

DIN EN ISO 11114-1

ICS 23.020.35; 23.060.40

Ersatz für
DIN EN ISO 11114-1:2012-07

**Gasflaschen –
Verträglichkeit von Werkstoffen für Gasflaschen und Ventile mit den in
Berührung kommenden Gasen –
Teil 1: Metallische Werkstoffe (ISO 11114-1:2012 + Amd.1:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 11114-1:2012 + A1:2017**

Gas cylinders –
Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents –
Part 1: Metallic materials (ISO 11114-1:2012 + Amd.1:2017);
German version EN ISO 11114-1:2012 + A1:2017

Bouteilles à gaz –
Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux –
Partie 1: Matériaux métalliques (ISO 11114-1:2012 + Amd.1:2017);
Version allemande EN ISO 11114-1:2012 + A1:2017

Gesamtumfang 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11114-1:2012 + A1:2017) 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).

Diese Norm enthält die Änderung 1.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarken **A1** **A1** angegeben.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 11114-1:2012-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anmerkung in 4.3.2 geändert;
- b) Anmerkung in 6.2 geändert;
- c) im Abschnitt 6.3.2 wurde die Tabelle 1 in den Zeilen mit folgenden Gasnummern: 7, 8, 9, 13, 18, 20, 22, 46, 49, 60, 63, 69, 74, 83, 90, 91, 96, 100, 101, 102, 103 aktualisiert;
- d) Literaturhinweis [11] wurde hinzugefügt;
- e) Norm wurde den derzeit gültigen Gestaltungsregeln angepasst;
- f) Übersetzungsfehler der DIN EN ISO 11114-1:2012-07 korrigiert:
 - 1) in den Zeilen mit den Gasnummern 5, 22, 35, 58, 59, 61, 62, 70, 83 und 94, die nicht durch die Änderung 1 betroffen sind, heißt es jetzt „Gemische mit nicht mehr als 0,1 %...“;
 - 2) in der Zeile mit der Gasnummer 70 wurde der Wert der Zugfestigkeit an die Referenzfassung angepasst.

Frühere Ausgaben

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

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 — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Stahl — Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil 1: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit kleiner als 1 100 MPa*

DIN EN ISO 9809-2, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Stahl — Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil 2: Flaschen aus vergütetem Stahl mit einer Zugfestigkeit größer als oder gleich 1 100 MPa*

DIN EN ISO 9809-3, *Gasflaschen — Wiederbefüllbare nahtlose Gasflaschen aus Stahl — Gestaltung, Konstruktion und Prüfung — Teil 3: Flaschen aus normalisiertem Stahl*

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

DIN EN ISO 10297, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Flaschenventile — Spezifikation und Typprüfung*

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 11114-1:2012 + Amd.1:2017)**

Gas cylinders —
Compatibility of cylinder and valve materials with gas
contents —
Part 1: Metallic materials
(ISO 11114-1:2012 + Amd.1:2017)

Bouteilles à gaz —
Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets
avec les contenus gazeux —
Partie 1: Matériaux métalliques
(ISO 11114-1:2012 + Amd.1:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. Februar 2012 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 14. November 2016 vom CEN angenommen wurde.

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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum : Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
▣^{A1} Europäisches Vorwort der Änderung A1 ▣^{A1}	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
5 Verträglichkeitskriterien	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Korrosion.....	9
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 (siehe Tabelle 1).....	11
6.2 Verträglichkeit für Gasgemische.....	11
6.3 Verwendung der Tabelle 1	11
Anhang A (informativ) Gas/Werkstoffe-NQSAB-Verträglichkeitscodes	41
A.1 Allgemeines	41
A.2 Werkstoffklassen und Verträglichkeitskennzeichnung.....	41
A.3 NQSAB-Code.....	42
A.4 Gasgruppen.....	51
Literaturhinweise.....	57

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11114-1:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 58 „Gas cylinders“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 23 „Ortsbewegliche Gasflaschen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2012 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 11114-1:1997.

Auf diese Europäische Norm wird im RID und/oder den technischen Anhängen des ADR verwiesen.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11114-1:2012 wurde vom CEN als EN ISO 11114-1:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

▣^{A1} Europäisches Vorwort der Änderung A1 ▣^{A1}

▣^{A1} Dieses Dokument (EN ISO 11114-1:2012/A1:2017) 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 Änderung zur Europäischen Norm EN ISO 11114-1:2012 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11114-1:2012/Amd.1:2017 wurde von CEN als EN ISO 11114-1:2012/A1:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt. ▣^{A1}

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.

Dieser Teil der ISO 11114 beruht auf den derzeitigen internationalen Erfahrungen und Kenntnissen.

Sofern irgendein Widerspruch zwischen dieser Internationalen Norm und jeglicher anwendbaren Rechtsvorschrift besteht, hat immer die Rechtsvorschrift Vorrang.

Dieser Teil der ISO 11114 wurde in Übereinstimmung mit den *UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods — Model Regulations* verfasst. Nach Veröffentlichung wird er der dem *UN Subcommittee of Experts on the Transport of Dangerous Goods* zur Aufnahme in die UN-Modellvorschriften vorgeschlagen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 11114 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 deren Ventile zur Verwendung mit verdichteten, verflüssigten und gelösten Gasen berücksichtigt.

ANMERKUNG In diesem Teil der ISO 11114 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 zitierten Dokumente 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).

ISO 9809-1, *Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1 100 MPa*

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

ISO 10297, *Transportable 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*

ISO 11120, *Gas cylinders — Refillable seamless steel tubes of water capacity between 150 l and 3 000 l — Design, construction and testing*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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 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 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 Für verdichtete Gase darf bei z.B. 200 bar und -20 °C der Höchstwert des Feuchtigkeitsgehalts $5\text{ ppmV}^{\text{N1}}$ nicht übersteigen, um die Kondensation von vorhandenem Wasser zu verhindern. Für andere Temperaturen und Drücke gelten andere Höchstwert des Feuchtigkeitsgehalts zur Verhinderung der Kondensation von Wasser.

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

Dieser Teil der ISO 11114 gibt die Verträglichkeit der meisten für die Herstellung von Gasflaschen und Ventilen verwendeten Werkstoffe an.

Andere Werkstoffe, deren Verträglichkeit in diesem Teil der ISO 11114 nicht angegeben ist, dürfen verwendet werden, sofern alle Verträglichkeitsaspekte berücksichtigt und von einer befähigten Person bestätigt wurden.

N1) Nationale Fußnote: Der Text dieser Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „ppmV“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Umrechnung:

$$1\text{ ppmV} = 10^{-6}\text{ (Volumenanteil)}$$

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 Internationalen Normen festgelegt:

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

Durch das Vorhandensein des Gases können viele Arten von Korrosionsmechanismen, wie in 5.2.1 bis 5.2.3 angegeben, auftreten.

5.2.1 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.

5.2.2 Korrosion unter feuchten Bedingungen

Diese Korrosion ist die am häufigsten auftretende Korrosionsart, die in einer Gasflasche alleine durch die Gegenwart von freiem Wasser oder wasserhaltigen Lösungen auftritt. Allerdings kann 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:

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

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

5.2.3 Korrosion durch Verunreinigungen

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

Die am häufigsten auftretenden Verunreinigungen sind:

- a) atmosphärische Luft, in diesem Fall können es sich bei den gefährlichen Verunreinigungen um Feuchtigkeit (siehe auch 5.2.2) 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 bei Kontakt mit Ventilen aus Kupferlegierungen oder Kohlenmonoxid-/Kohlendioxidgemische in Stahlflaschen) zum Versagen der Gasflasche oder des Ventils und/oder deren Bauteile führen.

6 Werkstoffverträglichkeit

6.1 Verträglichkeitstabelle für Einzelgase (siehe Tabelle 1)

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 Gasen enthalten (siehe 5.3 und Tabelle A.3, 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. 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.

 ANMERKUNG In einem Gasgemisch ist der Partialdruck für Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan auf 0,25 MPa (2,5 bar) bei einem UTS-Höchstwert von 950 MPa reduziert.

Bei den halogenierten Gasen, die nicht kompatibel mit den Gasflaschen aus Aluminiumlegierungen sind, muss die maximal annehmbare Konzentration in einem Gasgemisch auf 0,1 % begrenzt sein, wie in Tabelle 1 angegeben, außer höhere Konzentrationen wurden nach Durchführung spezifischer Prüfungen (Beispiele solcher Prüfungen sind im EIGA-Dokument 161/16 — Gas compatibility with aluminium alloy cylinders — aufgeführt) validiert. Der Feuchtegehalt in diesen Gemischen muss auf ein Maximum 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 Verdichtetes Gas, entzündbar, N.A.G., UN 1954.

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 und 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_2H_2	Möglichkeit der Bildung explosiver Acetylide mit bestimmten Metallen, einschließlich Kupfer und Kupferlegierungen. Verwendung von Kupfer und Kupferlegierungen mit < 65 % Cu-Gehalt. Diese Vorgabe gilt auch für Gasgemische mit mehr als 1 % C_2H_2 . Der akzeptable Grenzwert des Silbergehaltes von Legierungen sollte vorzugsweise 43 % (Massenanteil) betragen, darf aber auf keinen Fall 50 % überschreiten.	NS		B	B (Cu > 65 %)
					QTS		CS	
					AA		AA	Cu-Be (2 %)
					SS		SS	
					Ni		Ni	
2	(UN 1005)	AMMONIAK	NH_3	Gefahr der Spannungsrisskorrosion für Ventile aus Messing (und anderen Kupferlegierungen) infolge atmosphärischer Verunreinigung. Diese Gefahr besteht für alle Gase und Gasgemische, welche auch nur Spuren von NH_3 enthalten.	NS		CS	
					QTS		SS	
					AA		AA	B
					SS		Ni	
					Ni			
3	(UN 1006)	ARGON	Ar	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen und feuchten Bedingungen.	NS		B	
					QTS		CS	
					AA		SS	
					SS		AA	
4	(UN 2188)	ARSIN	AsH_3	Wegen der Gefahr der Wasserstoffversprödung: — 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 zugelassen, sofern das Versagen der Federn oder Membranen aus SS nicht zu einem unsicheren Zustand führt. ANMERKUNG Einige SS-Legierungen können empfindlich gegenüber Wasserstoffversprödung sein. Siehe besondere Bedingungen für Gemische in 6.2.	NS		B	
					QTS		CS	
					AA		SS	
					SS		AA Ni	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Gas-Nummer UN-Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
5	(UN 1741)	BORTRICHLORID	BCl_3	Hydrolisiert in Verbindung mit Feuchtigkeit zu Chlorwasserstoff. Unter feuchten Bedingungen siehe besondere Gefahr der Chlorwasserstoffverträglichkeit, d.h. starke Korrosion der meisten Werkstoffe und Gefahr der Wasserstoffversprödung. Gemische mit nicht mehr als 0,1 % dieses Gases in trockenem Zustand dürfen in Flaschen aus AA gefüllt werden.	NS QTS SS Ni	AA	CS SS Ni	AA B
6	(UN 1008)	BORTRIFLUORID	BF_3	Hydrolisiert in Verbindung mit Feuchtigkeit 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)	BROMCHLORDIFLUOR-METHAN	CBrClF_2 (R12B1)	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch in Gegenwart von Wasser Möglichkeit des Auftretens von Korrosion.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
8	(UN 1009)	BROMTRIFLUOR-METHAN	CBrF_3 (R13B1)	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch in Gegenwart von Wasser Möglichkeit des Auftretens von Korrosion.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
9	(UN 2419)	BROMTRIFLUOR-ETHYLEN	C_2BrF_3	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen, jedoch in Gegenwart von Wasser Möglichkeit des Auftretens von Korrosion.	NS		B	
10	(UN 1010)	BUTADIEN-1,3	$\text{H}_2\text{C:CHCH:CH}_2$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nr.	Gas-Nummer UN-Nummer	Name	Formel	Entscheidende Verträglichkeitsmerkmale	Werkstoff			
					Flasche		Ventil (Körper und Bauteile)	
					A	N	A	N
11	(UN 1010)	BUTADIEN-1,2	$\text{H}_2\text{C}::\text{CHCH}_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 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 gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
 13	(UN 1012)	BUTEN-1	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}::\text{CH}_2$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
14	(UN 1012)	BUTEN-2 (CIS)	$\text{CH}_3\text{CHCHCH}_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 hinsichtlich der Auswirkungen von Verunreinigungen unter feuchten Bedingungen.	NS QTS AA SS		B CS SS AA	
15	(UN 1012)	BUTEN-2 (TRANS)	$\text{CH}_3\text{CHCHCH}_3$	Keine Reaktion mit jeglichen gebräuchlichen Werkstoffen. Siehe 5.2.3 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 gebräuchlichen Werkstoffen unter trockenen Bedingungen. Bildet in Gegenwart von Wasser Kohlensäure, welche für 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	