

DIN EN ISO 11114-1



ICS 23.020.35

Ersatz für
DIN EN ISO 11114-1:2017-05

**Gasflaschen –
Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in
Berührung kommenden Gasen –
Teil 1: Metallische Werkstoffe (ISO 11114-1:2020);
Deutsche Fassung EN ISO 11114-1:2020**

Gas cylinders –
Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents –
Part 1: Metallic materials (ISO 11114-1:2020);
German version EN ISO 11114-1:2020

Bouteilles à gaz –
Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux –
Partie 1: Matériaux métalliques (ISO 11114-1:2020);
Version allemande EN ISO 11114-1:2020

Gesamtumfang 69 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11114-1:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 016-00-03 AA „Druckgasflaschen und Ausrüstung; Spiegelausschuss zu CEN/TC 23 und ISO/TC 58“ im DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG).

Dieses Dokument enthält in 3.4 sowie 6.3.2, Tabelle 1, Nationale Fußnoten zur Erläuterung der Einheit ppm.

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

ISO 7866	siehe	DIN EN ISO 7866
ISO 9809-1	siehe	DIN EN ISO 9809-1
ISO 9809-2	siehe	DIN EN ISO 9809-2
ISO 9809-3	siehe	DIN EN ISO 9809-3
ISO 10156	siehe	DIN EN ISO 10156
ISO 10286	siehe	DIN EN ISO 10286
ISO 10297	siehe	DIN EN ISO 10297
ISO 11114-2	siehe	DIN EN ISO 11114-2
ISO 11114-3	siehe	DIN EN ISO 11114-3
ISO 11118	siehe	DIN EN ISO 11118
ISO 11120	siehe	DIN EN ISO 11120
ISO 11439	siehe	DIN EN ISO 11439

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 11114-1:2017-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Verdeutlichung der Definition von „trocken“;
- b) in Tabelle 1 wurden Anmerkungen hinzugefügt;
- c) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 11114-1: 1998-07, 2012-07, 2017-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7866, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Aluminiumlegierungen — Auslegung, Bau und Prüfung*

DIN EN ISO 9809-1, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1100 MPa*

DIN EN ISO 9809-2, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1100 MPa*

DIN EN ISO 9809-3, *Gasflaschen — Auslegung, Herstellung und Prüfung von wiederbefüllbaren nahtlosen Gasflaschen aus Stahl — Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl*

DIN EN ISO 10156, *Gasflaschen — Gase und Gasgemische — Bestimmung der Brennbarkeit und des Oxidationsvermögens zur Auswahl von Ventilausgängen*

DIN EN ISO 10286, *Gasflaschen — Terminologie*

DIN EN ISO 10297, *Gasflaschen — Flaschenventile — Spezifikation und Baumusterprüfungen*

DIN EN ISO 11114-2, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Flaschen- und Ventilwerkstoffen mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 2: Nichtmetallische Werkstoffe*

DIN EN ISO 11114-3, *Gasflaschen — Verträglichkeit von Flaschen- und Ventilwerkstoffen mit den in Berührung kommenden Gasen — Teil 3: Prüfung der Selbstentzündungstemperatur von nichtmetallischen Werkstoffen in Sauerstoffatmosphäre*

DIN EN ISO 11118, *Gasflaschen — Metallische Einwegflaschen — Festlegungen und Prüfverfahren*

DIN EN ISO 11120, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Großflaschen aus Stahl mit einem Fassungsraum zwischen 150 l und 3 000 l — Auslegung, Bau und Prüfung*

DIN EN ISO 11439, *Gasflaschen — Hochdruck-Flaschen für die fahrzeuginterne Speicherung von Erdgas als Treibstoff für Kraftfahrzeuge*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Gasflaschen —
Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile
mit den in Berührung kommenden Gasen —
Teil 1: Metallische Werkstoffe (ISO 11114-1:2020)

Gas cylinders —
Compatibility of cylinder and valve materials
with gas contents —
Part 1: Metallic materials (ISO 11114-1:2020)

Bouteilles à gaz —
Compatibilité des matériaux des bouteilles et des
robinets avec les contenus gazeux —
Partie 1: Matériaux métalliques (ISO 11114-1:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Mai 2020 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Werkstoffe	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Flaschenwerkstoffe	8
4.3 Ventilwerkstoffe	8
4.3.1 Allgemeines	8
4.3.2 Besondere Gesichtspunkte	8
5 Verträglichkeitskriterien	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Korrosion	9
5.2.1 Allgemeines	9
5.2.2 Korrosion unter trockenen Bedingungen	9
5.2.3 Korrosion unter feuchten Bedingungen	9
5.2.4 Korrosion durch Verunreinigungen	10
5.3 Phänomen der Wasserstoffversprödung	10
5.4 Erzeugung gefährlicher Produkte	10
5.5 Heftige Reaktionen (z. B. Entzündung)	10
5.6 Spannungsrissskorrosion	11
6 Werkstoffverträglichkeit	11
6.1 Verträglichkeitstabelle für Einzelgase	11
6.2 Verträglichkeit für Gasgemische	11
6.3 Verwendung der Tabelle 1	12
6.3.1 Grundsätze und Nummern	12
6.3.2 Abkürzungen für Werkstoffe	12
Anhang A (informativ) Gas/Werkstoffe-NQSAB-Verträglichkeitscodes	52
A.1 Allgemeines	52
A.2 Werkstoffklassen und Verträglichkeitskennzeichnung	52
A.2.1 Normalisierte Stähle und Kohlenstoffstähle (N)	52
A.2.2 Vergütete Stähle (Q)	52
A.2.3 Edelstähle (S)	52
A.2.4 Aluminiumlegierungen (A)	53
A.2.5 Messing und andere Kupferlegierungen (B)	53
A.3 NQSAB-Code	53
A.4 Gasgruppen	58
Literaturhinweise	65

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11114-1:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 11114-1:2012.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11114-1:2020 wurde von CEN als EN ISO 11114-1:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

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

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

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58, *Gas cylinders*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 23 *Ortsbewegliche Gasflaschen* in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 11114-1:2012), die technisch überarbeitet wurde. Sie enthält auch die Änderung ISO 11114-1:2012/Amd.1:2017. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Aufnahme aller in ISO 11114-1:2012/Amd.1:2017 aufgeführten Änderungen;
- Verdeutlichung der Definition von trocken;
- in Tabelle 1 wurden Anmerkungen hinzugefügt.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 11114 kann auf der ISO-Internetseite abgerufen werden

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

Einleitung

Industrielle, medizinische und Spezialgase (z. B. Reinstgase, Kalibrier gases) können in Gasflaschen befördert oder gelagert werden. Die Verträglichkeit der für die Herstellung solcher Gasflaschen und ihrer Ventile verwendeten Werkstoffe mit den in Berührung kommenden Gasen stellt eine grundlegende Anforderung an den Werkstoff dar.

Die Verträglichkeit der Flaschenwerkstoffe mit den in Berührung kommenden Gasen ist über viele Jahre hinweg durch praktische Anwendung und Erfahrungen ermittelt worden. Bestehende nationale oder internationale Rechtsvorschriften und Normen decken diesen Gesichtspunkt nicht vollständig ab.

Dieses Dokument beruht auf den derzeitigen internationalen Erfahrungen und Kenntnissen.

Dieses Dokument wurde so verfasst, dass es zur Bezugnahme in den UN-Modellvorschriften [1] geeignet ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Anforderungen für die Auswahl von sicheren Kombinationen von metallischen Gasflaschen- und Ventilwerkstoffen und den in Berührung kommenden Gasen.

Die Angaben zur Verträglichkeit beziehen sich auf Einzelgase und Gasgemische.

Es sind nahtlose metallische Gasflaschen, geschweißte metallische Gasflaschen und Gasflaschen aus Verbundwerkstoffen (Composite-Gasflaschen) einschließlich ihrer Ventile zur Verwendung mit verdichteten, verflüssigten und gelösten Gasen berücksichtigt.

ANMERKUNG In diesem Dokument wird der Begriff „Flasche“ für ortsbewegliche Druckgefäße, welche auch Großflaschen und Druckfässer umfassen, verwendet.

Aspekte wie die Qualität des gelieferten Gasproduktes werden nicht berücksichtigt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 10156, *Gas cylinders — Gases and gas mixtures — Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets*

ISO 10286, *Gas cylinders — Terminology*

ISO 10297, *Gas cylinders — Cylinder valves — Specification and type testing*

ISO 11114-2, *Gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 2: Non-metallic materials*

ISO 11114-3, *Gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 3: Autogenous ignition test for non-metallic materials in oxygen atmosphere*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 10286 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1 befähigte Person
Person, die das erforderliche technische Wissen, die erforderliche Erfahrung und Autorisierung aufweist, um Werkstoffe für die Anwendung mit Gasen zu bewerten und zuzulassen und jegliche besonderen Verwendungsbedingungen festzulegen, die für diese notwendig sind

3.2

annehmbar

A

Werkstoff/Gas-Kombination, die unter normalen Verwendungsbedingungen sicher verwendet werden kann, vorausgesetzt, dass jegliche angegebenen Unverträglichkeitsrisiken berücksichtigt wurden

Anmerkung 1 zum Begriff Geringe Gehalte von Verunreinigungen können die Annehmbarkeit einiger Einzelgase oder Gasgemische beeinträchtigen.

3.3

nicht annehmbar

N

Werkstoff/Einzelgas-Kombination, die nicht unter allen normalen Verwendungsbedingungen sicher verwendet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff Für Gasgemische können besondere Bedingungen zur Anwendung kommen (siehe 6.2 und Tabelle 1).

3.4

trocken

Zustand ohne Vorhandensein von freiem Wasser in einer Flasche unter jeglichen Betriebsbedingungen, einschließlich dem höchsten erwarteten Arbeitsdruck und der tiefsten erwarteten Arbeitstemperatur

Anmerkung 1 zum Begriff Für verdichtete Gase darf bei z. B. 200 bar und -20 °C der Höchstwert des Feuchtegehalts $5\text{ ppmV}^{\text{N1}}$ nicht übersteigen, um die Kondensation von vorhandenem Wasser zu verhindern. Für andere Temperaturen und Drücke gelten andere Höchstwerte des Feuchtegehalts zur Verhinderung der Kondensation von Wasser. Eine weitere zu betrachtende Quelle von Feuchte ist die Gasflasche selbst, wodurch geeignete Trocknungsverfahren angezeigt sind, wie z. B. Spülung und Absaugung.

3.5

feucht

Zustand, in dem die Bedingungen, wie für *trocken* (3.4) angegeben, nicht erfüllt sind

3.6

Gasgemisch

Kombination von bewusst in bestimmten Anteilen gemischten unterschiedlichen Einzelgasen

3.7

Einzelgas

Gas, das keine bewusst zugesetzten Anteile eines anderen Gases oder anderer Gase enthält

4 Werkstoffe

4.1 Allgemeines

Dieses Dokument gibt die Verträglichkeit der meisten für die Herstellung von Gasflaschen und Ventilen verwendeten Werkstoffe an.

Andere Werkstoffe, deren Verträglichkeit in diesem Dokument nicht angegeben ist, dürfen verwendet werden, sofern alle Verträglichkeitsaspekte berücksichtigt und von einer befähigten Person bestätigt wurden.

N1 Nationale Fußnote: ppm steht für „parts per million“. ppmV gibt Teile je Million an, nach Volumen.

4.2 Flaschenwerkstoffe

Die am häufigsten verwendeten metallischen Werkstoffe für die Herstellung von Gasflaschen sind (unter anderem) Kohlenstoff-Mangan-Stähle, Chrom-Molybdän-Stähle, Chrom-Molybdän-Nickel-Stähle, Edelstähle und Aluminiumlegierungen, wie in den folgenden Dokumenten festgelegt:

- Aluminium und Aluminiumlegierungen, ISO 6361-2, ISO 7866 und ISO 11118;
- Stahl, ISO 4706, ISO 9328-5, ISO 9809-1, ISO 9809-2, ISO 9809-3, ISO 11118 und ISO 11120;
- Edelstahl, ISO 9809-4 und ISO 15510.

4.3 Ventilwerkstoffe

4.3.1 Allgemeines

Die am häufigsten verwendeten metallischen Werkstoffe für Ventilkörper und interne gasberührte Teile sind Messing und andere gleichartige Kupferbasislegierungen, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Hüttennickel und Nickellegierungen, Cu-Be- (2 %) und Aluminiumlegierungen.

4.3.2 Besondere Gesichtspunkte

4.3.2.1 In besonderen Fällen dürfen für nichtoxidierende Gase unverträgliche Werkstoffe verwendet werden, sofern diese geeignet metallüberzogen, geschützt oder beschichtet sind. Dies darf nur erfolgen, wenn alle Verträglichkeitsaspekte berücksichtigt und für die gesamte Lebensdauer des Ventils von einer befähigten Person bestätigt wurden.

4.3.2.2 Für oxidierende Gase, wie in ISO 10156 angegeben, müssen besondere Vorkehrungen in Übereinstimmung mit ISO 11114-3 (die Prüfungen, jedoch keine Vorkehrungen an sich beinhaltet) getroffen werden. In diesem Fall sind unverträgliche Werkstoffe für die Verwendung für Ventile *nicht annehmbar* (siehe 3.3), selbst wenn sie metallüberzogen, geschützt oder beschichtet sind.

4.3.2.3 Für Flaschenventile muss wegen des hohen Risikos der Belastung durch atmosphärische Feuchte und einer durch die Luft übertragenen Verunreinigung die Verträglichkeit unter feuchten Bedingungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG In diesem Dokument wird für Edelstähle auf deren üblicherweise verwendete AISI-Werkstoffnummern, d. h. 304, verwiesen. Die gleichwertigen Güten nach EN 10088-1 lauten beispielsweise wie folgt:

304	1.4301
304L	1.4306 und 1.4307
316	1.4401
316L	1.4404
316Ti	1.4571
321	1.4541
904L	1.4539

5 Verträglichkeitskriterien

5.1 Allgemeines

Die Verträglichkeit zwischen einem Gas und dem Flaschen-/Ventilwerkstoff wird durch chemische Reaktionen und physikalische Einflüsse beeinträchtigt, welche in fünf Kategorien klassifiziert werden können:

- Korrosion;
- Spannungsrisskorrosion;
- Wasserstoffversprödung;
- Erzeugung gefährlicher Produkte durch chemische Reaktion;
- heftige Reaktionen, wie Entzündung.

Nichtmetallische Bestandteile (Ventilsitz, Stopfbuchspackung, O-Ring usw.) müssen ISO 11114-2 entsprechen.

Dicht- oder Schmierwerkstoffe (sofern verwendet) am Ventilschaft müssen mit dem in Berührung kommenden Gas verträglich sein.

ANMERKUNG Anhang A enthält informativ die Gas/Werkstoffe-NQSAB-Verträglichkeitscodes.

5.2 Korrosion

5.2.1 Allgemeines

Durch das Vorhandensein des Gases können viele Arten von Korrosionsmechanismen, wie in 5.2.2 bis 5.2.4 angegeben, auftreten.

5.2.2 Korrosion unter trockenen Bedingungen

Diese Korrosion wird durch die chemische Einwirkung eines trockenen Gases auf den Flaschenwerkstoff verursacht. Das Ergebnis ist eine Verringerung der Wanddicke der Flasche. Diese Art der Korrosion tritt nicht sehr häufig auf, weil die Korrosionsgeschwindigkeit unter trockenen Bedingungen bei Umgebungstemperatur sehr gering ist.

5.2.3 Korrosion unter feuchten Bedingungen

Diese ist die am häufigsten auftretende Korrosionsart, die in einer Gasflasche allein durch die Gegenwart von freiem Wasser oder wasserhaltigen Lösungen auftritt. Allerdings würde diese Korrosion bei einigen hygroskopischen Gasen (z. B. HCl, Cl₂) selbst dann auftreten, wenn der Wassergehalt geringer als der Sättigungswert ist. Deshalb werden einige Gas/Werkstoff-Kombinationen nicht empfohlen, selbst wenn sich diese unter theoretisch trockenen Bedingungen inert verhalten. Es ist deshalb sehr wichtig, jegliches Eindringen von Wasser in Gasflaschen zu verhindern. Bei den am häufigsten anzutreffenden Möglichkeiten oder Gründen für ein Wassereindringen handelt es sich um die folgenden:

- a) durch den Verbraucher bedingte Rückdiffusion/Rückfüllung oder, wenn die Gasflasche leer ist, das Eindringen von Luft, sofern das Ventil nicht geschlossen ist;
- b) erfolgloses Trocknen nach der Wasserdruckprüfung; und
- c) während des Füllens.

In einigen Fällen ist es sehr schwer, ein Eindringen von Wasser vollständig zu verhindern — besonders dann, wenn es sich um ein hygroskopisches Gas (z. B. HCl, Cl₂) handelt. In den Fällen, wo der Füller die Trockenheit des Gases und der Flasche nicht sicherstellen kann, muss ein Flaschenwerkstoff verwendet werden, der mit dem feuchten Gas verträglich ist, selbst wenn das trockene Gas nicht korrosiv ist.

Bei Legierungen treten verschiedene Arten von „Feuchtigkeitskorrosion“ auf:

- 1) allgemeine Korrosion, welche zu einer Verringerung der Wanddicke, z. B. durch saure Gase (CO₂, SO₂) oder oxidierende Gase (O₂, Cl₂) führt;
- 2) örtliche Korrosion, z. B. Lochkorrosion oder Korngrenzenangriff.

Zusätzlich könnten einige Gase, selbst wenn es sich bei diesen um inerte Gase handelt, im Falle einer Hydrolyse zur Bildung von korrosiven Produkten führen.

5.2.4 Korrosion durch Verunreinigungen

Gase, die sich selbst inert (nichtkorrosiv) verhalten, können infolge des Vorhandenseins von Verunreinigungen eine Korrosion hervorrufen. Verunreinigung der Gase kann während des Füllens, während der Verwendung oder infolge unzureichender Reinigung des Ausgangsproduktes auftreten.

Die am häufigsten auftretenden Verunreinigungen sind folgende:

- a) atmosphärische Luft, in diesem Fall kann es sich bei den gefährlichen Verunreinigungen um Feuchte (siehe auch 5.2.3) und Sauerstoff (z. B. in verflüssigtem Ammoniak) handeln;
- b) in einigen Gasen enthaltene aggressive Produkte, z. B. H₂S in Erdgas;
- c) Spuren aggressiver Produkte (Säure, Quecksilber usw.), welche vom Herstellungsprozess einiger Gase zurückgeblieben sind.

Es müssen mit den Verunreinigungen verträgliche Werkstoffe verwendet werden, wenn das Vorhandensein solcher Verunreinigungen nicht verhindert werden kann und wenn die entsprechende Korrosionsgeschwindigkeit für die beabsichtigte Anwendung nicht annehmbar ist.

5.3 Phänomen der Wasserstoffversprödung

Durch Wasserstoff verursachte Versprödung kann bei Umgebungstemperatur im Falle bestimmter Gase und unter den den Flaschen- oder Ventilwerkstoff stark beanspruchenden Betriebsbedingungen auftreten.

Diese Art des Spannungsrissphänomens kann unter bestimmten Bedingungen zu einem Versagen von Gasflaschen und/oder Ventilbauteilen führen, welche Wasserstoff, Wasserstoffgemische und andere Gase enthalten.

5.4 Erzeugung gefährlicher Produkte

In einigen Fällen können die Reaktionen eines Gases mit einem metallischen Werkstoff zur Erzeugung gefährlicher Produkte führen. Beispiele sind mögliche Reaktionen von C₂H₂ mit Kupferlegierungen, welche mehr als 65 % Kupfer enthalten und von CH₃Cl in Flaschen aus Aluminiumlegierungen.

5.5 Heftige Reaktionen (z. B. Entzündung)

Grundsätzlich treten heftige Reaktionen von Gas mit metallischen Werkstoffen bei Umgebungstemperaturen nicht sehr häufig auf, weil hohe Aktivierungsenergien erforderlich sind, um solche Reaktionen auszulösen.

Im Falle der Verwendung von Kombinationen von nichtmetallischen und metallischen Werkstoffen, z. B. für Ventile, kann diese Art der Reaktion bei einigen Gasen (z. B. O₂, Cl₂) auftreten.

5.6 Spannungsrisskorrosion

Spannungsrisskorrosion kann in vielen metallischen Werkstoffen auftreten, die gleichzeitig Spannungen, Feuchte und einer Verunreinigung ausgesetzt sind. Spannungsrisskorrosion kann unter bestimmten Bedingungen (z. B. Ammoniak in Kontakt mit Ventilen aus Kupferlegierungen oder Kohlenmonoxid-/Kohlendioxidgemische in Stahlflaschen) zum Versagen der Gasflasche oder des Ventils und/oder ihrer Bauteile führen.

6 Werkstoffverträglichkeit

6.1 Verträglichkeitstabelle für Einzelgase

Bevor irgendeine Gas/Flasche/Ventil-Kombination ausgewählt wird, muss ein sorgfältiges Studium aller in Tabelle 1 angegebenen *entscheidenden Verträglichkeitsmerkmale* vorgenommen werden. Besondere Aufmerksamkeit muss dabei jeglichen für annehmbare Werkstoffe angegebenen Einschränkungen gelten.

ANMERKUNG Die Gase sind generell in der Reihenfolge nach dem englischen Alphabet aufgeführt.

6.2 Verträglichkeit für Gasgemische

Jegliche Gemische aus Einzelgasen, welche sämtlich mit einem betrachteten Werkstoff verträglich sind, sind als verträglich mit diesem Werkstoff anzusehen.

Für Gasgemische, welche verspröden Gase enthalten (siehe 5.3 und Abschnitt A.4, Gruppe 2 und Gruppe 11), tritt das Risiko der Wasserstoffversprödung nur auf, wenn der Partialdruck des Gases größer als 5 MPa (50 bar) und das Zugspannungsniveau des Flaschenwerkstoffes hoch genug ist. In einem Gasgemisch muss der Partialdruck für Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan weniger als 0,25 MPa (2,5 bar) bei einem UTS-Höchstwert von 950 MPa betragen. Bei einem hohen Zugspannungsniveau des Flaschenwerkstoffes, siehe Tabelle 1, Zeile 63.

Einige Internationale Normen, wie ISO 11114-4, legen Prüfverfahren zur Auswahl geeigneter Stähle mit einem Höchstwert der Zugfestigkeit (UTS, en: ultimate tensile stress) über 950 MPa fest.

Bei den halogenierten Gasen, die nicht kompatibel mit den Gasflaschen aus Aluminiumlegierungen sind, muss die maximal annehmbare Konzentration in Gasgemischen auf 0,1 % begrenzt sein, wie in Tabelle 1 angegeben, sofern keine höheren Konzentrationen nach Durchführung spezifischer Prüfungen (Beispiele solcher Prüfungen sind im EIGA-Dokument 161/16 [14] aufgeführt) validiert wurden. Der Feuchtegehalt (Trockenheit) in diesen Gemischen muss auf einen Höchstwert von 10 ppmV begrenzt sein.

Für die Unverträglichkeit einiger halogenhaltiger Gase mit Aluminiumlegierungen wird der Höchstwert des annehmbaren Gasinhaltes in Tabelle 1 angegeben. Der Feuchtegehalt kann die Annehmbarkeit solcher Gemische beeinflussen.

6.3 Verwendung der Tabelle 1

6.3.1 Grundsätze und Nummern

Ein in Tabelle 1 **fett gedruckter** Typ gibt an, dass der Werkstoff häufig unter normalen Betriebsbedingungen verwendet wird:

- A = annehmbar (siehe 3.2);
- N = nicht annehmbar (siehe 3.3).

Wenn für ein Gas (oder eine Flüssigkeit) keine UN-Nummer angegeben ist, hat das Gas keine offizielle UN-Nummer, darf jedoch unter Nutzung einer allgemeinen n.a.g.-Nummer (nicht anderweitig genannt) befördert werden.

BEISPIEL UN 1954, Verdichtetes Gas, entzündbar, n.a.g.

6.3.2 Abkürzungen für Werkstoffe

CS	Kohlenstoffstähle, verwendet zur Herstellung von Flaschenventilkörpern
NS	durch Normalisierung wärmebehandelte Kohlenstoffstähle, verwendet zur Herstellung von nahtlosen und geschweißten Flaschen
QTS	vergütete Legierungsstähle, verwendet zur Herstellung von nahtlosen Stahlflaschen
SS	austenitische Edelstähle, verwendet zur Herstellung von nahtlosen und geschweißten Flaschen sowie einiger Ventilkörper und Ventilbauteile
AA	In ISO 7866 angegebene Aluminiumlegierungen, sofern zur Herstellung von nahtlosen Flaschen verwendet; für Ventilkörper aus Aluminium dürfen auch Legierungen, die nicht in ISO 7866 angegeben sind, verwendet werden
B	Messing und andere Kupferlegierungen, verwendet zur Herstellung von Flaschenventilen
Ni	Nickellegierungen, verwendet zur Herstellung von Flaschen, Ventilen und Ventilbauteilen
Cu	Kupfer
ASB	Aluminium-Silizium-Bronze

Tabelle 1 — Gas/Werkstoff-Verträglichkeit

Nr.	Gas- Nummer UN- Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
1	(UN 1001) (UN 3374)	ACETYLEN	C ₂ H ₂	Möglichkeit der Bildung explosiver Acetylde mit bestimmten Metallen, einschließlich Kupfer und Kupferlegierungen. Es sind Kupfer und Kupferlegierungen mit < 65 % Cu-Gehalt zu verwenden. Diese Vorgabe gilt auch für Gasgemische mit mehr als 1 % C ₂ H ₂ . Der akzeptable Grenzwert des Silbergehaltes von Legierungen sollte vorzugsweise 43 % (Massenanteil) betragen, darf aber auf keinen Fall 50 % überschreiten. Es besteht keine bekannte Unverträglichkeit zwischen den verwendeten Lösemitteln und jeglichen metallischen Werkstoffen, dies ist von größerer Relevanz für ISO 11114-2.	NS QTS AA SS Ni		B CS AA SS Ni	B (Cu >65 %) Cu-Be (2 %)
2	(UN 1005)	AMMONIAK	NH ₃	Gefahr der Spannungsrissskorrosion für Ventile aus Messing (und anderen Kupferlegierungen) infolge atmosphärischer Verunreinigung. Dies gilt für alle Gase und Gemische, welche auch nur Spuren von NH ₃ enthalten.	NS QTS AA SS Ni		CS SS AA Ni	B
3	(UN 1006)	ARGON	Ar	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen und feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	

Nr.	Gas- Nummer UN- Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
4	(UN 2188)	ARSIN	AsH ₃	<p>Wegen der Gefahr der Wasserstoffversprödung:</p> <ul style="list-style-type: none"> — dürfen QTS nur bis zu einem Höchstwert der Zugfestigkeit von 950 MPa verwendet werden; — dürfen SS für Ventilmembranen und Federn verwendet werden, sofern die vorhandene Betriebserfahrung belegt, dass die Auslegung geeignet und sicher ist. Alternativ ist die Verwendung auch dann zugelassen, wenn das Versagen der Federn oder Membranen aus SS nicht zu einem unsicheren Zustand führt. <p>ANMERKUNG Einige SS-Legierungen können empfindlich gegenüber Wasserstoffversprödung sein.</p> <p>Siehe besondere Bedingungen für Gemische in 6.2.</p>	NS QTS AA SS		B CS SS AA Ni	
5	(UN 1741)	BORTRICHLORID	BCl ₃	<p>Hydrolysiert in Verbindung mit Feuchte zu Chlorwasserstoff. Unter feuchten Bedingungen siehe besondere Gefahr der Chlorwasserstoffverträglichkeit, d. h. starke Korrosion der meisten Werkstoffe und Gefahr der Wasserstoffversprödung.</p> <p>Gemische mit nicht mehr als 0,1 % dieses Gases in trockenem Zustand dürfen in Flaschen aus AA gefüllt werden.</p>	NS QTS SS Ni	AA	CS SS Ni	AA B

Nr.	Gas- Nummer UN- Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
6	(UN 1008)	BORTRIFLUORID	BF ₃	Hydrolysiert in Verbindung mit Feuchte zu Fluorwasserstoff. Unter feuchten Bedingungen siehe besondere Gefahr der Fluorwasserstoffverträglichkeit, d. h. starke Korrosion der meisten Werkstoffe und Gefahr der Wasserstoffversprödung. Gemische mit weniger als 0,1 % BF ₃ dürfen in Flaschen aus AA gefüllt werden.	NS QTS SS Ni	AA	CS SS Ni	AA B
7	(UN 1974)	BROMCHLORDIFLUORMETHAN	CBrClF ₂ (R12B1)	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch kann in Gegenwart von freiem Wasser Korrosion auftreten.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
8	(UN 1009)	BROMTRIFLUORMETHAN	CBrF ₃ (R13B1)	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch kann in Gegenwart von freiem Wasser Korrosion auftreten.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
9	(UN 2419)	BROMTRIFLUORETHYLEN	C ₂ BrF ₃	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch kann in Gegenwart von freiem Wasser Korrosion auftreten.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	

Nr.	Gas- Nummer UN- Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
10	(UN 1010)	BUTADIEN-1,3	$H_2C:CHCH:CH_2$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
11	(UN 1010)	BUTADIEN-1,2	$H_2C:C:CHCH_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
12	(UN 1011)	BUTAN	C_4H_{10}	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
13	(UN 1012)	BUTEN-1	$CH_3CH_2CH:CH_2$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	

Nr.	Gas- Nummer UN- Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
14	(UN 1012)	BUTEN-2 (CIS)	$\text{CH}_3\text{CH}:\text{CHCH}_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
15	(UN 1012)	BUTEN-2 (TRANS)	$\text{CH}_3\text{CH}:\text{CHCH}_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.4 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
16	(UN 1013)	KOHLENDIOXID	CO_2	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen. Bildet in Gegenwart von Wasser Kohlensäure, welche bei NS, QTS und CS korrodierend wirkt. Gefahr der Spannungsrisskorrosion (für NS und QTS) in Gegenwart von CO (siehe Kohlenmonoxid) und Wasser.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	