

DIN EN ISO/IEC 80079-20-1



ICS 29.260.20

Einsprüche bis 2016-03-08

Entwurf

**Explosionsfähige Atmosphären –
Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und
Dämpfen –
Teil 20-1: Prüfverfahren und Daten (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015**

Explosive atmospheres –

Material characteristics for gas and vapour classification –

Part 20-1: test methods and data (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015);

German and English version prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015

Atmosphères explosives –

Caractéristiques des substances pour le classement des gaz et des vapeurs –

Partie 20-1: Méthodes et données d'essai (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015);

Version allemande et anglaise prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-01-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nasg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 185 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Für diese Norm ist der nationale Arbeitsausschuss NA 095-02-09 AA „Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsfähigen Atmosphären“ zuständig.

Dieses Dokument (prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015) wurde vom Technischen Komitee IEC/TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird

Die enthaltene ISO/IEC-Publikation wurde von TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ erarbeitet.

Das ISO/IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Es wird gebeten, auch Kommentare zur Formulierung der deutschen Übersetzung DIN mitzuteilen.

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

IEC 60079-11 DIN EN 60079-11

IEC 60079-14 DIN EN 60079-14

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO/IEC 80079-20-1 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

- [1] DIN EN 60079-11, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit "i"* (IEC 60079-11:2011 + Cor.:2012); Deutsche Fassung EN 60079-11:2012
- [2] DIN EN 60079-14, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen* (IEC 60079-14:2013); Deutsche Fassung EN 60079-14:2014

— Leerseite —

Explosionsfähige Atmosphären — Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen — Teil 20-1: Prüfverfahren und Daten (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015)

Atmosphères explosives — Caractéristiques des substances pour le classement des gaz et des vapeurs — Partie 20-1 : Méthodes et données d'essai (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015)

Explosive atmospheres — Material characteristics for gas and vapour classification — Part 20-1: Test methods and data (ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Klassifizierung von Gasen und Dämpfen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Klassifizierung nach experimentell ermittelter Grenzspaltweite (MESG)	8
4.3 Klassifizierung nach dem Mindestzündstromverhältnis (MIC-Verhältnis)	9
4.4 Klassifizierung nach ähnlichen chemischen Strukturen	9
4.5 Klassifizierung von Gasgemischen	9
5 Daten für brennbare Gase und Dämpfe, in Bezug zum Gebrauch der Geräte	10
5.1 Bestimmung der Eigenschaften	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Gerätegruppe	10
5.1.3 Entflammbarkeitsgrenzen	10
5.1.4 Flammpunkt FP	10
5.1.5 Temperaturklasse	11
5.1.6 Mindestzündstrom (MIC)	11
5.1.7 Selbstentzündungstemperatur (AIT)	11
5.2 Eigenschaften bestimmter Gase und Dämpfe	11
5.2.1 Kokereigas	11
5.2.2 Ethylnitrit	11
5.2.3 MESG von Kohlenmonoxid	12
5.2.4 Methan, Gruppe IIA	12
6 Prüfverfahren für die experimentell ermittelte Grenzspaltweite (MESG)	12
6.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens	12
6.2 Prüfeinrichtung	12
6.2.1 Allgemeines	12
6.2.2 Werkstoff und mechanische Festigkeit	13
6.2.3 Innere Kammer	13
6.2.4 Äußere Kammer	13
6.2.5 Spalteinstellung	13
6.2.6 Injektion des Gemischs	14
6.2.7 Lage der Zündquelle	14
6.3 Durchführung	14
6.3.1 Vorbereitung des Gasgemischs	14
6.3.2 Temperatur und Druck	14
6.3.3 Spalteinstellung	14
6.3.4 Zündung	14
6.3.5 Beobachtung des Zündvorgangs	14
6.4 Bestimmung der experimentellen Grenzspaltweite (MESG)	15
6.4.1 Allgemeines	15
6.4.2 Vorprüfungen	15
6.4.3 Bestätigungsprüfungen	15

6.4.4	Reproduzierbarkeit der experimentellen Grenzspaltweite (MESG).....	15
6.4.5	Tabellenwerte.....	15
6.5	Verifizierung des Bestimmungsverfahrens der MESG.....	15
7	Verfahren zur Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur (AIT)	16
7.1	Kurzbeschreibung des Verfahrens	16
7.2	Heizeinrichtung.....	16
7.2.1	Allgemeines	16
7.2.2	Prüfgefäß und Stützvorrichtung.....	17
7.2.3	Thermoelemente	17
7.2.4	Heizeinrichtung.....	17
7.2.5	Dosiereinrichtungen	18
7.2.6	Spiegel	18
7.2.7	Zeitmessgerät	18
7.2.8	Gerät zum Spülen des Prüfgefäßes mit Luft	18
7.2.9	Automatisierte Einrichtungen	19
7.3	Probenahme, Herstellung und Konservierung von Untersuchungsproben	19
7.3.1	Probenahme	19
7.3.2	Herstellung und Konservierung	19
7.4	Durchführung	20
7.4.1	Allgemeines	20
7.4.2	Probeninjektion.....	20
7.4.3	Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur (AIT)	20
7.5	Selbstentzündungstemperatur (AIT).....	22
7.6	Validierung der Ergebnisse	22
7.6.1	Wiederholpräzision.....	22
7.6.2	Vergleichspräzision.....	22
7.7	Daten	22
7.8	Verifizierung des Bestimmungsverfahrens der Selbstentzündungstemperatur.....	22
Anhang A (normativ) Heizeinrichtungen für die Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Zündtemperatur		24
A.1	„IEC-Heizeinrichtung“	24
A.2	„DIN-Heizeinrichtung“	24
Anhang B (informativ) Tabellierte Werte		34
Anhang C (informativ) Bestimmung von kalten Flammen.....		97
Anhang D (informativ) Volumenabhängigkeit der Selbstentzündungstemperatur		99
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/34/EU.....		100
Literaturhinweise.....		101

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015) wurde vom Technischen Komitee IEC/TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen formellen Abstimmung vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das 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.

Erweiterungen zum Kennzeichnungssystem, wie sie in der Richtlinie beschrieben sind, können den ATEX-Leitfäden, welche von der Europäischen Kommission veröffentlicht werden, entnommen werden. Diese sind insbesondere bei Geräten, welche mehr als einer Kategorie zugeordnet werden können, nützlich.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/IEC DIS 80079-20-1:2015 wurde vom CEN als prEN ISO/IEC 80079-20-1:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) und IEC (die Internationale Elektrotechnische Kommission) bilden das auf die weltweite Normung spezialisierte System. Nationale Normungsorganisationen, die Mitglieder von ISO oder IEC sind, beteiligen sich an der Entwicklung von Internationalen Normen in Technischen Komitees, die von der jeweiligen Organisation eingerichtet wurden, um spezifische Gebiete technischer Aktivitäten zu behandeln. Auf Gebieten von beiderseitigem Interesse arbeiten die Technischen Komitees von ISO und IEC zusammen. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO und IEC, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil.

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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist IEC/TC 31.

Diese erste Ausgabe ersetzt (IEC 60079-20-1:2010),

ISO/IEC 80079 besteht aus folgenden Teilen.

- *Part 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen - Prüfmethoden und Daten*
- *Part 20-2: Werkstoffeigenschaften - Prüfverfahren für brennbare Stäube*
- *Part 34: Anwendung von Qualitätsmanagementsystemen für die Herstellung von Geräten*
- *Part 36: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären - Grundlagen und Anforderungen*
- *Part 37: Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 37: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Schutz durch konstruktive Sicherheit "c", Zündquellenüberwachung "b", Flüssigkeitskapselung "k"*
- *Part 38: Geräte und Komponenten in explosionsfähigen Atmosphären in untertägigen Bergwerken*

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO/IEC 80079 dient als Hilfestellung bei der Klassifizierung von Gasen und Dämpfen. Er beschreibt ein Prüfverfahren zur Messung der experimentell ermittelten Grenzspaltweite (MESG) für Gas- oder Dampf-Luft-Gemische unter normalen Bedingungen von Temperatur¹⁾ und Druck (20° C, 100 kPa) und ermöglicht somit die Einteilung in die jeweils zutreffende Explosionsgruppe. Die Norm beschreibt auch ein Prüfverfahren zur Anwendung bei der Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur (AIT) eines Dampf-Luft-Gemisches oder Gas-Luft-Gemisches bei Atmosphärendruck, um so die Auswahl einer geeigneten Temperaturklasse von Geräten zu ermöglichen.

Die Daten der chemischen Eigenschaften von Stoffen werden bereitgestellt, um bei der Auswahl der in explosionsgefährdeten Bereichen einzusetzenden Ausrüstung Hilfestellung zu geben. Wenn die Ergebnisse von validierten Prüfungen zur Verfügung stehen, dürfen weitere Daten hinzugefügt werden.

Die Stoffe und die in einer Tabelle (siehe Anhang B) enthaltenen Eigenschaften wurden besonders in Bezug auf die Verwendung von Ausrüstungen in explosionsgefährdeten Bereichen ausgewählt. Die Daten in dieser Norm wurden aus einer Anzahl von Referenzen entnommen, die in den Literaturhinweisen angegeben sind.

Diese Verfahren zur Bestimmung der MESG oder der AIT dürfen auch für Gas-Luft-Inertgas-Gemische oder Dampf-Luft-Inertgas-Gemische eingesetzt werden. Daten über Luft-Inertgas-Gemische sind jedoch nicht tabellarisch erfasst.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres — Part 11: Equipment protection by intrinsic safety „i“*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres — Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Abgrenzung von sonstigen Benennungen, besonders jenen von eher allgemeiner Art, sollte auf IEC 60050-426 oder andere geeignete Teile des IEV (International Electrotechnical Vocabulary) Bezug genommen werden.

3.1
Zündung durch heiße Oberfläche (Selbstentzündung)
eine Reaktion, die durch eine deutlich wahrnehmbare Flamme und/oder Explosion nachgewiesen wird, und bei der die Zündverzugszeit nicht mehr als 5 min überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Prüfverfahren siehe 7.2.2.

3.2
Zündverzugszeit
Zeitspanne zwischen der vollständigen Injektion des brennbaren Stoffes und der Zündung

1) Eine Ausnahme gilt für Stoffe mit Dampfdrücken, die zu niedrig sind, um die Herstellung von Gemischen mit den bei normalen Umgebungstemperaturen erforderlichen Konzentrationen zu ermöglichen. Bei diesen Stoffen wird eine Temperatur von 5 K über der, die zur Erzeugung des nötigen Dampfdrucks notwendig ist, oder 50 K über dem Flammpunkt angewendet.

3.3

Selbstentzündungstemperatur

AIT

niedrigste Temperatur (einer heißen Oberfläche), bei der unter festgelegten Prüfbedingungen eine Zündung eines brennbaren Gases oder Dampfes im Gemisch mit Luft oder Luft-Inertgas erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Prüfverfahren siehe Abschnitt 7.

3.4

experimentell ermittelte Grenzspaltweite

MESG

maximale Spaltweite einer Verbindung von 25 mm Breite, der jegliche Übertragung einer Explosion während der Prüfungen, die unter festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Prüfverfahren siehe Abschnitt 6.

3.5

Mindestzündstrom

MIC

Mindeststrom in einem festgelegten Prüfstromkreis, der die Zündung eines explosionsfähigen Prüfgemischs im Funkenprüfgerät nach IEC 60079-11 einleitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Prüfstromkreis siehe 5.1.6.

3.6

Explosionsgrenzen

die Explosionsgrenzen von Gas oder Dampf sind die untere Explosionsgrenze (LFL) und die obere Explosionsgrenze (UFL), angegeben in Volumenprozent oder in g/m^3 Gas in einem Gas-Luft-Gemisch, zwischen denen sich ein brennbares Gemisch bildet

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Vergangenheit sind in vielen Texten brennbar und explosiv einander austauschbar verwendet worden, die Tendenz geht jedoch dahin, die Verwechslung zu vermeiden, die diese auslöst. Der Begriff brennbar bezieht sich auf die Stoffeigenschaften, die dessen Fähigkeit bestimmen, eine sich selbst erhaltende Flammenausbreitung in alle Richtungen (nach oben, zur Seite oder nach unten) zu bewirken. Der Begriff explosiv bezieht sich auf eine Flammenausbreitung, die durch Druck- und Temperaturanstieg und Lärm (in der Regel von höherer Ausbreitungsgeschwindigkeit) begleitet wird, und wird maßgeblich durch die (nicht stoffbezogenen) Prüfkammerbedingungen (Geometrie, Grad der Begrenzung...) beeinflusst. In der Regel sind die Konzentrationen der LFL niedriger als die Konzentrationen der LEL (unteren Explosionsgrenze) für denselben Stoff und die UFL-Konzentrationen sind in der Regel höher als UEL Konzentrationen (obere Explosionsgrenze) für denselben Stoff.

3.7

Gerätezuordnung

Einteilungssystem von Geräten in Bezug auf die explosionsfähige Atmosphäre, in der sie bestimmungsgemäß angewendet werden sollen

Anmerkung 1 zum Begriff: IEC 60079-0 legt drei Gerätegruppen fest:

Gruppe I, Geräte für den Betrieb in schlagwettergefährdeten Grubenbauen;

Gruppe II, die in Untergruppen von Geräten unterteilt ist, die für einen Betrieb in Bereichen vorgesehen sind, in denen mit einer explosionsfähigen Gasatmosphäre zu rechnen ist, ausgenommen schlagwettergefährdete Grubenbaue;

Gruppe III, die in Untergruppen von Geräten unterteilt ist, die für einen Betrieb in Bereichen vorgesehen sind, in denen mit einer explosionsfähigen Staubatmosphäre zu rechnen ist, ausgenommen schlagwettergefährdete Grubenbaue.

3.8

Flammpunkt

FP

niedrigste Flüssigkeitstemperatur, bei der unter festgelegten Prüfbedingungen eine Flüssigkeit Dämpfe in derartigen Mengen abgibt, dass sie zur Bildung eines zündfähigen Dampf-Luft-Gemischs in der Lage sind

3.9

Gas

gasförmige Phase eines Stoffes, der mit seinem flüssigen oder festen Zustand im interessierenden Temperatur- und Druckbereich kein Gleichgewicht eingehen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ist eine Vereinfachung der wissenschaftlichen Definition und erfordert lediglich, dass sich der Stoff bei der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck oberhalb des Siedepunkts oder Sublimationspunktes befindet.

3.10

Dampf

gasförmige Phase eines Stoffes, der mit seinem flüssigen oder festen Zustand im interessierenden Temperatur- und Druckbereich ein Gleichgewicht eingehen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ist eine Vereinfachung der wissenschaftlichen Definition und erfordert lediglich, dass sich der Stoff bei der Umgebungstemperatur und dem Umgebungsdruck unter dessen Siedepunkt oder Sublimationspunkt befindet.

4 Klassifizierung von Gasen und Dämpfen

4.1 Allgemeines

Gruppe I befasst sich mit schlagwettergefährdeten Grubenbauen.

ANMERKUNG Grubengas besteht hauptsächlich aus Methan, enthält aber immer noch geringe Mengen anderer Gase, wie Stickstoff, Kohlendioxid und Wasserstoff, und manchmal Ethan und Kohlenmonoxid. Die Begriffe Grubengas und Methan werden häufig im Bergbauwesen als Synonyme verwendet.

Gruppe II befasst sich mit brennbaren Gasen und Dämpfen, ausgenommen jenen in schlagwettergefährdeten Grubenbauen. Gase und Dämpfe der Gruppe II werden nach deren MESG und/oder dem MIC-Verhältnis in Untergruppen eingeteilt.

Alle brennbaren Stoffe werden entsprechend ihrer AIT in Temperaturklassen eingeteilt.

4.2 Klassifizierung nach experimentell ermittelter Grenzspaltweite (MESG)

Gase und Dämpfe können entsprechend ihrer Grenzspaltweite in die Explosionsgruppen IIA, IIB oder IIC, basierend auf dem in dieser Norm beschriebenen Bestimmungsverfahren eingeteilt werden. Dieses Verfahren berücksichtigt nicht die möglichen Auswirkungen von Hindernissen bei der Grenzspaltweite²⁾

2) Die Gestaltung des Prüfgeräts zur Bestimmung der Spaltweite, ausgenommen die für die entsprechende Gehäusegruppe für ein bestimmtes Gas ausgewählte Ausführung, kann möglicherweise anders als die in dieser Norm beschriebene sein. Zum Beispiel dürfen gegebenenfalls das Volumen des Gehäuses, die Flanschbreite, die Gas-konzentrationen und der Abstand zwischen den Flanschen und einer Außenwand oder einem Hindernis verändert werden. Da die Gestaltung von der jeweils durchgeführten Untersuchung abhängt, ist es praktisch undurchführbar, bestimmte Konstruktionsanforderungen zu empfehlen, jedoch werden für die meisten Anwendungen immer noch die in den Abschnitten dieser Norm angegebenen allgemeinen Grundsätze und getroffenen Vorkehrungen gelten.

ANMERKUNG 1 Das Normverfahren zur Bestimmung der MESG ist in 6.2 beschrieben, jedoch wo Bestimmungen nur in einem 8-l-Kugelgefäß mit Zündung in der Nähe zum Flanschspalt vorgenommen wurden, können diese Ergebnisse vorläufig akzeptiert werden.

Für die Klassifizierung sind die Grenzwerte des MESG folgende:

Gruppe IIA: $MESG \geq 0,90 \text{ mm}$.

Gruppe IIB: $0,50 \text{ mm} < MESG < 0,90 \text{ mm}$.

Gruppe IIC: $MESG \leq 0,50 \text{ mm}$.

Die Bestimmung der MESG und des MIC-Verhältnisses ist erforderlich, wenn $0,50 < MESG < 0,55$. Dann wird die Gruppe durch das MIC-Verhältnis bestimmt.

ANMERKUNG 2 Für Gase und leicht flüchtige Flüssigkeiten wird die MESG bei 20 °C bestimmt.

ANMERKUNG 3 Wenn es notwendig war, die MESG-Bestimmung bei Temperaturen vorzunehmen, die höher als die Umgebungstemperatur waren, dann ist eine um 5 K höhere für den Dampfdruck notwendige Temperatur oder eine um 50 K höhere Temperatur oberhalb des Flammpunkts anzuwenden, und dieser Wert der Grenzspaltweite ist in der Tabelle angegeben und die Einteilung der Gerätegruppe beruht auf diesem Ergebnis.

4.3 Klassifizierung nach dem Mindestzündstromverhältnis (MIC-Verhältnis)

Gase und Dämpfe können je nach dem Verhältnis ihrer Mindestzündströme (MIC) zum Zündstrom von Labormethan in die Gruppen IIA, IIB oder IIC klassifiziert werden. Die Reinheit von Labormethan muss mindestens 99,9 % betragen.

ANMERKUNG Das Normverfahren zur Bestimmung des MIC-Verhältnisses ist das mit dem in IEC 60079-11 beschriebenen Prüfgerät, wenn jedoch Bestimmungen mit anderen Geräten unternommen wurden, können diese vorläufig akzeptiert werden.

Für die Klassifizierung sind die MIC-Verhältnisse folgende:

Gruppe IIA: $MIC > 0,80$.

Gruppe IIB: $0,45 \leq MIC \leq 0,80$

Gruppe IIC: $MIC < 0,45$

Bestimmung der MESG und des MIC-Verhältnisses ist erforderlich, wenn $0,80 < MIC < 0,90$ oder $0,45 < MIC < 0,50$ ist. Dann wird die Gruppe von der MESG bestimmt.

4.4 Klassifizierung nach ähnlichen chemischen Strukturen

Wenn ein Gas oder Dampf ein Glied einer homologen Reihe von Verbindungen ist, kann die Einteilung des Gases oder Dampfes vorläufig aus den Daten von den benachbarten Gliedern der Reihe entnommen werden.

Wenn die Einteilung der benachbarten Glieder sowohl auf der MESG als auch auf dem MIC-Verhältnis beruht, ist die Einteilung nach Ähnlichkeit der chemischen Struktur unzulässig.

4.5 Klassifizierung von Gasgemischen

Gasgemische sollten im Allgemeinen erst nach einer besonderen Bestimmung der MESG oder des MIC-Verhältnisses zu einer Gruppe zugeordnet werden. Eine Verfahrensweise zum Abschätzen der Gruppe ist die Bestimmung der MESG des Gemisches mit Anwendung einer Form des Prinzips von Le Châtelier:

$$MESG_{\text{mix}} = \frac{1}{\sum_i \left(\frac{X_i}{MESG_i} \right)}$$

Dabei ist X_i der Volumenprozentanteil des Stoffes i und die $MESG_i$ ist die ermittelte Grenzsplattweite des Stoffes i .

Dieses Verfahren sollte nicht im Falle von Ausnahmen, die dem Prinzip von Le Châtelier entsprechen, und Gemischen und/oder Gasströmen, angewendet werden, die:

- a) Acetylen oder äquivalente Gefährdungen (Selbstzersetzungseigenschaften);
- b) Sauerstoff oder ein anderes starkes Oxidationsmittel als eine der Komponenten;
- c) hohe Konzentrationen (über 5 %) an Kohlenmonoxid enthalten. Weil unrealistisch hohe MESG-Werte auftreten können, ist bei aus zwei Komponenten bestehenden Gemischen, bei denen eine der Komponenten ein Inertgas ist, wie z. B. Stickstoff, Vorsicht geboten;

Bei Gemischen, die Inertgase, wie z. B. Stickstoff, mit Konzentrationen unter 5 Volumenprozent enthalten, wird eine MESG von unendlich eingesetzt. Bei Gemischen, die Inertgase wie Stickstoff mit Konzentrationen ab 5 % enthalten, wird eine MESG von 2 eingesetzt.

ANMERKUNG Ein alternatives Verfahren, das stöchiometrische Verhältnisse umfasst, ist in dem Beitrag von Brandes und Redeker „Grenzsplattweite von binären und ternären Mischungen“ vorgestellt [1].

5 Daten für brennbare Gase und Dämpfe, in Bezug zum Gebrauch der Geräte

5.1 Bestimmung der Eigenschaften

5.1.1 Allgemeines

Die in dieser Norm aufgeführten Verbindungen entsprechen den Anforderungen von Abschnitt 4 oder haben physikalische Eigenschaften, die ähnlich denen von anderen Verbindungen in dieser Liste sind.

5.1.2 Gerätegruppe

Die Gruppen sind das Ergebnis der Bestimmung des MESG-Wertes oder des MIC-Verhältnisses, außer wenn kein Wert für den MESG-Wert oder das MIC-Verhältnis aufgeführt ist. Bei diesen beruht die Gruppe auf der chemischen Ähnlichkeit (siehe Abschnitt 4).

ANMERKUNG Wenn es notwendig war, die Bestimmung des MESG-Wertes bei höheren Temperaturen als der Umgebungstemperatur durchzuführen, wird eine um 5 K höhere als für den Dampfdruck notwendige Temperatur oder eine um 50 K höhere Temperatur oberhalb des Flammpunktes angewendet und dieser MESG-Wert ist in der Tabelle von Anhang B angegeben, und die Klassifizierung der Gerätegruppe erfolgt auf Grundlage dieses Ergebnisses.

5.1.3 Entflammargrenzen

Die Bestimmungen wurden mit einer Reihe von unterschiedlichen Verfahren durchgeführt; jedoch das bevorzugte Verfahren ist das mit Zündung bei geringer Energie am Boden einer vertikalen Röhre. Die Werte (in Volumenprozent und Masse je Volumen) sind in der Tabelle im Anhang B aufgelistet.

Wenn der Flammpunkt hoch ist, bildet die Verbindung bei normalen Temperaturbedingungen von 20 °C kein zündfähiges Dampf-Luft-Gemisch. Werden für solche Verbindungen Entflammargrenzen präsentiert, wurden die Bestimmungen bei einer ausreichend hohen Temperatur durchgeführt, um es dem Dampf zu ermöglichen, ein brennbares Gemisch mit Luft bilden zu können.

5.1.4 Flammpunkt FP

Der in der Tabelle von Anhang B angegebene Wert stammt von der Messung in einem „geschlossenen Gefäß“. Standen diese Daten nicht zur Verfügung, wird der Wert mit „offenem Gefäß“ aufgezeichnet und mit (oc) angegeben. Das Symbol < (kleiner als) zeigt an, dass der Flammpunkt unter dem angegebenen Wert (in Grad Celsius) liegt, das ist wahrscheinlich die Grenze der angewendeten Prüfeinrichtung.

5.1.5 Temperaturklasse

Die Temperaturklasse für Gase und Dämpfe ist nach IEC 60079-14 gegeben.

Tabelle 1 — Einteilung der Temperaturklassen und der Bereich der Selbstentzündungstemperaturen

Temperaturklasse	Bereich der Selbstentzündungstemperatur (AIT) °C
T1	> 450
T2	$300 < \text{AIT} \leq 450$
T3	$200 < \text{AIT} \leq 300$
T4	$135 < \text{AIT} \leq 200$
T5	$100 < \text{AIT} \leq 135$
T6	$85 < \text{AIT} \leq 100$

5.1.6 Mindestzündstrom (MIC)

Die Einrichtung zur Bestimmung des Mindestzündstromes ist in IEC 60079-11 festgelegt. Diese Prüfeinrichtung muss mit 24 V Gleichstrom an einem Stromkreis mit einer Luftspule mit (95 ± 5) mH betrieben werden. Der Strom in diesem Stromkreis wird auf einen Minimalwert variiert, bis eine Zündung der am zündwilligsten Konzentration des bestimmten Gases oder Dampfes in der Luft erfolgt.

5.1.7 Selbstentzündungstemperatur (AIT)

Der Wert der Selbstentzündungstemperatur hängt vom Prüfverfahren ab. Das bevorzugte Verfahren und die erhaltenen Angaben sind in Abschnitt 7 und in Anhang A angegeben.

Wenn die Verbindung bei diesen Daten nicht enthalten ist, sind die mit einer ähnlichen Prüfeinrichtung erhaltenen Angaben, wie beispielsweise mit der nach der Internationalen ASTM-Norm (ASTM E659) beschriebenen Prüfeinrichtung, aufgelistet.³⁾

5.2 Eigenschaften bestimmter Gase und Dämpfe

5.2.1 Kokereigas

Kokereigas ist ein aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Methan bestehendes Gemisch. Wenn die Summe der Konzentrationen (Volumenanteil in %) von Wasserstoff und Kohlenmonoxid weniger als 75 % der Gesamtmenge beträgt, so wird für Geräte mit druckfester Kapselung eine Einteilung in Explosionsgruppe IIB empfohlen, ansonsten wird die Explosionsgruppe IIC empfohlen.

5.2.2 Ethylnitrit

Die Selbstentzündungstemperatur von Ethylnitrit beträgt 95 °C, oberhalb der sich das Gas explosiv zersetzt.

ANMERKUNG Ethylnitrit sollte nicht mit dessen Isomer Nitroethan verwechselt werden.

3) Ergebnisse unter Anwendung der in ASTM D2155 (jetzt durch ASTM E659 ersetzt) beschriebenen Prüfeinrichtung wurden von C.J. Hilado und S.W. Clark veröffentlicht. Die Prüfeinrichtung ist vergleichbar mit der von Zabetakis angewendeten Einrichtung. Wenn es weder eine Bestimmung mit der IEC-Heizeinrichtung noch mit einer vergleichbaren Einrichtung gibt, ist der mit einer anderen Prüfeinrichtung erhaltene niedrigste Wert aufgelistet. Eine umfassendere Liste von Daten für die Selbstentzündungstemperatur mit dem Verweis auf entsprechende Quellen ist durch Hilado und Clark angegeben.

5.2.3 MESG von Kohlenmonoxid

Der MESG-Wert von Kohlenmonoxid bezieht sich auf ein Gemisch aus mit Feuchtigkeit gesättigter Luft bei normaler Umgebungstemperatur. Diese Bestimmung erfordert in Gegenwart von Kohlenmonoxid die Anwendung von Geräten der Gruppe IIB. Ein größerer MESG-Wert wird bei weniger Feuchtigkeit festgestellt. Der kleinste MESG-Wert (0,65 mm) wird bei einem Gemisch aus CO/H₂O bei einem Molverhältnis in der Nähe von 7 beobachtet. Geringe Mengen an Kohlenwasserstoff im Kohlenmonoxid-Luft-Gemisch haben eine bei der Verringerung der Grenzspaltweite ähnliche Wirkung, so dass Geräte der Gruppe IIB erforderlich sind.

5.2.4 Methan, Gruppe IIA

Industriell gewonnenes Methan, wie beispielsweise Erdgas, wird in Gruppe IIA eingeordnet, sofern es nicht mehr als 25 % (Volumenanteil) Wasserstoff enthält. Ein Gemisch aus Methan in jeglichem Verhältnis mit anderen Verbindungen aus Gruppe IIA wird in Gruppe IIA eingeordnet.

6 Prüfverfahren für die experimentell ermittelte Grenzspaltweite (MESG)

6.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

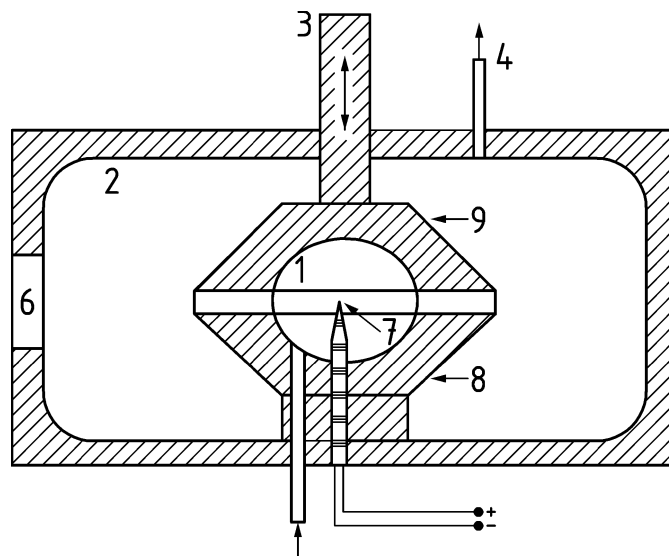
Die inneren und äußeren Kammern der Prüfeinrichtung werden unter normalen Bedingungen von Temperatur⁴⁾ und Druck (20 °C, 100 kPa) mit einem bekannten Gemisch aus Gas oder Dampf in Luft gefüllt und mit dem umlaufenden Spalt zwischen den beiden Kammern exakt auf den gewünschten Abstandswert eingestellt. Das in der inneren Kammer befindliche Gemisch wird gezündet und die Flammenausbreitung, wenn überhaupt, wird durch die Fenster in der äußeren Kammer beobachtet. Die experimentelle Grenzspaltweite für das Gas oder den Dampf wird durch Einstellen des Spalts in kleinen Schritten ermittelt, um den Höchstwert des Spalts zu bestimmen, der eine Zündung des äußeren Gemischs bei jeder Konzentration von Gas oder Dampf in Luft verhindert.

6.2 Prüfeinrichtung

6.2.1 Allgemeines

Die Prüfeinrichtung wird in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben und ist schematisch in Bild 1 dargestellt. Es ist auch möglich, einen automatisierten Prüfaufbau anzuwenden, wenn nachgewiesen wird, dass die gleichen Ergebnisse wie mit einer manuellen Einrichtung erhalten werden.

4) Eine Ausnahme wird bei Stoffen mit Dampfdrücken gemacht, die zu niedrig sind, um die Herstellung von Gemischen mit der erforderlichen Konzentration bei normalen Umgebungstemperaturen zu ermöglichen. Bei diesen Stoffen wird eine um 5 K höhere Temperatur oberhalb der für den erforderlichen Dampfdruck notwendigen Temperatur oder 50 K über dem Flammpunkt angewendet.



Legende

a	Innere kugelförmige Kammer	f	Beobachtungsfenster
b	Äußeres zylindrisches Gehäuse	g	Zünderlektrode
c	Verstellbares Teil	h	Untere Spaltplatte, fixiert
d	Gemischsausgang	i	Obere Spaltplatte, einstellbar
e	Gemischeingang		

Bild 1 — Prüfeinrichtung

6.2.2 Werkstoff und mechanische Festigkeit

Die gesamte Prüfeinrichtung wird konstruktiv so ausgelegt, dass sie einem Höchstdruck von 1 500 kPa ohne signifikante Erweiterung des Spalts standhält, damit keine derartige Aufweitung des Spalts während einer Explosion möglich ist.

Die wesentlichen Teile der Prüfeinrichtung, und besonders die Wände und Flansche der inneren Kammer und die Elektroden der Funkenstrecke, bestehen in der Regel aus nichtrostendem Stahl. Für einige Gase oder Dämpfe können andere Werkstoffe verwendet werden, um jedoch Korrosion oder andere chemische Auswirkungen zu vermeiden. Leichtmetall-Legierungen für die Elektroden der Funkenstrecken sollten nicht verwendet werden.

6.2.3 Innere Kammer

Die innere Kammer „a“ ist eine Kugel mit einem Volumen von 20 cm³.

6.2.4 Äußere Kammer

Das äußere zylindrische Gehäuse „b“ hat einen Durchmesser von 200 mm und eine Höhe von 75 mm.

6.2.5 Spalteinstellung

Die beiden Teile „i“ und „h“ der inneren Kammer sind so angeordnet, dass ein einstellbarer 25 mm breiter Spalt zwischen den planparallelen Flächen der einander gegenüberliegenden Ränder eingestellt werden kann. Die genaue Breite des Spalts kann mit der Messschraube (Teil „c“) eingestellt werden.

6.2.6 Injektion des Gemischs

Die innere Kammer wird mit dem Gas-Luft- oder Dampf-Luft-Gemisch durch einen Einlass („e“) befüllt. Die äußere Kammer wird mit dem Gemisch über den Spalt befüllt. Der Ein- und Auslass sollten mit Flammendurchschlagsicherungen geschützt sein.

6.2.7 Lage der Zündquelle

Die Elektrode „g“ muss so angebracht werden, dass der Funken in der Mitte der inneren Kammer auftritt.

6.3 Durchführung

6.3.1 Vorbereitung des Gasgemischs

Da die Konsistenz der Konzentration des Gemischs für eine bestimmte Prüfreihe einen erheblichen Einfluss auf die Streuung der Prüfergebnisse hat, muss sie sorgfältig geregelt werden. Die Strömung des Gemischs durch die Kammer wird deshalb so lange aufrechterhalten, bis die Ein- und Austrittskonzentrationen gleich sind, oder es muss ein Verfahren gleicher Zuverlässigkeit angewendet werden.

Für die Klassifikation nach dieser Norm sollte der Feuchtigkeitsgehalt der für die Herstellung des Gemischs verwendeten Luft 10 % relative Feuchte nicht überschreiten. Höhere Werte an Feuchte könnten bei einigen Stoffen geringere MESG-Werte ergeben.

6.3.2 Temperatur und Druck

Die Prüfungen werden bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt, sofern nichts anderes zulässig ist⁵⁾. Der Druck innerhalb der Prüfeinrichtung wird auf $(100 \pm 1) \text{ kPa}$ eingestellt.

6.3.3 Spalteinstellung

Der Spalt wird zunächst auf einen sehr kleinen Wert verringert und untersucht, um sicherzustellen, dass die Flansche parallel sind. Die Nullstellung des Spalts wird überprüft, jedoch der Wert des aufgebrachten Anzugsdrehmoments sollte niedrig sein (z. B. wird eine Kraft von etwa 10^{-2} N am Umfang des Messschraubenkopfs angelegt).

6.3.4 Zündung

Das innere Gemisch wird mit einem von einem Hochspannungstransformator erzeugten elektrischen Funken mit einem quadratischen Mittelwert von etwa 15 kV und einem Kurzschlussstrom von 30 mA gezündet. Die Funkenentladungszeit muss auf 0,2 s eingestellt sein.

6.3.5 Beobachtung des Zündvorgangs

Wenn die Prüfung erfolgt, wird die Zündung des inneren Gemischs durch Beobachtung durch den Spalt bestätigt. Wenn keine Innenzündung auftritt, ist die Prüfung ungültig. Das Auftreten der Zündung des Gemischs in der äußeren Kammer wird angenommen, wenn zu sehen ist, dass das gesamte Volumen der Kammer durch die Flamme der Explosion gefüllt ist.

5) Eine Ausnahme wird bei Stoffen mit Dampfdrücken gemacht, die zu niedrig sind, um die Herstellung von Gemischen mit der erforderlichen Konzentration bei normalen Umgebungstemperaturen zu ermöglichen. Bei diesen Stoffen wird eine um 5 K höhere Temperatur oberhalb der für den erforderlichen Dampfdruck notwendigen Temperatur oder 50 K über dem Flammpunkt angewendet.

6.4 Bestimmung der experimentellen Grenzspaltweite (MESG)

6.4.1 Allgemeines

Zumeist wird die MESG bei leicht fetten Gemischen gefunden, so wird empfohlen, mit einem stöchiometrischen Gemisch zu beginnen.

6.4.2 Vorprüfungen

Mit einem bestimmten Gemisch von brennbarem Dampf oder Gas mit Luft werden zwei Zündprüfungen an einer Reihe von Spaltweiten in Abständen von 0,02 mm durchgeführt, die den Bereich von einem sicheren Spalt zu einem unsicheren Spalt erfassen. Aus den Ergebnissen werden der größte Spalt g_0 , bei dem 0 % Zündwahrscheinlichkeit besteht, und der kleinste Spalt g_{100} , bei dem 100 % Zündwahrscheinlichkeit besteht, bestimmt.

Die Reihe der Prüfungen wird mit einer Reihe von Gemischkonzentrationen wiederholt und die Variation des Spalts g_0 und g_{100} wird erhalten. Das zünddurchschlagfähigste Gemisch ist dasjenige, bei dem diese Werte ein Minimum ergeben.

6.4.3 Bestätigungsprüfungen

Die Ergebnisse werden durch Wiederholungsprüfungen mit 10 Zündversuchen bei jedem Schritt der Spalteinstellung bei unterschiedlichen Konzentrationen oberhalb und unterhalb des ermittelten Gemischs in der vorausgehenden Reihe bestätigt. Anschließend werden die Mindestwerte von g_0 und g_{100} bestimmt.

6.4.4 Reproduzierbarkeit der experimentellen Grenzspaltweite (MESG)

Die höchste akzeptable Differenz zwischen den aus verschiedenen Prüfreihe erhaltenen Werten $(g_0)_{\min}$ ist 0,04 mm.

Wenn alle Werte innerhalb dieses Bereichs liegen, wird der Tabellenwert gleich $(g_0)_{\min}$ sein, wenn $(g_{100})_{\min} - (g_0)_{\min}$ die kleinste Differenz ist. Bei den meisten Stoffen wird diese Differenz innerhalb einer Schrittweite der Spalteinstellung liegen, d. h. innerhalb von 0,02 mm.

Wenn die Differenz zwischen den bei verschiedenen Prüfreihe ermittelten Werten $(g_0)_{\min}$ 0,04 mm überschreitet, sollten die betreffenden Laboratorien ihre Prüfungen nach der Bestätigung, dass die Prüfeinrichtung in der Lage ist, den Tabellenwert für Wasserstoff zu reproduzieren, wiederholen.

6.4.5 Tabellenwerte

Die Werte der MESG, die Differenz $(g_{100})_{\min} - (g_0)_{\min}$ und das in 6.4.1 ermittelte zünddurchschlagfähigste Gemisch sind nachstehend in Anhang B tabellarisch aufgeführt.

Der Wert der MESG wird verwendet, um die Gruppe zu bestimmen. Der Wert $(g_{100})_{\min} - (g_0)_{\min}$ gibt die Genauigkeit des Tabellenwerts der MESG an.

6.5 Verifizierung des Bestimmungsverfahrens der MESG

Das Verifizierungsverfahren muss sowohl bei einer neuen Prüfeinrichtung als auch zum Überprüfen der Funktion vorhandener Geräte angewendet werden. Vorhandene Prüfeinrichtungen müssen mindestens alle 12 Monate, oder wenn Teile der Einrichtung ausgetauscht oder erneuert wurden, überprüft werden. Bei neuen Prüfeinrichtungen werden die Versuche nach den in 6.3 gegebenen Anweisungen mit allen Stoffen, die in Tabelle 2 aufgeführt sind, durchgeführt. Beim Auswechseln der Versuchskammer ist es im Allgemeinen ausreichend, diese Prüfungen mit Methan und Wasserstoff durchzuführen.

Die Verifizierung wird bestätigt, wenn die ermittelten Werte nicht mehr als $\pm 0,02$ mm von den in Tabelle 2 genannten Werten abweichen. Diese Werte sind für eine Umgebungstemperatur von (20 ± 2) °C und einen Umgebungsdruck von (100 ± 2) kPa gültig.

Wenn die mit der Prüfeinrichtung erhaltenen Ergebnisse den Anforderungen der Verifizierung entsprechen, ist diese Tatsache in einem fortlaufenden Bericht aufzuzeichnen.

Tabelle 2 — Werte zur Verifizierung der Prüfeinrichtung

Brennbarer Stoff	Konzentrationsbereich	MESG	Reinheit des Stoffes
	Vol. %	mm	
Methan	8,0 – 10,0	1,16	5,5
Propan	3,5 – 4,5	0,90	2,5
Wasserstoff	29,0 – 31,0	0,30	5,0

Wenn die erhaltenen Ergebnisse den Anforderungen der Verifizierung der Prüfeinrichtung nicht entsprechen, ist die Prüfeinrichtung zu überprüfen, besonders die Planparallelität der beiden Flächen des inneren Volumens. Der parallele Versatz der Flächen muss bei Abständen zwischen 0,3 mm und 1,5 mm weniger als 0,01 mm betragen. Gegebenenfalls ist die Verifizierung zu wiederholen.

7 Verfahren zur Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur (AIT)

7.1 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Ein bekanntes Volumen des zu untersuchenden Stoffes wird in einen aufgeheizten, mit Luft gefüllten offenen 200-ml-Erlenmeyerkolben injiziert. Der Inhalt des Glaskolbens wird beobachtet, bis es zu einer Zündung kommt. Die Prüfung wird mit unterschiedlichen Kolbentemperaturen und unterschiedlichen Probenvolumen wiederholt. Die niedrigste Temperatur des Kolbens, bei der eine Zündung auftritt, wird als Selbstentzündungstemperatur aufgezeichnet.

7.2 Heizeinrichtung

7.2.1 Allgemeines

In der Vergangenheit wurden zwei Heizeinrichtungen verwendet, die in A.1 beschriebene IEC-Heizeinrichtung und die in A.2 beschriebene DIN-Heizeinrichtung. Der Unterschied besteht darin, dass die IEC-Heizeinrichtung am Hals des Kolbens eine zusätzliche Heizeinrichtung besitzt. Normalerweise hat das keinen Einfluss auf die Prüfergebnisse. Das Prinzip der Prüfeinrichtung wird in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben. Es ist ebenfalls möglich, einen automatisierten Prüfaufbau zu verwenden.

Die Prüfeinrichtung besteht aus:

- einem Prüfgefäß;
- einer Stützvorrichtung für das Prüfgefäß;
- einem kalibrierten Messthermoelement;
- einer elektrischen Heißluftheizung;
- Dosiereinrichtungen zum Dosieren des brennbaren Stoffes;

- einem Spiegel zum Beobachten des Zündvorgangs;
- einem Zeitmessgerät;
- einer Ausrüstung für die Reinigung des Prüfgefäßes.

7.2.2 Prüfgefäß und Stützvorrichtung

Das Prüfgefäß muss ein 200-ml-Erlenmeyerkolben aus Borosilikatglas nach ISO 1773 sein. Es muss sichergestellt werden, dass die Innenfläche des Bodens eben ist. Für die Prüfungen ist ein sauberer Kolben zu verwenden.

Die Stütz- und Haltevorrichtung für den Erlenmeyerkolben muss sicherstellen, dass die Wärmeabfuhr über die Stütz- und Haltevorrichtung möglichst gering ist. Ist die Vorrichtung am Hals angebracht, muss sichergestellt sein, dass sie nicht mehr als (5 ± 2) mm von der Höhe des Erlenmeyerkolbenhalses (zum Beispiel siehe Anhang A) beansprucht.

ANMERKUNG 1 Wenn die besondere Notwendigkeit besteht, den Einfluss des Volumens auf die Selbstentzündungstemperatur genau zu kennen, dürfen zusätzliche Versuche in größeren (oder kleineren) Volumen der gleichen Form und dem gleichen Werkstoff durchgeführt werden. Daten aus der Literatur zeigen eine Abnahme der Selbstentzündungstemperatur mit zunehmendem Volumen, wobei zur gleichen Zeit die Zündverzugszeit zunimmt. Siehe Anhang D.

ANMERKUNG 2 Wenn die Selbstentzündungstemperatur der Untersuchungsprobe den Erweichungspunkt eines Borosilikatglaskolbens überschreitet, oder wenn die Untersuchungsprobe die Schädigung dieses Kolbens verursachen könnte, d. h. durch chemischen Angriff, darf ein Quarz- oder Metallkolben benutzt werden, sofern das im Prüfbericht angegeben wird.

7.2.3 Thermoelemente

Das Prüfgefäß muss mit mindestens einem kalibrierten Messthermoelement mit einem maximalen Durchmesser von 1,5 mm und mit einer Grenzabweichung von 1,5 K oder besser ausgestattet werden. Das/Die Thermoelement(e) muss/müssen im engen Kontakt mit der Außenfläche des Kolbens in einem Abstand von (25 ± 2) mm zur Unterseite des Kolbens angebracht werden (siehe Anhang A).

7.2.4 Heizeinrichtung

Die Heizeinrichtung muss so bemessen sein, dass sie auf gleichmäßige Weise das Prüfgefäß erwärmt. Sie muss so ausgelegt sein, dass

- 1) wenn die Heizeinrichtung mit einem gut schließenden Deckel bedeckt ist, und nachdem sie das jeweilige Temperaturgleichgewicht erreicht hat,
 - sich die Temperaturen an der Position des Messthermoelements und an der Position in der Mitte des Erlenmeyerkolbenbodens nicht mehr als 3 K über den gesamten Temperaturbereich unterscheiden und
 - sich die Temperatur, gemessen an der Position des Messthermoelements und die an der Position in Höhe der Hälfte des Erlenmeyerkolbens entlang der vertikalen Achse gemessene Temperatur nicht mehr als 15 K über den gesamten Temperaturbereich unterscheiden;
- 2) wenn die Heizeinrichtung mit dem mit Luft gefüllten Erlenmeyerkolben ausgestattet ist,
 - die mit dem Messthermoelement gemessene Temperatur über einen Zeitraum von 6 min nicht mehr als 2 K über den gesamten Temperaturbereich variiert.

Zu beachten ist, dass es keinen direkten Kontakt zwischen dem Prüfgefäß und den Innenwänden der Heizeinrichtung geben darf. Der Abstand zwischen den Innenwänden und dem Erlenmeyerkolben muss mindestens 4 mm betragen. Das Prüfgefäß muss so montiert werden, dass

- es vollständig in der Heizeinrichtung untergebracht ist, wohingegen die Heizeinrichtung den Erlenmeyerkolben um nicht mehr als 30 mm überlappen sollte;
- es gleichmäßig erwärmt wird;
- das Gemisch aus Luft und brennbarem Stoff, das innerhalb des Erlenmeyerkolbens durch die Einführung der Probe gebildet wird, nicht durch die Konvektion innerhalb der Heizeinrichtung, beeinflusst wird;
- es keine Möglichkeit gibt, dass das (explosionsfähige) Gemisch aus Luft und brennbarem Stoff, das sich im Innern des Erlenmeyerkolbens durch die Einführung der Probe bildet, in die Heizeinrichtung gelangt und
- es möglich ist, die brennbaren Stoffe zu dosieren und die Zündung zu beobachten.

Beispiele von für diesen Zweck geeigneten Heizeinrichtungen sind in Anhang A beschrieben,

7.2.5 Dosiereinrichtungen

Für flüssige Proben muss die Dosiereinrichtung (z. B. Pumpe, Pipette, Spritze) derart gestaltet sein, dass es möglich ist, Tröpfchen mit einem Volumen von (25 ± 10) µl zu dosieren. Diese Anforderung kann z. B. erfüllt werden mit:

- a) einer 0,25-ml- oder 1-ml-Injektionsspritze, ausgestattet mit einer Nadel aus nichtrostendem Stahl mit einem maximalen Bohrungsdurchmesser von 0,15 mm, und kalibriert in Einheiten von nicht mehr als 0,01 ml;
- b) einer kalibrierten 1-ml-Pipette, die es ermöglicht, 1 ml destilliertes Wasser bei Raumtemperatur in 35 Tropfen bis 40 Tropfen abzugeben.

Für gasförmige Proben muss die Dosiereinrichtung (z. B. Durchflussmesser, Pumpe, Spritze) derart gestaltet sein, dass es möglich ist, das Gas mit einer Grenzabweichung von 10 % mit einem Durchsatz von (25 ± 5) ml/s zu dosieren. Ein Füllröhrchen, das in das Prüfgefäß eingeführt werden kann, muss an der Dosiereinrichtung (beweglich) angeschlossen sein.

ANMERKUNG Bei gasförmigen Proben sollten Vorkehrungen gegen Flammenrückschlag getroffen werden. Ein Verfahren, das angewendet wurde, ist schematisch in Bild A.9 dargestellt.

7.2.6 Spiegel

Empfehlenswert ist, dass ein Spiegel in geeigneter Weise etwa 250 mm über dem Kolben angeordnet sein sollte, um bequem die Beobachtung des Kolbeninneren zu ermöglichen.

7.2.7 Zeitmessgerät

Zur Bestimmung der Zündverzugszeit muss ein Zeitmessgerät angewendet werden, das mindestens in Ein-Sekunden-Intervallen unterteilt ist.

7.2.8 Gerät zum Spülen des Prüfgefäßes mit Luft

Das Gerät (z. B. Pumpe, Luftblaspistole) muss die schnelle und vollständige Spülung des Prüfgefäßes durch Spülen mit sauberer, ölfreier Druckluft ermöglichen.

7.2.9 Automatisierte Einrichtungen

Wenn automatisierte Einrichtungen angewendet werden, müssen sie alle in den Abschnitten 7.2.2 bis 7.2.8 genannten Anforderungen erfüllen. Wenn die Überwachung der Zündung ebenfalls automatisiert ist, muss sichergestellt sein, dass sämtliche Arten von Flammen (auch die sehr blassen und die sehr kleinen Flammen) überwacht werden, beispielsweise durch ein Thermoelement und Fotodiode. Die zusätzliche visuelle Beobachtung der Zündung muss möglich sein.

7.3 Probenahme, Herstellung und Konservierung von Untersuchungsproben

7.3.1 Probenahme

Für die Probenahme von flüssigen oder gasförmigen Produkten werden die jeweiligen nationalen/Internationalen Normen verwendet.

ANMERKUNG Entsprechende Normen sind z. B. ISO 3170, ISO 3171, ISO 15528.

Die Proben dürfen nur entnommen oder in geeigneten Behältern aufbewahrt werden, die Zersetzung oder Verunreinigung der Proben verhindern. Bei flüssigen Gemischen darf der freie Dampfraum über der Probe 20 % des Behältervolumens nicht überschreiten.

Die Probe muss bei geeigneten Temperaturen gelagert werden, um jegliche Veränderung bei der Zusammensetzung zu vermeiden.

Wenn die Probe aus einem Gasgemisch besteht, das aus einem Behälter entnommen wird, in dem eine flüssige Phase enthalten ist, muss berücksichtigt werden, dass die Zusammensetzung des Gases und der flüssigen Phase unterschiedlich sein kann. Daher wird empfohlen, den zu untersuchenden Stoff aus der flüssigen Phase zu entnehmen.

7.3.2 Herstellung und Konservierung

Die notwendigen Komponenten für die Prüfung müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Luft: Die Luft muss frei von Öl sein.
- b) Synthetische Luft (Gemisch aus Sauerstoff und nur Stickstoff): Die Konzentration des Sauerstoffs muss in einem Bereich von 20,5 % bis 21,0 % liegen. Wenn synthetische Luft verwendet wird, so ist das im Prüfbericht anzugeben.
- c) Inertgas: Die Reinheit des Inertgases oder des Inertgasgemischs muss 99,8 % (Stoffmengenanteil) oder besser sein. Wenn ein Inertgasgemisch eingesetzt wird, muss die Zusammensetzung des Gemischs im Prüfbericht angegeben werden.
- d) Probe: Die Probe darf:
 - 1. eine Einzelprobe oder
 - 2. ein Stoffgemisch oder
 - 3. eine Verfahrenspröbe (bekannter oder unbekannter Zusammensetzung) sein.

Wenn ein einzelner Stoff oder ein Stoffgemisch verwendet wird, dann muss die Reinheit jedes einzelnen Stoffes 99,8 % (Stoffmengenanteil) oder besser sein. Im Falle eines Stoffgemischs oder einer Verfahrenspröbe bekannter Zusammensetzung muss die Präzision der Zusammensetzung im Prüfbericht angegeben werden. Im Falle einer Verfahrenspröbe unbekannter Zusammensetzung muss deren Herkunft bzw. die Verfahrenspröbe möglichst genau beschrieben werden (beispielsweise Verfahrensbedingungen, andere physikalische Eigenschaften oder Sicherheitskennwerte).

7.4 Durchführung

7.4.1 Allgemeines

Die Selbstentzündungstemperatur wird durch Variieren der Temperatur des Prüfgefäßes und der Probenmenge bestimmt.

Es muss vor jeder Prüfung sichergestellt sein, dass:

- das Prüfgefäß sauber, trocken, ohne Rückstände und sichtbare Veränderung der Innenfläche ist;
- das Prüfgefäß vor jeder Injektion der Probe vollständig mit Luft gespült ist;
- vor der Injektion der Probe die Temperatur des Prüfgefäßes die bestimmungsgemäße Temperatur aufweist, weil die Reinigung und Spülung die Temperatur verringern kann.

Wenn die Selbstentzündungstemperatur im Gemisch mit Luft/Inertgas zu bestimmen ist, wird das Prüfgefäß nach der Reinigung (mit Luft) mit einem Luft/Inertgas-Gemisch gespült, damit die Atmosphäre im Innern des Erlenmeyerkolbens vollständig ausgetauscht wird, oder das Prüfgefäß wird vor jeder Injektion mit dem Luft/Inertgas-Gemisch gereinigt.

7.4.2 Probeninjektion

7.4.2.1 Flüssige Proben

Beim Prüfen von Proben mit Siedepunkten bei oder nahe der Raumtemperatur ist darauf zu achten, dass die Temperatur des Systems zur Probeninjektion auf einen Wert aufrechterhalten wird, der sicherstellt, dass keine Zustandsänderung auftritt, bevor die Probe in den Prüfkolben eingebracht wird.

Das erforderliche Volumen der zu prüfenden Probe muss in Form von Tröpfchen (siehe 7.2.5) mit einer Durchflussmenge von 1 Tropfen bis 2 Tropfen je Sekunde in der Mitte des Kolbens eingebracht werden. Die Dosiereinrichtung muss dann schnell zurückgezogen werden. Zu beachten ist, dass die Benetzung der Wände des Kolbens während der Injektion vermieden wird.

7.4.2.2 Gasförmige Proben

Die Dosiereinrichtung und das angeschlossenen Füllröhrchen werden ausreichend (mindestens mit dem 10-fachen des Volumens) gespült und dann mit dem Gas gefüllt. Das Füllröhrchen wird in der Mitte des Kolbens so eingeführt, dass der Auslass des Röhrchens einen Abstand von (10 ± 2) mm nach unten hat. Das erforderliche Volumen muss dann mit einer Durchflussmenge von etwa 25 ml je Sekunde in den Prüfkolben in Anteilen von (10 ± 1) ml injiziert werden, wobei die Injektionsgeschwindigkeit möglichst konstant gehalten wird. Das Füllröhrchen muss dann schnell aus dem Kolben herausgezogen werden.

7.4.3 Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur (AIT)

7.4.3.1 Zündkriterium

Alle innerhalb von 5 min über den Spiegel oder der Photodiode nachgewiesenen Flammen gelten als Zündung.

Wenn ein Thermoelement(e) zum Nachweis einer Zündung zum Einsatz kommt(kommen), muss innerhalb von 5 min ein schneller Temperaturanstieg von mindestens 200 K mit einer Anstiegsrate von 10 K/s hervorgerufen werden.

ANMERKUNG Bei diesem Kriterium werden in der Regel heiße Flammen beobachtet. Auch wenn das sehr blasse Flammen sind (z. B. Wasserstoff, Methan), sind das heiße Flammen. Einige Stoffe oder Stoffgemische sind in der Lage, kühle Flammen zu bilden. Zu einem solchen Phänomen der Kalten Flamme siehe Anhang C.

7.4.3.2 Prüfverfahren

Die Abschnitte 7.4.3.3 bis 7.4.3.8 umfassen das Prüfverfahren zur Bestimmung der Selbstentzündungstemperatur und müssen angewendet werden.

7.4.3.3 Ausgangstemperatur

Ausgehend von 80 °C wird das Prüfgefäß mit einer Temperaturanstiegsrate von (5 ± 1) K/min erhitzt. Während des Aufheizens werden nach jeweils 20 K im Fall eines Gases (50 ± 5) ml oder im Fall einer Flüssigkeit 5 Tropfen injiziert, bis eine Zündung auftritt. Dabei muss das Prüfgefäß vor jeder erneuten Injektion vollständig mit Luft gespült werden. Die Temperatur des Prüfgefäßes, bei der diese Zündung erfolgt, ist die Ausgangstemperatur.

Die Ausgangstemperatur muss höher sein als die Selbstentzündungstemperatur.

7.4.3.4 Variation der Temperatur

Das Prüfgefäß wird auf die Ausgangstemperatur erhitzt. Im Fall eines Gases werden (50 ± 5) ml oder im Fall einer Flüssigkeit 5 Tropfen injiziert. Tritt innerhalb von 5 min eine Zündung auf, wird die Temperatur des Prüfgefäßes in Abständen von (5 ± 1) K abgesenkt, bis innerhalb von 5 min nach der Injektion der gleichen Menge einer Probe keine Zündung mehr erfolgt. Das Prüfgefäß muss vor jeder Injektion vollständig mit Luft gespült werden.

7.4.3.5 Variation der Menge

Bei dieser Temperatur von 7.4.3.3, wo gerade keine Zündung mehr erfolgte, wird jeweils die eingeführte Menge der Probe [von (50 ± 5) ml im Falle eines Gases oder 5 Tropfen im Falle einer Flüssigkeit] stufenweise in Schritten von (10 ± 1) ml im Falle von Gasen oder (25 ± 10) µl im Falle von Flüssigkeiten in beiden Richtungen variiert, bis eine Zündung erfolgt oder bis sichergestellt ist, dass bei dieser Temperatur mit einer beliebigen Menge der Probe keine Zündung mehr auftreten wird. Das Prüfgefäß muss vor jeder Injektion vollständig mit Luft gespült werden.

7.4.3.6 Zweite Variation der Temperatur

Es wird die in 7.4.3.3 festgestellte Temperatur und die in 7.4.3.4 festgestellte Menge gewählt, bei der eine Zündung erfolgte. Die Temperatur des Prüfgefäßes wird in Intervallen von (2 ± 1) K abgesenkt, bis innerhalb von 5 min keine Zündung mehr erfolgt, nachdem jedes Mal die gleiche Menge an Stoff, wie in 7.4.3.4 festgestellt, eingeführt wurde.

7.4.3.7 Zweite Variation der Menge

Bei der Temperatur von 7.4.3.5 wird die eingesetzte Menge der Probe (bzw. beginnend mit der Menge von 7.4.3.4 oder bei wiederholten Prüfungen mit 7.4.3.6) stufenweise in beiden Richtungen in Schritten von (10 ± 1) ml im Falle von Gasen oder (25 ± 10) µl im Falle von Flüssigkeiten variiert, bis eine Zündung auftritt oder bis sichergestellt ist, dass bei dieser Temperatur mit einer beliebigen Menge der Probe keine Zündung auftreten wird. Das Prüfgefäß muss vor jeder Injektion vollständig mit Luft gespült werden.

7.4.3.8 Wiederholung von Prüfungen

7.4.3.5 und 7.4.3.6 werden wiederholt, bis eine Temperatur festgestellt wird, bei der keine Zündung erfolgt, unabhängig davon, wie groß die Menge des Stoffes sein wird.

ANMERKUNG Bei brennbaren Flüssigkeiten, die wie festgestellt, einen Siedebeginn deutlich oberhalb der Zündtemperatur haben, kann eine zusätzliche Injektion von Luft, nachdem die brennbare Flüssigkeit dosiert wurde, die Zündtemperatur deutlich absenken (F. Gutte: Erdöl, Erdgas, Kohle: 111 1995, 203-207). Unter Berücksichtigung dieser Tatsache werden (30 ± 10) ml Luft mit hoher Geschwindigkeit eingeführt, um die Dampfschicht der brennbaren Flüssigkeit zu durchmischen, die in solchen Fällen am Boden des Prüfgefäßes gebildet wird.

Die niedrigste Temperatur des Prüfgefäßes, bei der eine Zündung auftrat (unabhängig von der eingeführten Menge an Probe) und die entsprechende Zündverzugszeit werden aufgezeichnet.

Die letzte Wiederholungsrunde muss zweimal wiederholt werden.

7.5 Selbstentzündungstemperatur (AIT)

Die niedrigste Temperatur, bei der die Selbstentzündung bei den in 7.4.3.8 beschriebenen Prüfungen erfolgt, abzüglich 3 % und auf das nächste 1 °C gerundet, wird als Selbstentzündungstemperatur aufgezeichnet, vorausgesetzt, die Ergebnisse erfüllen die Anforderungen an die Gültigkeit nach 7.6. Die entsprechende Verzugszeit der Selbstentzündung und der Luftdruck sind aufzuzeichnen.

7.6 Validierung der Ergebnisse

7.6.1 Wiederholpräzision

Die Ergebnisse von wiederholten Prüfungen an reinen Stoffen, durchgeführt von demselben Prüfer und mit derselben Ausrüstung, müssen als auffällig angesehen werden, wenn sie um mehr als ± 1 % vom Mittelwert abweichen.

7.6.2 Vergleichspräzision

Die Ergebnisse von wiederholten Prüfungen an reinen Stoffen, durchgeführt in verschiedenen Laboratorien, müssen als auffällig angesehen werden, wenn sie um mehr als ± 3 % vom Mittelwert abweichen.

ANMERKUNG Bei Stoffen, bei denen die Möglichkeit besteht, die Oberfläche des Kolbens während der Prüfung zu verändern, können die Werte für die Wiederholpräzision und größer als die obenstehend angegebenen sein.

7.7 Daten

Ein Prüfbericht muss die Identifizierung der Probe (Name, Reinheit, Herkunft und/oder Beschreibung im Falle von Gemischen oder Verfahrensproben), Identifizierung des Oxidationsmittels (atmosphärische oder synthetische Luft, Zusammensetzung, Reinheit und Menge von zugesetzten Inertgasen), Prüfbedingungen (Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck), ob automatisierter Prüfaufbau angewendet wird oder nicht, Art der eingesetzten Heizeinrichtung, Ergebnisse (Selbstentzündungstemperatur und Selbstentzündungsverzugszeit; Menge der Probe, bei der die AIT vorkommt) enthalten.

7.8 Verifizierung des Bestimmungsverfahrens der Selbstentzündungstemperatur

Das Verifizierungsverfahren muss sowohl bei einer neuen Prüfeinrichtung als auch zur Leistungsüberprüfung vorhandener Prüfeinrichtungen angewendet werden. Vorhandene Prüfeinrichtungen sind zumindest alle 12 Monate zu überprüfen oder wenn Teile der Prüfeinrichtung ausgetauscht oder erneuert wurden. Bei einer neuen Prüfeinrichtung werden die Untersuchungen nach den Anweisungen in 7.3 von der vorliegenden Norm mit allen Stoffen durchgeführt, die in Tabelle 3 aufgeführt sind, beginnend mit einer vorgegebenen Anfangstemperatur. Beim Auswechseln des Prüfgefäßes ist es im Allgemeinen ausreichend, diese Prüfungen mit nur einem Stoff entsprechend dem zu erwartenden Temperaturbereich durchzuführen. Die Reinheit der Stoffe Ethylen und Aceton, angegeben in Molanteil, muss 99,8 % oder besser sein, die von *n*-Heptan muss 99,3 % oder besser sein.

Die in Tabelle 3 angegebenen Werte sind die jeweiligen Mittelwerte der niedrigsten bei Ringversuchen erreichten Temperaturen.

Die Verifizierung wird bestätigt, wenn die für die niedrigste Temperatur erhaltenen Werte für die Zündung um nicht mehr als ± 3 % von den in Tabelle 3 angegebenen Werten abweichen. Die Werte gelten für eine Umgebungstemperatur von (20 ± 2) °C und einem Umgebungsdruck von (100 ± 2) kPa.

Tabelle 3 — Werte zur Verifizierung der Prüfeinrichtung

Brennbarer Stoff	Anfangstemperatur C°	Gemessene niedrigste Zündtemperatur C°
Aceton	560	528
Ethylen	455	436
<i>n</i> -Heptan	240	221

Wenn die mit der Prüfeinrichtung erzielten Ergebnisse der geforderten Verifizierungsleistung entsprechen, wird diese Tatsache in einem fortlaufenden Bericht protokolliert.

Wenn die mit der Prüfeinrichtung erzielten Ergebnisse nicht der geforderten Verifizierungsleistung entsprechen, werden das Prüfgefäß und die Heißluftheizung überprüft. Gegebenenfalls wird das Prüfgefäß ausgetauscht und die Verifizierung wiederholt.

Anhang A (normativ)

Heizeinrichtungen für die Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Zündtemperatur

Heizeinrichtungen, die entsprechend den nachstehend in A.1 und A.2 festgelegten Anforderungen konstruiert sind, eignen sich für die Prüfungen nach Abschnitt 7.

A.1 „IEC-Heizeinrichtung“

Die „IEC-Heizeinrichtung“ ist schematisch in den Bildern A.1 bis A.5 dargestellt.

ANMERKUNG 1 In der Vergangenheit bestand sie aus einem hitzebeständigen Zylinder mit einem Innendurchmesser von 127 mm und einer Höhe von 127 mm, gleichmäßig umlaufend mit einem elektrischen Heizdraht von 1 200 W über die gesamte Höhe umwickelt; einem geeigneten hitzebeständigen Isolierstoff und Aufnahmegehäuse; einem Abdeckring und einem Führungsring für den Glaskolben, ebenfalls aus hitzebeständigem Material gefertigt; jeweils eine Heizeinrichtung von 300 W für den Kolbenhalsbereich und den Bodenbereich.

Verwendet werden drei Thermoelemente, die 25 mm und 50 mm unter der Unterkante der Heizeinrichtung für den Bereich des Kolbenhalses und unter dem Bodenbereich des Glaskolbens in der Nähe des Kolbenmittelpunkts angebracht sind.

A.2 „DIN-Heizeinrichtung“

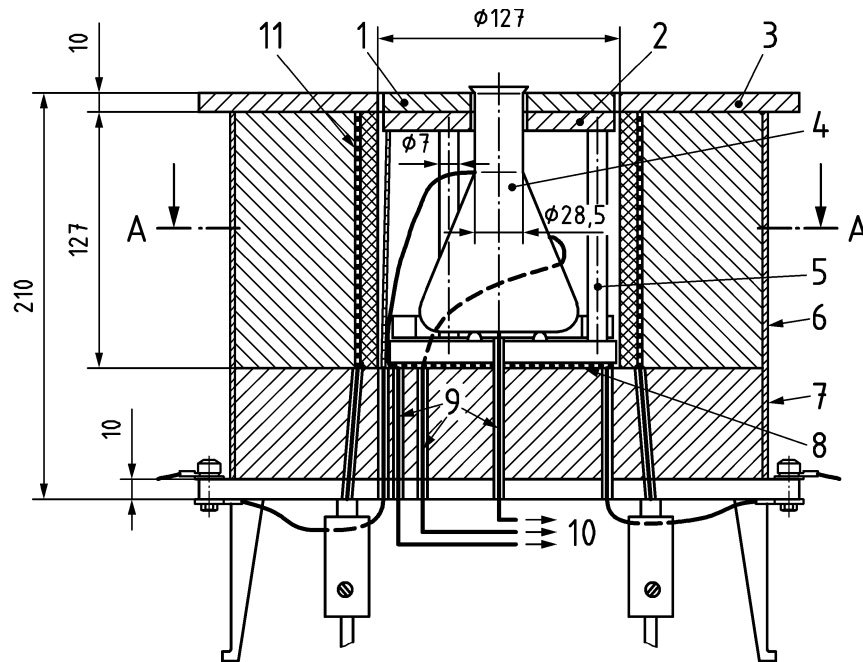
Die „DIN-Heizeinrichtung“ ist schematisch in den Bildern A.6 bis A.8 dargestellt. Sie besteht aus einer Widerstandsheizeinrichtung von ungefähr 1 300 W mit einem maximalen Heizstrom von 6 A.

ANMERKUNG 2 Der Heizdraht mit einem Durchmesser von 1,2 mm, einer Länge von 35,8 m, bestehend aus einer (Cr Al 30 5)-Legierung, ist umlaufend über die gesamte Höhe eines Keramikzylinders mit einem Windungsabstand von 1,2 mm umwickelt. Die Heizeinrichtung ist mit Hochtemperaturkitt befestigt und von einer thermisch isolierenden 20 mm dicken Schicht aus Aluminiumoxidpulver umschlossen. Im Keramikzylinder ist ein Zylinder aus nichtrostendem Stahl mit dem kleinstmöglichen Abstand eingelassen. Der Deckel, der die gesamte Heizeinrichtung bedeckt, besteht ebenfalls aus nichtrostendem Stahl und hält den Glaskolben im Innern der Heizeinrichtung. Für diesen Zweck besteht der Deckel aus einer oberen Scheibe, einem geteilten isolierenden Dichtungsring und einer geteilten unteren Scheibe. Der Hals des Glaskolbens ist in den Deckel mit einem wärmeisolierenden Dichtungsring montiert und wird von den Segmenten der geteilten Dichtung und der unteren Scheibe gehalten, die gegen den Hals des Glaskolbens gedrückt und mit zwei Ringmuttern an der oberen Scheibe befestigt wird.

Die Heizeinrichtung kann unter Anwendung von geeigneten Mitteln zur Spannungsregelung mit Wechselstrom oder Gleichstrom betrieben werden. Der maximale Heizstrom von etwa 6 A sollte angewendet werden, um die geforderte Temperatur für die Vorprüfungen zu erreichen. Wenn eine automatische Temperaturregelung angewendet wird, sollten die Heiz- und Abkühlphasen gleich lang sein, und möglichst sollte nur der Heizstrom geregelt werden.

Thermoelemente zur Messung werden auf der äußeren Oberfläche der Glaskolbenwand angebracht, (25 ± 2) mm oberhalb von dessen Bodenbereich und in der Mitte auf der Unterseite des Bodenbereichs.

Maße in Millimeter

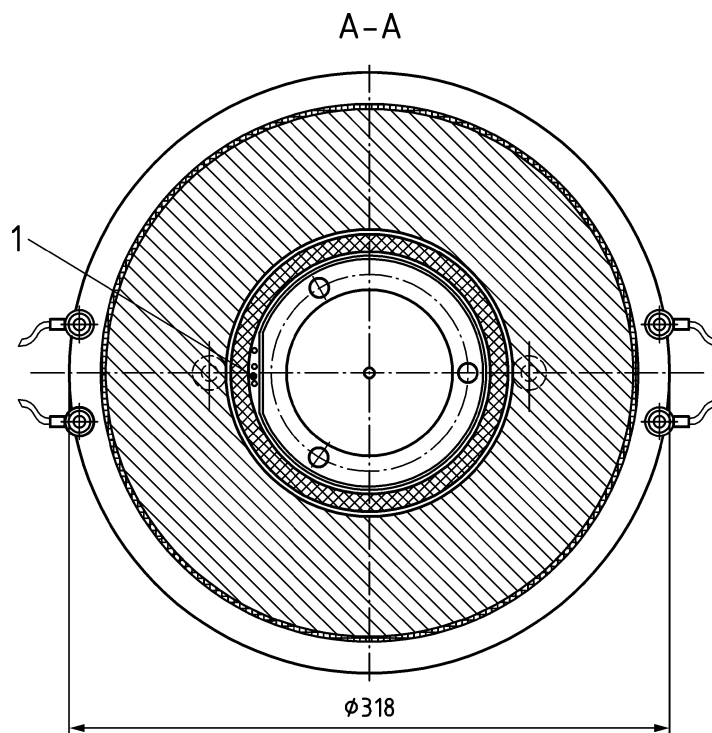


Legende

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Abdeckring |
| 2 | Heizung für den Kolbenhals |
| 3 | Tafel aus hitzebeständigem Material |
| 4 | 200-ml-Erlenmeyerkolben |
| 5 | Keramische Abstützung |
| 6 | Aufnahmegehäuse (Haltezylinder) |
| 7 | Elektrischer Tiegelofen |
| 8 | Base heater Bodenheizung |
| 9 | Thermocouples Thermoelemente |
| 10 | Zu den Potentiometern |
| 11 | Hauptheizung |

Bild A.1 — Aufbau der Prüfeinrichtung

Maße in Millimeter

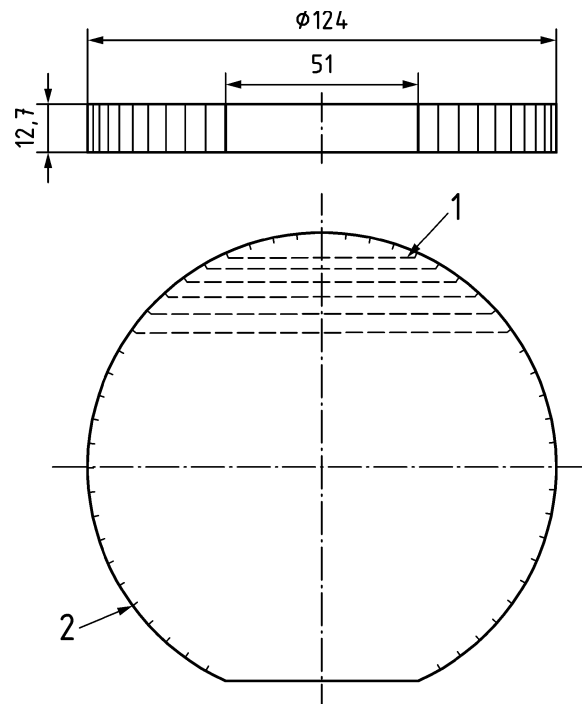


Legende

- 1 Durchführungsbereich für Verdrahtung und Thermoelemente

Bild A.2 — Schnitt A-A: (Kolben weggelassen)

Maße in Millimeter

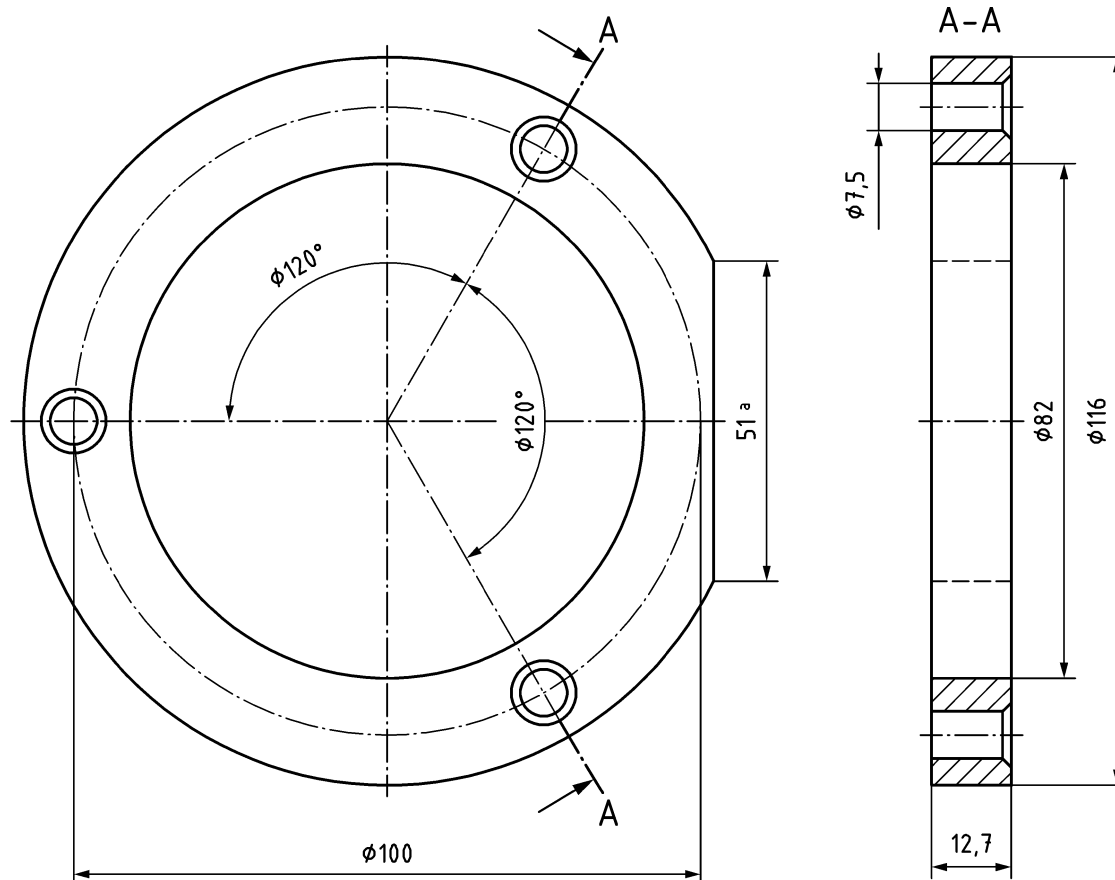


Legende

- 1 Gestrichelte Linien zeigen die Ausführungsweise der Verdrahtung
2 Rillen geschnitten, Breite ungefähr 1,5 mm, Tiefe 1,5 mm auf dem äußeren Durchmesser der Scheibe.
Chrom-Nickel-Draht, Länge ungefähr 2,5 m, Durchmesser 0,4 mm

Bild A.3 — Bodenheizung (Tafel aus hitzebeständigem Material)

Maße in Millimeter

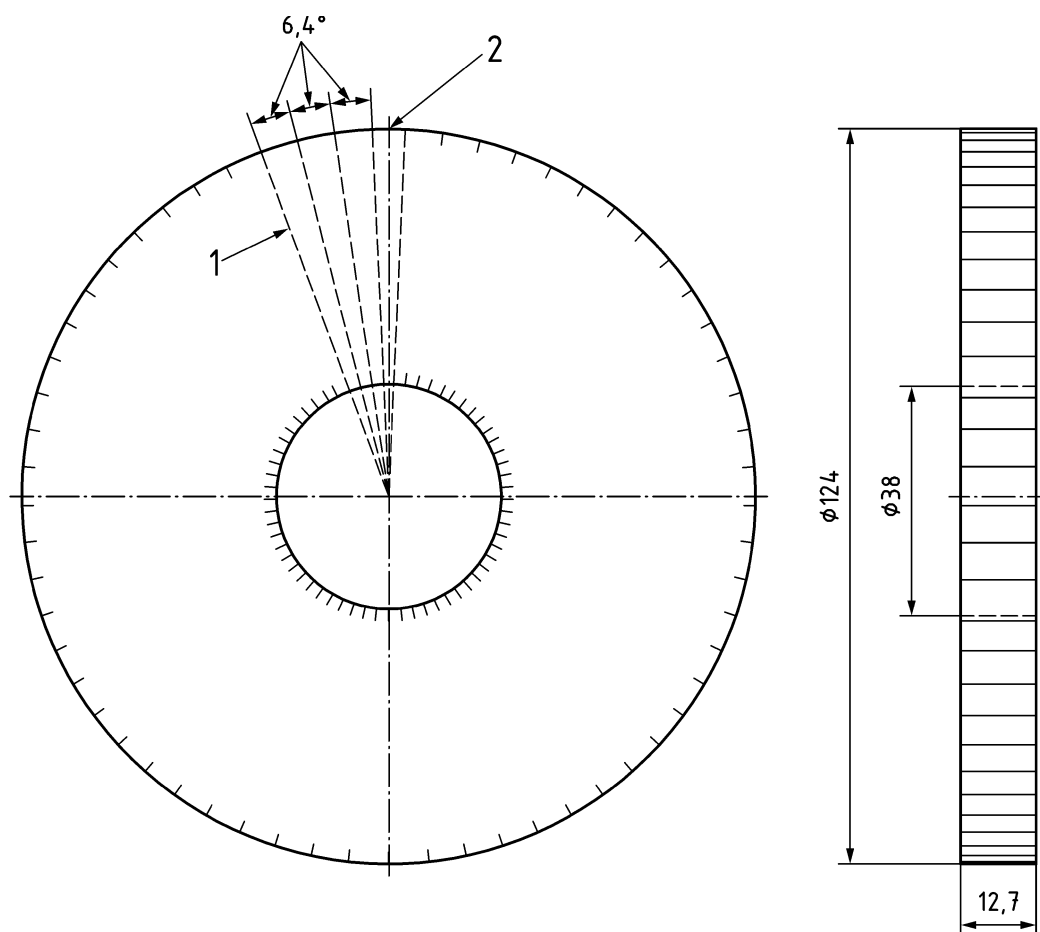


Legende

a Plat/Flat Abflachung

Bild A.4 — Führungsring des Kolbens (Tafel aus hitzebeständigem Material)

Maße in Millimeter



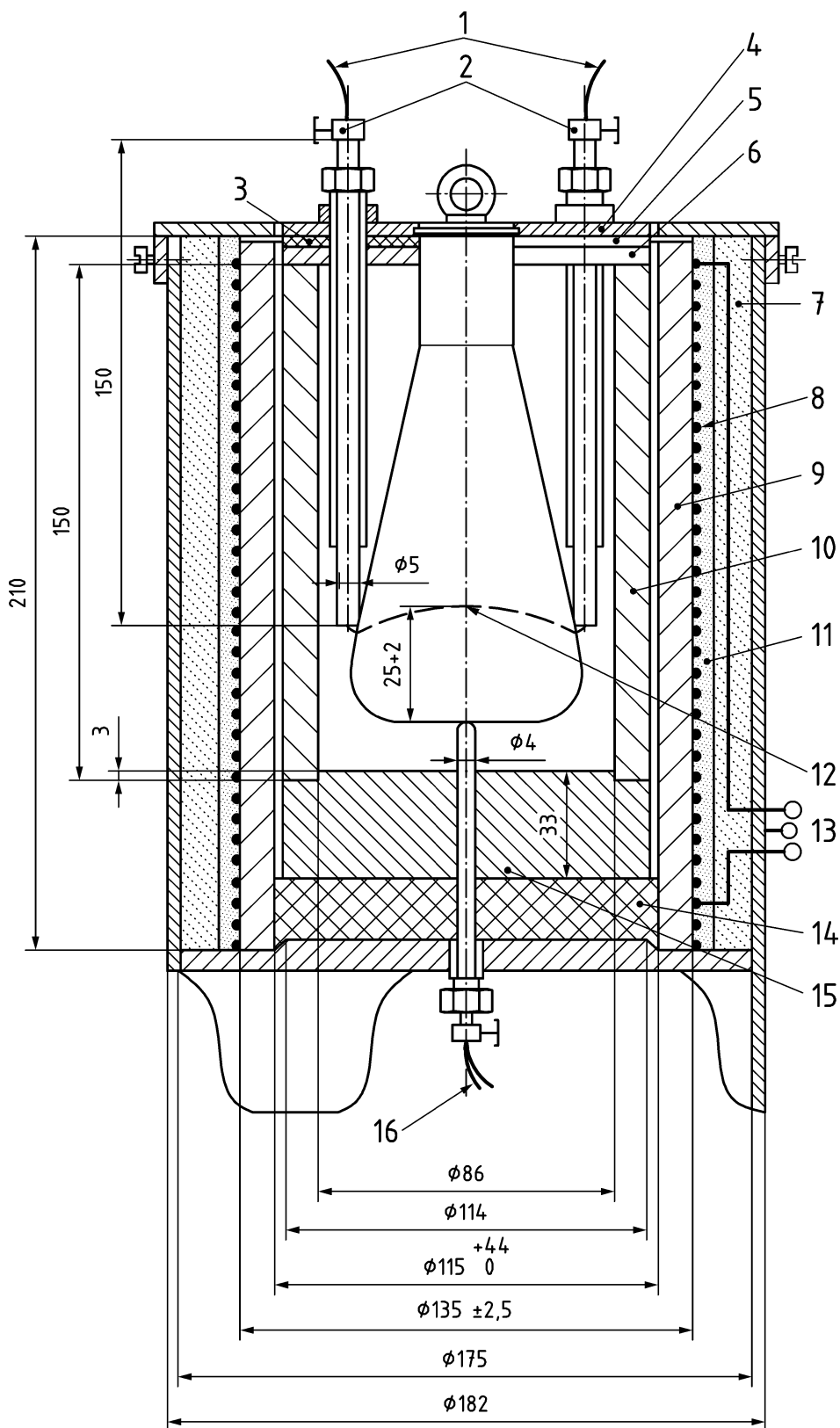
Gestrichelte Linien zeigen die Ausführungsweise der Verdrahtung

Rillen geschnitten, Breite ungefähr 1,5 mm, Tiefe 1,5 mm auf dem Außen- und Innendurchmesser des Rings.

Chrom-Nickel-Draht, Länge ungefähr 4,5 m, Durchmesser 0,4 mm

Bild A.5 — Kolbenhalsheizung (Tafel aus hitzebeständigem Material)

Maße in Millimeter



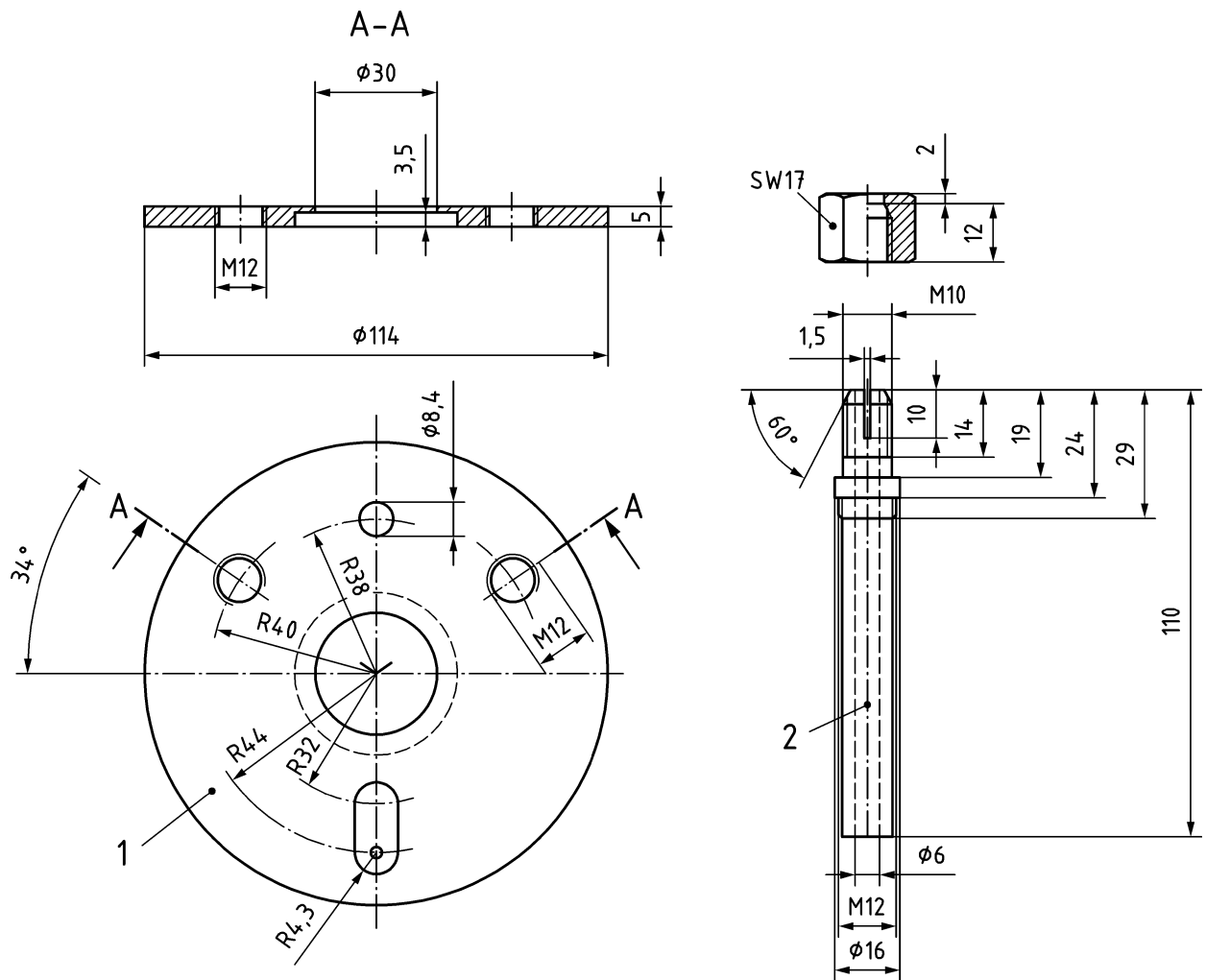
Legende

- | | | | | | |
|---|-------------------------|---|----------------|---|--------------------------|
| 1 | Thermoelemente | 2 | Klemmhülse(n) | 3 | Wärmeisolation |
| 4 | Oberer Teil des Deckels | 5 | Isolationsring | 6 | Unterer Teil des Deckels |

7	Wärmeisolierung	8	Heizung	9	Keramikrohr
10	Stahlzylinder	11	Hochtemperaturkitt	12	Messstellen
13	Heizungsanschluss 220 V	14	Isolierscheibe	15	Metallunterteil
16			Thermoelement		

Bild A.6 — Ofen

Maße in Millimeter

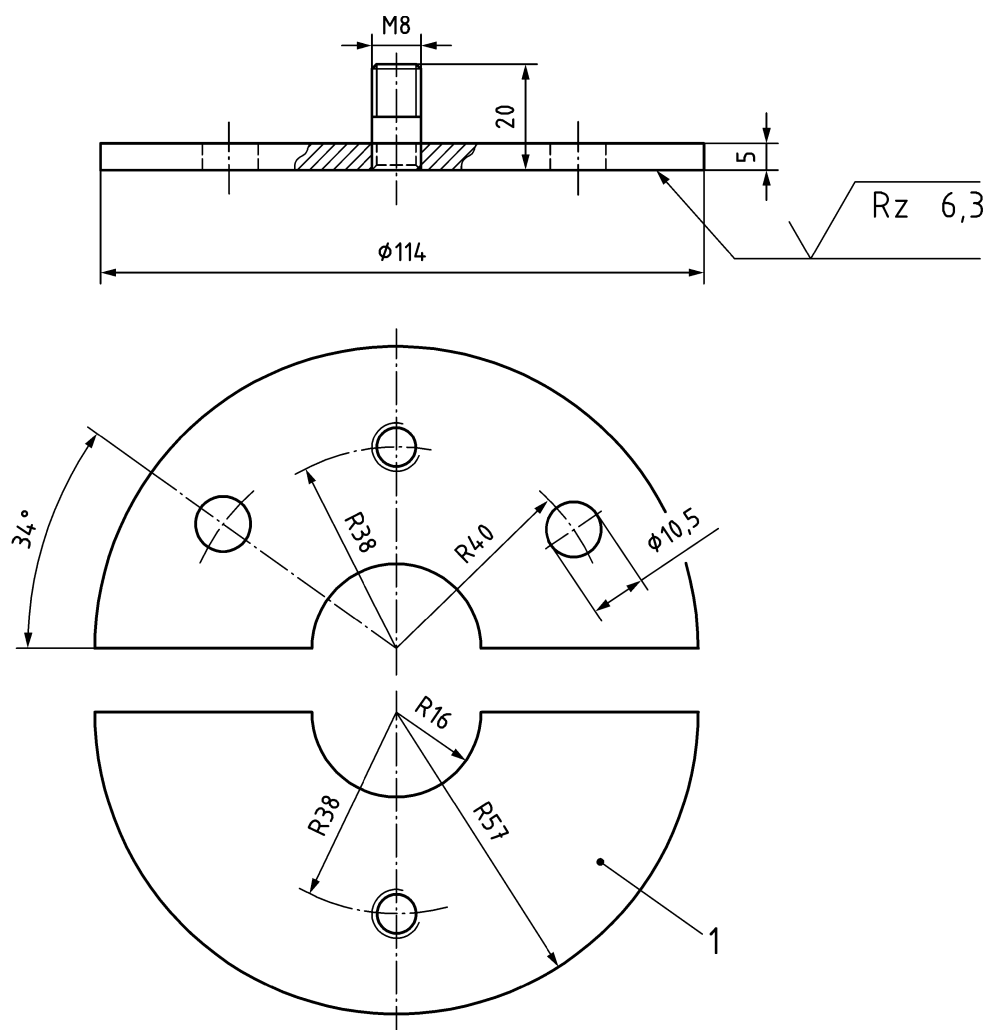


Legende

- 1 Oberer Teil des Deckels
- 2 Armatur für Thermoelement

Bild A.7 — Deckel des Stahlzylinders

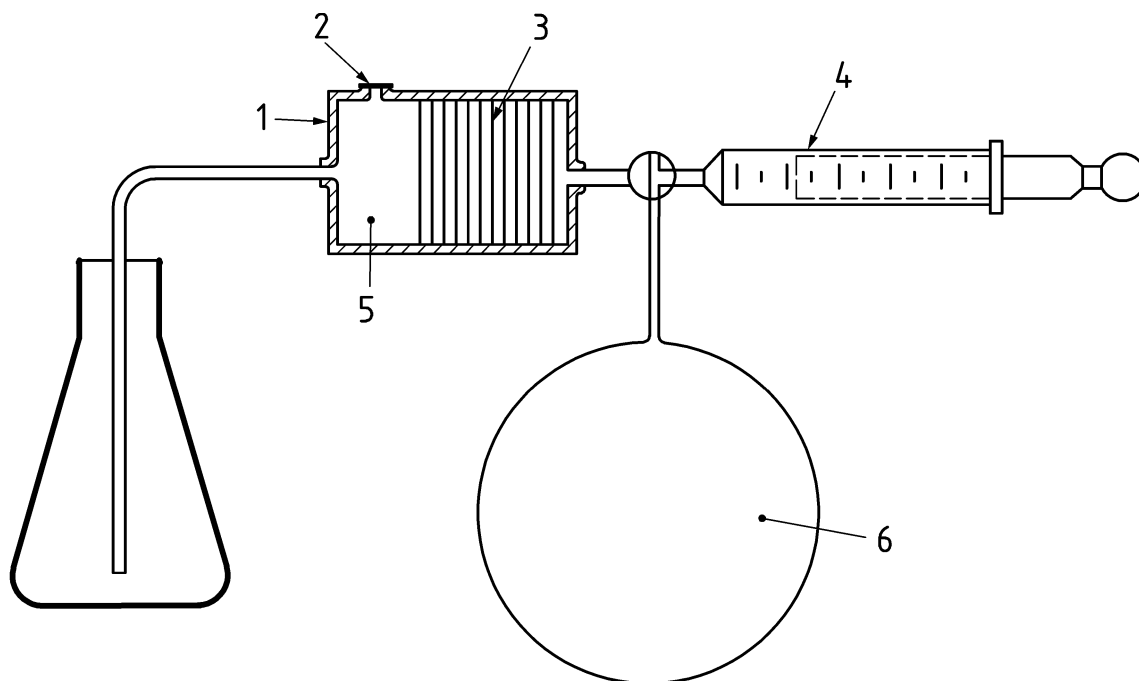
Maße in Millimeter



Legende

1 Unteres zweiteiliges Teil des Deckels

Bild A.8 — Deckel des Stahlzylinders



Legende

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 | Flammensperre |
| 2 | 1 mm dicke Kunststoffolie |
| 3 | Sinterglasscheiben, etwa 10 mm × 3 mm |
| 4 | Gasdichte Spritze |
| 5 | Gegenkammer |
| 6 | Aufblasbarer Gummispeicher |

Bild A.9 — Einbringung von gasförmigen Proben

Anhang B (informativ)

Tabellierte Werte

Die Klassifizierung in dieser Norm dient als Leitfaden für die Eingruppierung von Geräten, die für ein bestimmtes Gas-Luft-Gemisch oder Dampf-Luft-Gemisch zu verwenden sind, um die Gefahr einer Explosion durch eine Zündquelle zu vermeiden. Es sollte bedacht werden, dass einige der aufgelisteten Stoffe, z. B. Ethylnitrat, relativ instabil sind und zu spontaner Zersetzung neigen können.

Die folgende Liste von Gasen und Dämpfen in der Tabelle sollte nicht als umfassend angesehen werden.

Anwender der in dieser Norm vorgelegten Daten sollten sich darüber im Klaren sein, dass alle diese Daten das Ergebnis experimenteller Bestimmungen sind, die von der Variation der Versuchseinrichtungen und Prüfverfahren und der Genauigkeit der Messgeräte abhängig sind. Im Besonderen sind einige Daten bei Temperaturen oberhalb der Umgebungstemperatur bestimmt worden, damit der Dampf im Zündbereich liegt. Die Veränderung der Temperatur bei der Bestimmung ließe erwarten, dass das Ergebnis der Bestimmung beeinflusst wird; zum Beispiel: die unteren Explosionsgrenzen und die experimentelle Grenzspaltweite sinken mit zunehmender Temperatur und/oder zunehmendem Druck; die obere Explosionsgrenze steigt mit zunehmender Temperatur und/oder Druck an. Die Daten unterliegen einer ständigen Überarbeitung und es wird, wenn neuere Informationen erforderlich sind, die Verwendung einer gepflegten Datenbank ⁶⁾ empfohlen.

Die folgenden Werte sind tabellarisch aufgeführt:

- a) CAS-Nummer.
CAS: Chemical Abstract System;
- b) Bezeichnung (Deutsch)
(= Synonym)
Formel;
- c) relative Dichte (Luft = 1);
- d) Schmelzpunkt;
- e) Siedepunkt;
- f) Flammpunkt;
- g) Explosionsgrenzen;
- h) Zündtemperatur;
- i) das zündfähigste Gemisch;
- j) MESG;
- k) $g_{100} - g_0$;

6) Für Informationen über verfügbare Datenbanken siehe Literaturverzeichnis.

- l) MIC-Verhältnis;
- m) Temperaturklasse
- n) Gerätegruppe;
- o) Verfahrensweise der Klassifizierung;

Die Bedeutung der Buchstaben für jedes Gas ist folgende:

a = klassifiziert nach MESG-Bestimmung.

b = klassifiziert nach MIC-Verhältnis.

c = sowohl MESG als auch MIC-Verhältnis sind bestimmt worden.

d = klassifiziert nach Ähnlichkeit der chemischen Struktur (vorläufige Klassifizierung).

Die Bedeutung des Symbols „/“ ist, dass in bestimmten Fällen für einige Eigenschaften die Angabe eines Wertes, der auf physikalischen und chemischen Ursachen beruht, nicht möglich ist.

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
50-00-0	Formaldehyd (= Methanal) (= Methyl aldehyd) (= Methylenoxid) HCHO	1,03	-92	-6	60	7,0	73,0	88	920	424		0,57			T2	IIB	a
51-80-9	N,N,N',N'-Tetramethylmethan- diamin (CH ₃) ₂ NCH ₂ N(CH ₃) ₂	3,5	-140	84	<- 13	1,61		67		180		1,06			T4	IIA	a
57-14-7	1,1-Dimethylhydrazin (CH ₃) ₂ NNH ₂	2,07	-58	63	-18	2,4	20,0	60	490	240		0,85			T3	IIB	a
60-29-7	1,1'-Oxybisethan (= Diethylether) (= Diethyloxid) (= Ethylether) (= Ethyloxid) (= Ether) (CH ₃ CH ₂) ₂ O	2,55	-116	35	-45	1,7	39,2	50	1210	175	3,47	0,87	0,01	0,88	T4	IIB	a
62-53-3	Benzenamin (= Aminobenzen) (= Anilin) (= Phenylamin) C ₆ H ₅ NH ₂	3,22	-6	184	75	1,2	11,0	47	425	615					T1	IIA	d

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
64-17-5	Ethanol (= Alkohol) (= Ethylalkohol) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	1,59	-114	78	12	3,1	19,0 bei 60 °C 27,7 bei 100 °C	59	532 bei 100 °C	400	6,5	0,89	0,02	0,88	T2	IIB	c
64-17-5	Ethanol (= Alkohol) (= Ethylalkohol) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$											> 0,9 für ≥ 4 Vol. % Was- ser				IIA	
64-18-6	Ameisensäure (= Hydrocarbonsäure) (= Methansäure) HCOOH	1,60	8	101	42	18,0	57,0	344	1 090	525		1,86			T1	IIA	a
64-19-7	Essigsäure (= Ethansäure) (= Eisessig) CH_3COOH	2,07	17	118	39	4,0	19,9	100	497	510		1,76		2,67	T1	IIA	b
64-67-5	Schwefelsäurediethylester (= Diethylsulfat) $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{SO}_4$	5,31	-25	208	104					360		1,11			T2	IIA	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
67-56-1	Methanol (= Carbinol) (= Methylalkohol) <chem>CH3OH</chem>	1,11	-98	65	9	6,0	36,0 bei 60 °C 50,0 bei 100 °C	80	469 bei 60 °C 665 bei 100 °C	440	11,0	0,92	0,03	0,82	T2	IIA	c
67-63-0	2-Propanol (= Dimethylcarbinol) (= Isopropanol) (= Isopropylalkohol) (= Propan-2-ol) <chem>(CH3)2CHOH</chem>	2,07	-88	83	12	2,0	12,7	50	320	399		1,00			T2	IIA	a
67-64-1	2-Propanon (= Aceton) (= Dimethylketon) <chem>(CH3)2CO</chem>	2,00	-95	56	<- 20	2,5	14,3 bei 100 °C	60	345 bei 100 °C	528	5,9	1,01		1,00	T1	IIA	c
68-12-2	N,N-Dimethylformamid (= Dimethylformamid) <chem>HCON(CH3)2</chem>	2,51	-61	153	58	1,8	16,0	55	486	440		1,08			T2	IIA	d
71-23-8	1-Propanol (= Propan-1-ol) (= n-Propylalkohol) <chem>CH3CH2CH2OH</chem>	2,07	-126	97	15	2,1	17,5	52	353	385		0,89			T2	IIB	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
71-36-3	1-Butanol (= <i>n</i> -Butylalkohol) (= <i>n</i> -Butanol) (= Butylalkohol) (= 1-Hydroxybutan) (= <i>n</i> -Propylcarbinol) (= Butan-1-ol) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$	2,55	-89	118	35	1,4	12,0	43	369	343	115 mg/l	0,91			T2	IIA	a
71-41-0	1-Pentanol (= <i>n</i> -Amylalkohol) (= <i>n</i> -Butylcarbinol) (= Pentan-1-ol) (= <i>n</i> -Pentylalkohol) (= <i>n</i> -Pentanol) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	3,03	-78	138	42	1,06	10,5	39	384	320	100 mg/l	0,99			T2	IIA	a
71-43-2	Benzen (= Phenylhydrid) C_6H_6	2,70	6	80	-11	1,2	8,6	39	280	498		0,99		1,00	T1	IIA	c
74-82-8	Methan (siehe 5.2.4) CH_4		-182	-162	Gas	4,4	17,0	29	113	600		1,12		1,00	T1	IIA	a
	Methan (Grubengas, siehe 5.2.4) CH_4	0,55			Gas	4,4	17,0	29	113	595	8,2	1,14	0,11		T1	I	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
74-84-0	Ethan CH_3CH_3	1,04	-183	-86	Gas	2,4	15,5	30	194	515	5,9	0,91	0,02	0,82	T1	IIA	c
74-85-1	Ethen (= Ethylen) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$	0,97	-169	-104	Gas	2,3	36,0	26	423	440	6,5	0,65	0,02	0,53	T2	IIB	a
74-86-2	Ethin (=Acetylen) (= Ethyn) $\text{CH}\equiv\text{CH}$	0,90			Gas	2,3	100	24	1 092	305	8,5	0,37	0,01	0,28	T2	IIC	c
74-87-3	Methylchlorid (= Chlormethan) (= Monochlormethan) CH_3Cl	1,78		-24	Gas	7,6	19,0	160	410	625		1,00			T1	IIA	a
74-89-5	Methylamine (= Aminomethan) (= Carbinamin) CH_3NH_2	1,00	-92	-6	Gas	4,2	20,7	55	270	430		1,10			T2	IIA	a
74-90-8	Cyanwasserstoffsäure (= Cyanwasserstoff) (= Ameisensäurenitril) (= Blausäure) (= Cyanwasserstoff) (= Blausäure) HCN	0,90	-13	26	<- 20	5,4	46,0	60	520	538	18,4	0,80	0,02		T1	IIB	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
74-93-1	Methanthiol (= Mercaptomethan) (= Methylmercaptan) (= Methylsulfhydrat) CH_3SH	1,60	-126	6	Gas	4,1	21,0	80	420	340		1,15			T2	IIA	a
74-96-4	Bromethan (= Ethylbromid) (= Monobromethan) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	3,75	-119	38		6,7	11,3	306	517	511					T1	IIA	d
74-98-6	Propan (= Dimethylmethan) (= Propylhydrid) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	1,56	-188	-42	Gas	1,7	10,9	31	200	445	4,2	0,92	0,03	0,82	T2	IIA	c
74-99-7	Propin (= Allylen) (= Methylacetylen) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$	1,38	-103	-23	Gas	1,7	16,8	28	280	340					T2	IIB	d
75-00-3	Chlorethan (= Ethylchlorid) (= Chlorwasserstoffether) (= Monochlorethan) (= Muriatic Ether) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	2,22	-139	12	Gas	3,6	15,4	95	413	510					T1	IIA	d

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
75-01-4	Chloroethen (= Vinylchlorid) (= Chlorethylen) $\text{CH}_3=\text{CHCl}$	2,15	-160	-14	Gas	3,6	33,0	94	610	415	7,3	0,99	0,04		T2	IIA	a
75-04-7	Ethylamin (= Aminoethan) (= Monoethylamin) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	1,50	-92	7	Gas	3,5	14,0	66	262	385		1,20			T2	IIA	a
75-05-8	Acetonitril (= Cyanomethan) (= Ethylnitril) (= Methylcyanid) CH_3CN	1,42	-45	82	2	3,0	16,0	51	275	523	7,2	1,50	0,05		T1	IIA	a
75-07-0	Ethanal (= Acetaldehyd) (= Acetaldehyd) (= Ethylaldehyd) CH_3CHO	1,52	-123	20	-38	4,0	60,0	74	1108	155		0,92		0,98	T4	IIA	a
75-08-1	Ethanethiol (= Ethylmercaptan) (= Ethylsulfhydrat) (= Mercaptoethan) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$	2,11	-148	35	-48	2,8	18,0	73	468	295		0,90		0,9	T3	IIA	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
75-15-0	Kohlenstoffdisulfid CS ₂	2,64	-112	46	-30	0,6	60,0	19	1900	90	8,5	0,34	0,02	0,39	T6	IIC	c
75-19-4	Cyclopropan (= Trimethylen) CH ₂ CH ₂ CH ₂	1,45	-128	-33	Gas	2,4	10,4	42	183	500		0,91		0,84	T1	IIA	a
75-21-8	Oxiran (= Ethylenoxid) (= Epoxyethan) CH ₂ CH ₂ O	1,52	-123	20	Gas	2,6	100	47	1848	429	~8	0,59	0,02	0,47	T2	IIB	a
75-28-5	2-Methylpropan (= Isobutan) (CH ₃) ₂ CHCH ₃	2,00	-159	-12	Gas	1,3	9,8	31	236	460		0,95			T1	IIA	a
75-29-6	2-Chlorpropan (CH ₃) ₂ CHCl	2,70	-117	35	<-20	2,8	10,7	92	350	590		1,32			T1	IIA	a
75-31-0	2-Propanamin (= iso-Propylamin) (= 2-Aminopropan) (= 1-Methylethylamin) (CH ₃) ₂ CHNH ₂	2,03	-101	32	<-24	2,3	8,6	55	208	340		1,05			T2	IIA	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
75-34-3	1,1-Dichlorethan (= asymmetrisches Dichlorethan) (= Ethylidenchlorid) (= 1,1-Ethylidendichlorid) CH_3CHCl_2	3,42	-98	57	-10	5,6	16,0	230	660	439		1,82			T2	IIA	a
75-35-4	1,1-Dichlorethen (= Vinylidenchlorid) $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$	3,40	-122	32	-18	6,5	16,0	260	645	530	10,5	3,91	0,08		T1	IIA	a
75-36-5	Acetylchlorid CH_3COCl	2,70	-112	51	-4	5,0	19,0	157	620	390					T2	IIA	d
75-38-7	1,1-Difluorethen (= Vinylidenfluorid) (= Vinylidendifluorid) $\text{CH}_2=\text{CF}_2$	2,21	-144	-86	Gas	3,9	25,1	102	665	380		1,10			T2	IIA	a
75-50-3	Trimethylamin $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	2,04	-117	3	Gas	2,0	12,0	50	297	190		1,05			T4	IIA	a
75-52-5	Nitromethan (= Nitrocarbol) CH_3NO_2	2,11	-29	101	35	7,3	63,0	187	1613	414		1,17		0,92	T2	IIA	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
75-56-9	2-Methyloxiran (= 1,2-Epoxypropan) (= Propylenoxid) <chem>CH3CHCH2O</chem>	2,00	-112	34	-37	1,9	37,0	49	901	430	4,55	0,70	0,03		T2	IIB	c
75-83-2	2,2-Dimethylbutan (= Neohexan) <chem>(CH3)3CCH2CH3</chem>	2,97	-100	50	-48	1,0	7,0	36	260	405					T2	IIA	d
75-85-4	2-Methylbutan-2-ol <chem>CH3CH2C(OH)(CH3)2</chem>	3,03	-8	102	18	1,4	10,2	50	374	392		1,10			T2	IIA	a
75-86-5	2-Hydroxy-2-methyl-propionitril (= Cyanhydrin-2-propanon) (= 2-Cyano-2-propanol) (= alpha-Hydroxyisobutyronitril) (= Acetoncyanhydrin) (= 2-Methylactonitril) <chem>CH3C(OH)CNCH3</chem>	2,90	-20	82	74	2,2	12,0	78	424	543					T1		
75-89-8	2,2,2-Trifluoroethanol (= 2,2,2-Trifluoroethylalkohol) <chem>CF3CH2OH</chem>	3,45	-44	77	30	8,4	28,8	350	1 195	463		3,00			T1	IIA	a
76-37-9	2,2,3,3-Tetrafluoropropan-1-ol <chem>HCF2CF2CH2OH</chem>	4,55	-15	109	43					437		1,90			T2	IIA	a

CAS-Nr.	Name Formel	Relative Dichte (Luft = 1)	Schmelzpunkt [°C]	Siedepunkt [°C]	Flammpunkt [°C]	Untere Zündgrenze [Vol. %]	Obere Zündgrenze [Vol. %]	Untere Zündgrenze [g/m³]	Obere Zündgrenze [g/m³]	Selbstentzündungs- temperatur [°C]	Zündfähigstes Gemisch [Vol. %]	MESG [mm]	$g_{100} - g_0$ [mm]	MIC-Verhältnis	Temperatur- klasse	Gerätegruppe	Verf. zur Klassifizierung
77-73-6	3a,4,7,7a-Tetrahydro-4,7-methan-1H-inden (= Dicyclopentadien) (= Cyclopentadiendimer) $C_{10}H_{12}$	4,55	33	172	36	0,8		43		455		0,91			T1	IIA	a
77-78-1	Schwefelsäuredimethylester (= Dimethylsulfat) $(CH_3O)_2SO_2$	4,34	-32	188	83					449		1,00			T2	IIA	a
78-10-4	Tetraethoxysilan (= Orthokieselsäureethylester) (= Tetraethylsilicat) (= Tetraethylorthosilicat) $(C_2H_5)_4SiO_4$	7,18	-83	169	38	0,45	7,2	39	623	174					T4		
78-78-4	2-Methylbutan (= Ethyldimethylmethan) (= Isopentan) $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$	2,50	-160	28	-56	1,3	8,3	39	249	420		0,98			T2	IIA	a
78-80-8	2-Methyl-1-buten-3-in $HC=CC(CH_3)CH_2$	2,28	-113	32	-54	1,4		38		272		0,78			T3	IIB	a
78-81-9	2-Methylpropan-1-amin (= Isobutylamin) $(CH_3)_2CHCH_2NH_2$	2,52	-85	66	-20	1,47	14,0 bei 100 °C	44	425 bei 100 °C	374		1,15			T2	IIA	a