbonat), mit einem Innendurchmesser von (80 ± 2) mm und einer Mindestlänge von 300 mm.

Im Boden muss eine Prüfgemischzuleitung mit Dreiwegehahn angebracht sein, im oberen Bereich eine Prüfgemischableitung und eine Druckentlastung.

Boden und Deckel dürfen aus anderem Material gefertigt sein. Das Material darf jedoch keinerlei katalytische Effekte zeigen und muss resistent gegen Korrosion durch das Prüfgemisch und durch die Reaktionsprodukte sein.

4.2.3.2 Zündquelle

Eine Folge von Induktionsfunken zwischen zwei Elektroden dient als Zündquelle.

Die Elektroden müssen (60 ± 1) mm über dem Boden des Prüfgefäßes enden.

Ein geeignetes Elektrodenmaterial ist nichtrostender Stahl. Die Elektroden müssen spitze Enden haben, ihr Durchmesser darf höchstens 4 mm betragen. Der Spitzenwinkel muss $(60 \pm 3)^\circ$ betragen. Der Abstand zwischen den Spitzen muss $(5 \pm 0,1)$ mm betragen. Die Elektroden müssen so am Gefäß angebracht sein, dass sie auch unter den Bedingungen der höchsten Explosionsdrücke gasdicht sind. Das für den Einbau der Elektroden verwendete Material muss temperaturbeständig und beständig gegen das Prüfgemisch sein und muss die Elektroden ausreichend gegen das Prüfgefäß isolieren.

Um die Induktionsfunken zu erzeugen, ist ein Hochspannungstransformator mit einer Effektivspannung von 13 kV bis 16 kV und einem Kurzschlussstrom von 20 mA bis 30 mA notwendig. Der Primärkreis des Hochspannungstransformators muss über einen Zeitschalter, der auf die erforderliche Funkendauer eingestellt ist, an das Netz über einen Zeitschalter angeschlossen sein.

Die Funkendauer ist auf 0,2 s einzustellen.

Die in der Funkenfolge freigesetzte Energie hängt vom Gasgemisch und dessen Druck ab. Kalorimetrische und elektrische Messungen ergeben für eine in Luft unter atmosphärischen Bedingungen auf diese Art erzeugte Funkenfolge eine Leistung von etwa 10 W.

4.2.3.3 Einrichtung zum Herstellen des Prüfgemisches

Das Prüfgemisch wird durch Mischen von Gasströmen hergestellt. Dafür werden folgende Komponenten benötigt:

- Dosiereinrichtung für Luft, gasförmige Proben oder Inertgase (z. B. Massendurchflussregler, Volumendurchflussregler oder Gasdosierpumpe);
- Dosiereinrichtung für flüssige Proben (z. B. volumetrisch arbeitende Flüssigkeitsdosierpumpen);
- Verdampfer-Einrichtung, im Fall flüssiger Proben (siehe Anhang D als Beispiel);
- Mischgefäß zur Homogenisierung des Prüfgemisches.

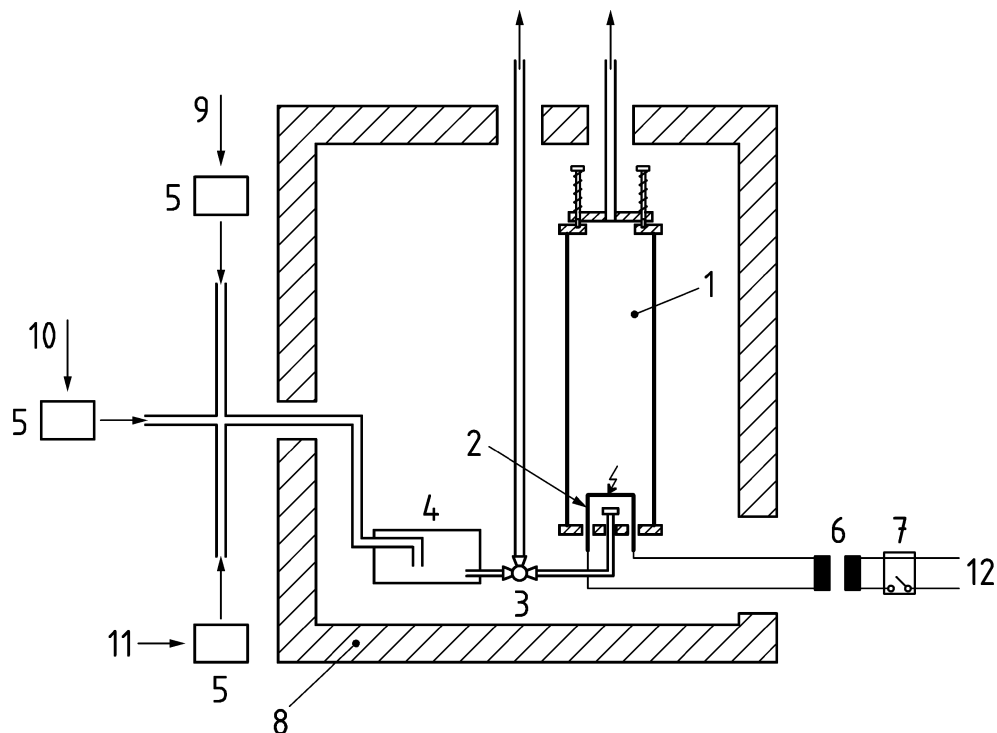
Die Dosiereinrichtungen und die Einrichtungen zur Prüfgemischherstellung müssen so beschaffen sein, dass die Messunsicherheit des Prüfsubstanzanteils im Prüfgemisch die in der Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreitet.

Tabelle 1 — Höchstmöglich zulässige Messunsicherheit des Anteils an Prüfsubstanz im Prüfgemisch

Stoffmengenanteil der Prüfsubstanz %	höchstmöglich zulässige Messunsicherheit	
	relativ	absolut
≤ 2	± 10	
> 2		$\pm 0,2$

4.2.3.4 Temperiereinrichtung

Ist die Temperatur, bei der die Bestimmung durchzuführen ist, höher als die Umgebungstemperatur, muss die Prüfeinrichtung mit einer Temperiereinrichtung ausgestattet sein. Diese Temperiereinrichtung muss sicherstellen, dass die Temperaturdifferenz im Prüfgefäß nicht größer als 10 K ist. Dies muss nachgewiesen werden, wenn die Prüfeinrichtung aufgebaut wird, jedes Mal, wenn Teile ausgetauscht werden und bei jeder Verifizierung.



Legende

- | | | | |
|---|----------------------------|----|----------------------|
| 1 | Prüfgefäß | 7 | Zeitschalter |
| 2 | Zündelektroden | 8 | Temperiereinrichtung |
| 3 | Dreiwegehahn | 9 | brennbare Substanz |
| 4 | Mischgefäß | 10 | Luft |
| 5 | Dosierungseinrichtungen | 11 | Inertgas |
| 6 | Hochspannungstransformator | 12 | Stromversorgung |

Bild 1 — Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung des „Rohr“verfahrens für die Bestimmung der jeweiligen Explosionsgrenzen. Sauerstoffgrenzkonzentration

4.2.3.5 Sicherheitseinrichtung

Die in Anhang E festgelegten Sicherheitsmaßnahmen müssen eingehalten werden.

4.2.4 Herstellen des Prüfgemisches

Werden flüssige Gemische verdampft, so ist zu berücksichtigen, dass sich die Zusammensetzung der Gasphase, die sich im Gleichgewicht mit der flüssigen Phase befindet („Dampf“), im Allgemeinen von der Zusammensetzung der Flüssigphase unterscheidet. Außerdem kann sich sowohl die Zusammensetzung der flüssigen als auch der gasförmigen Phase ändern, wenn Material aus der Gasphase entnommen wird. Diese möglichen Änderungen in der Zusammensetzung müssen bei der Bestimmung von Explosionsgrenzen von brennbaren Flüssigkeiten, beim Umgang mit flüssigen Proben umgegangen wird und beim Herstellen der Prüfgemische durch Verdampfen von Flüssigkeiten beachtet werden. Um Fehler zu vermeiden, ist das Verfahren der Totalverdampfung anzuwenden. Ein Beispiel einer geeigneten Verdampfereinrichtung ist in Anhang D beschrieben. Bei der Dosierung von Flüssigkeiten ist sicherzustellen, dass sich keine Blasen in den Flüssigkeit führenden Komponenten (z. B. Leitungen) bilden. Zur vollständigen Homogenisierung strömt das Prüfgemisch durch ein Mischgefäß vorzugsweise aus Glas. Für ein Mischgefäß ohne Einbauten wird ein Volumen von mindestens 600 ml empfohlen. Das Prüfgemisch wird zweckmäßigerweise tangential eingeleitet. Das Mischgefäß kann entfallen, wenn eine Homogenisierung des Prüfgemisches schon durch die Dosiereinrichtung sichergestellt ist. Das Mischgefäß sowie alle Prüfgemisch führenden Teile sind so zu temperieren, dass die Prüfsubstanz an keiner Stelle kondensieren kann. Es empfiehlt sich, die Prüfgemisch führenden Teile gemeinsam mit dem Prüfgefäß zu erwärmen.

4.2.5 Durchführung

4.2.5.1 Allgemeines

Beim Bestimmen der Explosionsgrenzen wird schrittweise der Anteil Prüfsubstanz im Prüfgemisch ermittelt, bei dem gerade keine Entzündung (nach dem Explosionskriterium in 3.10) mehr auftritt. In der Nähe der Explosionsgrenzen muss die Schrittweite für die Änderung des Prüfsubstanzanteils im Prüfgemisch so ausgewählt werden, dass sie der in Tabelle 1 angegebenen Messunsicherheit entspricht.

Wird die Bestimmung der Explosionsgrenzen oder der Sauerstoffgrenzkonzentration bei erhöhter Temperatur durchgeführt, so werden zunächst das Prüfgefäß und alle Prüfgemisch führenden Teile auf die erforderliche Temperatur vorgeheizt. Bei flüssigen Proben muss die Prüfgemischtemperatur mindestens 25 K über der Kondensationstemperatur liegen. Vor jedem Zündversuch ist sicherzustellen, dass die Temperatur im Prüfgefäß nicht mehr als 5 K vom Sollwert abweicht.

4.2.5.2 Bestimmung von Explosionsgrenzen

Aus Sicherheitsgründen werden die Zündversuche mit einem Prüfsubstanzgehalt im Prüfgemisch, der möglichst außerhalb des zu erwartenden Explosionsbereichs liegt, begonnen.

Vor jedem einzelnen Zündversuch wird das Prüfgefäß mit dem Prüfgemisch gespült. Das Spülvolumen muss mindestens dem Zehnfachen des Prüfgefäßvolumens entsprechen. Nach dem Spülen wird die Zuleitung geschlossen. Anschließend wird das Prüfgemisch unter Umgehen des Prüfgefäßes in die Ablufteinrichtung geleitet. Mit Hilfe der Induktionsfunken wird ein Zündversuch im ruhenden Prüfgemisch (d. h. nach 6 s bis 10 s Verzögerung) durchgeführt. Es wird beobachtet, ob sich eine Flamme von der Zündquelle ablöst (siehe Anhang C).

Es wird empfohlen, die Prüfgemischherstellung während der Zündversuche nicht zu unterbrechen. Bei jedem erneuten Inbetriebsetzen wird selbst dann, wenn die Einstellung nicht verändert wurde, eine bestimmte begrenzte Zeit benötigt, bis wieder ein Prüfgemisch konstanter Zusammensetzung entsteht.

Wird eine Entzündung beobachtet, so wird der Gehalt an Prüfsubstanz im Prüfgemisch iterativ so lange variiert, bis gerade keine Flammenablösung mehr erfolgt. In der Nähe der Explosionsgrenzen ist die Schrittweite für die Änderung des Prüfsubstanzgehalts so zu wählen, dass sie höchstens den in der Tabelle 1 angegebenen relativen Abweichungen entspricht. Die Prüfgemischkonzentration, bei der gerade noch keine Zündung stattfindet (gerade noch keine Flammenablösung), ist durch vier zusätzliche Versuche zu bestätigen. Die Bestimmung ist abgeschlossen, wenn bei allen fünf Versuchen keine Flammenablösung beobachtet wurde. Wenn eine Flammenablösung auftritt, ist der Gehalt an Prüfsubstanz nochmals zu variieren, d. h. für die Bestimmung der UEG ist der Gehalt an Prüfsubstanz nochmals um eine Schrittweite zu erniedrigen, für die Bestimmung der OEG um eine Schrittweite zu erhöhen. Mit dem neuen Prüfsubstanzgehalt sind erneut 5 Versuche durchzuführen.