

DIN EN ISO 21922

ICS 27.080; 27.200

Einsprüche bis 2018-09-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12284:2004-01

Entwurf

**Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Ventile –
Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (ISO/DIS 21922:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 21922:2018**

Refrigerating systems and heat pumps –
Valves –
Requirements, testing and marking (ISO/DIS 21922:2018);
German and English version prEN ISO 21922:2018

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –
Robinetterie –
Exigences, essais et marquage (ISO/DIS 21922:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 21922:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 fnkae@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin, 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 200 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21922:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 86 „Refrigeration and air-conditioning“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche/nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-01 AA „Sicherheit und Umweltschutz“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 898-1:2013	siehe DIN EN ISO 898-1:2013-05
ISO 898-2:2012	siehe DIN EN ISO 898-2:2012-08
ISO 3506-1:2009	siehe DIN EN ISO 3506-1:2010-04
ISO 3506-2:2009	siehe DIN EN ISO 3506-2:2010-04
ISO 5817:2014	siehe DIN EN ISO 5817:2014-06
ISO 6708:1995	siehe DIN EN ISO 6708:1995-09
ISO 9606-1:2013	siehe DIN EN ISO 9606-1:2017-12
ISO 9606-2:2004	siehe DIN EN ISO 9606-2:2005-03
ISO 14903:2016	siehe DIN EN ISO 14903:2017-12
ISO 15607:2003	siehe DIN EN ISO 15607:2004-03

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12284:2004-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) diese Norm wurde im Vergleich zur vorherigen Ausgabe komplett überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 898-1:2013-05, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 898-1:2013*

DIN EN ISO 898-2:2012-08, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 898-2:2012*

DIN EN ISO 3506-1:2010-04, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 3506-1:2009*

DIN EN ISO 3506-2:2010-04, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern (ISO 3506-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 3506-2:2009*

DIN EN ISO 5817:2014-06, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014); Deutsche Fassung EN ISO 5817:2014*

DIN EN ISO 6708:1995-09, *Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (ISO 6708:1995); Deutsche Fassung EN ISO 6708:1995*

DIN EN ISO 9606-1:2017-12, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschließlich Cor 1:2012 und Cor 2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 9606-1:2017*

DIN EN ISO 9606-2:2005-03, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 9606-2:2004*

DIN EN ISO 14903:2017-12, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Qualifizierung der Dichtheit der Bauteile und Verbindungen (ISO 14903:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14903:2017*

DIN EN ISO 15607:2004-03, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15607:2003*

— Leerseite —

CEN/TC 182

Datum: 2018-07

prEN ISO 21922:2018

CEN/TC 182

Sekretariat: DIN

Kälteanlagen und Wärmepumpen — Ventile — Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (ISO/DIS 21922:2018)

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur — Robinetterie — Exigences, essais et marquage (ISO/DIS 21922:2018)

Refrigerating systems and heat pumps — Valves — Requirements, testing and marking (ISO/DIS 21922:2018)

ICS:

Deskriptoren:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Verzeichnis der Symbole	10
5 Allgemeine Anforderungen	13
5.1 Einbau und Betrieb	13
5.2 Druckbeanspruchte Bauteile	13
5.3 Übermäßige mechanische Beanspruchung	14
5.4 Dichtheit	14
5.5 Funktion von handbetätigten Ventilen	14
5.6 Funktion von Ventilen mit Stellantrieb	14
6 Werkstoffe	14
6.1 Allgemeines	14
6.1.1 Werkstoffeigenschaften	14
6.1.2 Verwendung nichtmetallischer Werkstoffe	15
6.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Lagerteile	15
6.3 Verträglichkeit der Verbindungen	15
6.4 Duktilität (Verformbarkeit)	15
6.5 Alterung	15
6.6 Gussstücke	15
6.7 Geschmiedete und geschweißte Bauteile	15
6.8 Muttern, Bolzen und Schrauben	16
6.9 Spindeln	16
6.10 Glaswerkstoffe	16
6.11 Anforderungen an die Dokumentation	16
6.12 Messung der Kerbschlagarbeit KV an Proben kleinerer Größe	17
7 Konstruktion	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Maximaler zulässiger Druck	18
7.3 Konstruktionsfestigkeit des Ventils	19
7.4 Gehäuse und Oberteile	20
7.5 Muttern, Bolzen, Schrauben, Verbindungselemente und Dichtungen	20
7.6 Sitzdichtheit	20
7.6.1 Allgemeines	20
7.6.2 Sitzdichtheit: Typprüfung	21
7.7 Spindelgewinde und Wellen	22
7.8 Konstruktion von Stopfbuchsen	23
7.9 Ventilsitze	23
7.10 Kappen	23
7.11 Handbetätigte Ventile	24
7.12 Korrosionsschutz	25

8	Ausführung	25
9	Fertigungsbegleitende Prüfung	25
9.1	Prüfung der Druckfestigkeit.....	25
9.2	Dichtheitsprüfung.....	26
9.3	Dichtheit des Sitzes.....	26
9.4	Kappen	27
10	Kennzeichnung und zusätzliche Angaben	27
10.1	Allgemeines	27
10.2	Kennzeichnung.....	27
10.3	Handbetätigte Regelventile	28
10.4	Kappen	28
11	Dokumentation	28
11.1	Dokumentation für kleine Ventile	28
11.2	Dokumentation für große Ventile.....	29
Anhang A (normativ) Verfahren zur Auslegung einer Ventilkonstruktion mittels Berechnung.....		30
A.1	Allgemeines	30
A.1.1	Allgemeines	30
A.1.2	Auswahl von Werkstoffen	30
A.1.3	Dokumentation	30
A.2	Zulässige Spannung für die Auslegung.....	30
A.2.1	Zulässige Spannung für hauptdrucktragende Teile	30
A.2.2	Auslegung von Schrauben, Verbindungselementen, Muttern und Bolzen.....	32
Anhang B (normativ) Experimentelle Auslegungsmethode für Ventile.....		33
B.1	Allgemeines	33
B.1.1	Allgemeines	33
B.1.2	Auswahl und Nachweis von Werkstoffeigenschaften	33
B.1.3	Vorgehen bei der experimentellen Auslegungsmethode	33
B.1.4	Prüfung beim maximal zulässigen Auslegungs-Prüfdruck P_F	33
B.1.5	Prüfung beim minimalen Berst-Prüfdruck P_{Test}	34
B.1.6	Dokumentation	34
B.2	Festlegung des maximalen Auslegungs-Prüfdrucks P_F	34
B.3	Festlegung des minimalen Berst-Prüfdrucks P_{Test}	35
B.4	Korrektur für die tatsächliche Wanddicke	36
Anhang C (normativ) Festlegung des zulässigen Drucks bei maximaler Betriebstemperatur.....		37
C.1	Allgemeines	37
C.1.1	Allgemeines	37
C.1.2	Dokumentation	37
C.2	Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei höheren Temperaturen.....	37
Anhang D (normativ) Festlegung des zulässigen Drucks bei minimaler Betriebstemperatur (Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch).....		38
D.1	Allgemeines	38
D.1.1	Allgemeines	38
D.1.2	Anforderungen an Werkstoffe und Nachweis von Werkstoffeigenschaften	38
D.1.3	Dokumentation	39
D.2	Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei minimal zulässiger Betriebstemperatur.....	39
D.3	Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei minimaler Betriebstemperatur auf der Grundlage eines empirischen Verfahrens (t_{min} -Methode).....	39
D.3.1	Allgemeines	39
D.3.2	Bestimmung von $t_{min\ 100}$, $t_{min\ 75}$ und $t_{min\ 25}$	39
D.3.3	Schweißkonstruktionen	40
D.3.4	Bestimmung des Sicherheitsbeiwertes	41

D.3.5	Werkstoffprüfung und Dokumentation	41
D.4	Festlegung der minimalen Betriebstemperatur TS_{min} auf Grundlage der Referenzdicke e_B	41
D.4.1	Allgemeines	41
D.4.2	Temperaturanpassung	42
D.4.3	Festlegung der Auslegungs-Referenztemperatur T_R	42
Anhang E (informativ) Zusammenstellung von Werkstoffeigenschaften von häufig verwendeten Werkstoffen		50
Anhang F (informativ) Begründung der einzelnen Methoden		72
F.1	Festlegung der Druckniveaus unter Prüfbedingungen	72
F.2	Festlegung der Druckniveaus unter Prüfbedingungen	72
Anhang G (normativ) Bestimmung von Kategorien für Ventile		78
G.1	Allgemeines	78
G.2	Klassifizierung des Kältemittels	78
G.3	Bestimmen des Zustands (Flüssigkeit oder Gas) des Kältemittels	78
G.4	Bestimmung der Ventilkategorie	78
Anhang H (informativ) Spannungskorrosionsrisse		82
H.1	Einleitung	82
H.2	Spannungskorrosion bei Kupfer	82
H.3	Spannungskorrosion bei Stahl	82
H.4	Faktoren, die Spannungskorrosionsrisse beeinflussen	83
H.4.1	Allgemeines	83
H.4.2	Streckgrenze	83
H.4.3	Temperatur	83
H.4.4	Sauerstoffgehalt	83
H.4.5	Wassergehalt	83
H.4.6	Alter der Geräte	84
H.4.7	Vermeidung von Spannungskorrosionsrisen	84
H.4.8	Schlussfolgerungen	84
Anhang I (informativ) DN-System		85
Anhang J (normativ) Zusätzliche Anforderungen an Schaugläser und Anzeigen		88
J.1	Allgemeines	88
J.2	Konstruktion	88
J.2.1	Experimenteller Nachweis der Festigkeitsauslegung	90
Anhang K (normativ) Verträglichkeits-Kontrollprüfung		91
K.1	Allgemeines	91
K.2	Prüfmedien	91
K.3	Probekörper	92
K.4	Parameter der Prüfanordnung	92
K.5	Durchführung der Prüfung	93
K.6	Kriterien für Dichtelemente	93
Anhang L (normativ) Methode für die Auslegung des Betätigungselementes von handbetätigten Ventilen		95
L.1	Einleitung	95
L.2	Symbole	95
L.3	Kraft für die Handbetätigung	96
L.4	Auslegung des Betätigungselementes	96
Literaturhinweise		98

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21922:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 86 „Refrigeration and air-conditioning“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 21922:2018 wurde von CEN als prEN ISO 21922:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 86, *Refrigeration and air-conditioning*, Unterkomitee SC 1, *Safety and environmental requirements for refrigerating systems*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 182, *Refrigerating systems, safety and environmental requirements*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Einleitung

Diese Internationale Norm dient der Beschreibung von sicherheitstechnischen Anforderungen, Sicherheitsbeiwerten, Prüfverfahren, anzuwendenden Prüfdrücken und der Kennzeichnung von Ventilen und anderen Bauteilen mit vergleichbaren Gehäusen für die Verwendung in Kälteanlagen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Sicherheitsanforderungen, bestimmte funktionale Anforderungen und die Kennzeichnung von Anforderungen und anderen Bauteilen, im Folgenden kurz Ventile genannt, für die Verwendung in Kälteanlagen einschließlich Wärmepumpen fest.

Ventile im Sinne dieser Norm beinhalten Verlängerungsrohre.

Die Norm beschreibt das Verfahren, das bei der Konstruktion von druckbeanspruchten Ventilen zugrunde zu legen ist, sowie die bei der Auswahl von Werkstoffen für Ventileile zu berücksichtigenden Kriterien.

Die Norm beschreibt Methoden, nach denen reduzierte Werte für die Kerbschlagarbeit bei niedriger Temperatur auf sichere Art und Weise berücksichtigt werden können.

Diese Norm gilt für die Konstruktion von Gehäusen und Oberteilen für Druckentlastungseinrichtungen, einschließlich Berstscheibeneinrichtungen, im Hinblick auf die Druckfestigkeit, sie gilt jedoch nicht für andere Aspekte der Konstruktion oder die Anwendung von Druckentlastungseinrichtungen.

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).

IEC 60534-2-1:2011/COR1:2014, *Industrial-process control valves — Part 2-1: Industrial-process control valves — Part 2-1: Flow capacity — Sizing equations for fluid flow under installed conditions*

ISO 148-1:2009, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 6708:1995, *Pipework components — Definition and selection of DN (nominal size)*

ISO 7268:1983/Amd.1:1984, *Pipe components — Definition of nominal pressure/Amendment 1*

ISO 10474:2013, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO/TR 15608:2013, *Welding — Guidelines for a metallic material grouping system*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe / die Begriffe nach [externes Dokument] und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Ventil

Bauteil mit einem Druckgehäuse und einer zusätzlichen Funktionalität wie der Beeinflussung des Flüssigkeitsstroms durch Öffnen, Schließen oder teilweises Behindern des Durchgangs des Flusses oder durch Verteilen oder Mischen des Flüssigkeitsstroms, oder wie der Anzeige des Feuchtegehalts

3.2

Betriebsbereich des Ventils

Kombination der Temperatur- und Druckbedingungen, bei der das Ventil sicher betrieben werden kann

3.3

Nennweite (DN)

alphanumerische Bezeichnung der Größe für Bauteile in einem Rohrleitungssystem, die für Referenzzwecke verwendet wird. Sie umfasst die Buchstaben DN, gefolgt von einer dimensionslosen ganzen Zahl, die indirekt mit der physikalischen Größe der Bohrung oder dem Außendurchmesser der Anschlüsse, ausgedrückt in Millimetern, in Beziehung steht

[QUELLE: ISO 6708:1995, Begriff 2.1]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zahl hinter den Buchstaben DN ist kein messbarer Wert und sollte nicht in Berechnungen verwendet werden, außer wenn es in den entsprechenden Normen angegeben ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wo die Nennweite nicht angegeben ist, wird sie für die Anwendung dieser Norm als der Innendurchmesser des Rohrs oder Bauteils in (DN/ID) angenommen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Nennweite ist nicht dasselbe wie die Einschraublochweite, die allgemein für die Weite der Ventilsitz-Öffnung verwendet wird.

3.4

Nenndruck (PN)

numerische Bezeichnung, die ein gerundeter Wert zu Referenzzwecken ist. Alle Geräte derselben *Nennweite (DN)*, die mit derselben PN-Nummer bezeichnet sind, müssen über kompatible Anschlussabmessungen verfügen

[QUELLE: ISO 7268:1983/A1:1984]

3.5

Korrosion

alle Formen von Materialabnutzung (z. B. Oxidation, Erosion, Verschleiß und Abrasion)

3.6

maximale Betriebstemperatur

höchste Temperatur, die während des Betriebs oder bei Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann

3.7

minimale Betriebstemperatur

niedrigste Temperatur, die während des Betriebs oder bei Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann

3.8

drucktragende Teile

Teil, das während normaler Betriebsbedingungen einem minimalen positiven Innendruck von 50 kPa (0,5 bar) ausgesetzt ist

3.9

Sitzdichtheitsklasse

Buchstabe von A bis G, der die innere Dichtheit des Ventils über den (die) Ventilsitz(e) anzeigt

3.10

zuständige Stelle

dritte Organisation, die über anerkannte Kompetenz in der Bewertung von Qualitätssicherungssystemen für die Herstellung von Werkstoffen und in der Technologie der betreffenden Werkstoffe verfügt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die nationale Gesetzgebung legt der zuständigen Stelle je nach dem Markt, für den das Ventil bestimmt ist, unter Umständen zusätzliche Anforderungen auf.

3.11

Typ des Ventilanschlusses

Norm und Weite für den Ventilanschluss an andere Geräte, die direkt an den Ventilen befestigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Mögliche Typen des Ventilanschlusses sind z. B.:

- a) NPS 2 Inch, was eine Stumpfschweißnaht-Verbindung mit einem 2-Inch-Stahlrohr nach ANSI B 36.10 bezeichnet;
- b) NPT ½ Inch, was einen Schraubanschluss mit männlichem ½ Inch-Ende nach ANSI B 1.20.1 bezeichnet;
- c) EN 1092-1/11/C/DN 200 × 6,3/PN 40, was einen Flanschtyp 11 Dichtflächentyp C (Feder) der Nennweite DN 200, mit einer Wanddicke von 6,3 mm, PN 40 bezeichnet.

3.12

druckempfindliches Teil

Teil eines Ventils, das nach der Einwirkung eines Drucks von mehr als 1,5-mal PS oder 1,25-mal PS_0 nicht mehr zuverlässig funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele beinhalten Bälge, Membrane oder Schwimmerkugeln.

4 Verzeichnis der Symbole

Die in dieser Europäischen Norm verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 enthalten:

Tabelle 1 — Verzeichnis der Symbole

A_L	Bruchdehnung (Messlänge $\geq 0,4 \times$ Stabdurchmesser)	mm
A_5	Bruchdehnung (Messlänge $= 5 \times$ Stabdurchmesser)	%
A	Lebensdauer in Jahren zur Berechnung der Wirkung von Korrosion; üblicherweise 20 Jahre	anno
C_Q	Faktor zur Berücksichtigung der Qualität der Gussteile	—
δ_e	negative Wanddickentoleranz	mm
e_{act}	tatsächliche Wanddicke an vorgegebenen Messpunkten des zu prüfenden Ventils	mm
e_B	Die Referenzdicke ist die minimale Werkstoffdicke, die für die ausreichende Festigkeit des drucktragenden Teils erforderlich ist	
e_c	Wanddickenminderung aufgrund von Korrosion	mm
e_{con}	Wanddicke eines Bauteils nach Angabe in der Konstruktionszeichnung	mm
KV	Kerbschlagarbeit	J
KV_0	Grenzwert für die Kerbschlagarbeit, wenn diese als unabhängig von der Temperatur gilt	J
KV_{0t}	Normwert der Kerbschlagarbeit bei Normtemperatur des Werkstoffs	J

$KV_{TS \min}$	Kerbschlagarbeit bei minimaler Betriebstemperatur $TS_{\min}$	J
K_{VS}	Volumenstrom des Wassers, in Kubikmeter je Stunde, bei einem Differenzdruck Δ_p von 1 bar (0,1 MPa) bei Nennhub	m ³ /h
L	Leckrate, in Prozent in K_{VS}	%
N_6	Beträgt 31,6 nach Tabelle 1 der IEC 60534-2-1:2011/COR1:2014	—
P_F	maximaler zulässiger Auslegungs-Prüfdruck	bar
PS	maximaler zulässiger Druck allgemein, ohne Berücksichtigung von Temperatureinflüssen	bar
PS_0	Maximal zulässiger Druck bei Umgebungstemperatur (– 10 °C bis + 50 °C) nach Festigkeitsauslegung (ohne Temperaturkorrektur)	bar
$PS_{TS \max}$	maximaler zulässiger Druck bei maximaler Betriebstemperatur	bar
$PS_{TS \min}$	maximaler zulässiger Druck bei minimaler Betriebstemperatur	bar
P_{Test}	minimaler Berst-Prüfdruck (größer als P_F)	bar
p_1	Druck vor dem Ventil	bar
p_2	Druck hinter dem Ventil	bar
Δ_p	Differenzdruck	bar
p'	Prüfdruck jedes Ventils nach der Fertigung	bar
Q_M	Massenstrom	kg/h
Q_V	Volumenstrom hinter dem Ventil	m ³ /h
$R_{e \ 1,0}$	obere Streckgrenze, 1,0-%-Dehnung	MPa, N/mm ²
$R_{e \ 1,0 \ TS \ max}$	obere Streckgrenze, 1,0-%-Dehnung bei maximaler Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{e \ 0,2}$	obere Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei Umgebungstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p \ 0,2}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei Umgebungstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p \ 0,2 \ TS \ min}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei minimaler Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p \ 0,2/t}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei Temperatur t	MPa, N/mm ²
$R_{p \ 0,2 \ TS \ max}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei maximaler Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p \ 1,0}$	Streckgrenze, 1,0-%-Dehnung bei Umgebungstemperatur	MPa, N/mm ²
R_{eH}	obere Streckgrenze	MPa, N/mm ²

$R_{eH\ TS\ max}$	obere Streckgrenze bei maximaler Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
R_m	Zugfestigkeit	MPa, N/mm ²
$R_{m\ TS\ max}$	Zugfestigkeit bei maximaler Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{m\ act}$	tatsächliche Zugfestigkeit des Werkstoffs des zu prüfenden Ventils	MPa, N/mm ²
$R_{m\ con}$	Zugfestigkeit für die Auslegung	MPa, N/mm ²
ρ	Dichte des verwendeten Durchflusstoffs	kg/m ³
ρ_0	Dichte des Wassers bei 15,5 °C	kg/m ³
ρ_1	Dichte vor dem Ventil	kg/m ³
ρ_2	Dichte hinter dem Ventil	kg/m ³
Sc	Faktor zur Berücksichtigung der Korrosion	—
S_{con}	Faktor für die Berechnung des Berst-Prüfdruckes unter Berücksichtigung der Zugfestigkeit nach Tabelle A.1	—
S_F	Faktor zur Berücksichtigung der Formgebung	—
$S_{TS\ min}$	Faktor zur Berücksichtigung der reduzierten Kerbschlagarbeit aufgrund minimaler Betriebstemperatur	—
$S_{TS\ max}$	Faktor zur Berücksichtigung der reduzierten Festigkeit aufgrund der maximalen Betriebstemperatur	—
S_σ	Faktor zur Berücksichtigung des Prüfdruckes	—
σ_{con}	Ausgangswert der zulässigen Spannung	MPa, N/mm ²
σ_{corr}	Werte für die zulässige Spannung, abgeleitet aus σ_{con}	MPa, N/mm ²
$t_{min\ 25}$	Niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung 25 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle A.1 beträgt	°C
$t_{min\ 75}$	Niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung 75 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle A.1 beträgt	°C
$t_{min\ 100}$	Niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung 100 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle A.1 beträgt	°C
T_R	Die Auslegungs-Referenztemperatur ist die angepasste minimale Betriebstemperatur T_{Smin} . Wird zur Bestimmung von T_{Smin} auf Grundlage der Referenzdicke e_B verwendet	
T_S	Temperaturanpassung der Auslegungs-Referenztemperatur T_R	

T_{KV}	Kerbschlagversuch-Temperatur	
TS	Betriebstemperatur	°C
TS_{min}	minimale Betriebstemperatur	°C
TS_{max}	maximale Betriebstemperatur	°C
V	Innenvolumen eines Ventils	l
X	Faktor für die Korrektur der tatsächlichen Wanddicke bezogen auf die Auslegungs-Wanddicke	—
K	gleichgesetzt dem Wert $\frac{\Delta p}{p_1}$	—
Y	Faktor zur Korrektur der Zugfestigkeitswerte des zu prüfenden Ventils bezogen auf die Zugfestigkeitskennwerte für die Auslegung von Ventilen	—
Z	Faktor zur Berücksichtigung der Qualität einer Verbindung (z. B. Schweißverbindung)	—
δ	Wanddickenminderung pro Jahr	mm
ANMERKUNG 1 MPa = 10 bar.		

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Einbau und Betrieb

Die Ventile müssen so ausgelegt sein, dass sie in Übereinstimmung mit den Sicherheitsnormen für Kühlanlagen eingebaut und betrieben werden können.

BEISPIEL Relevante System-Sicherheitsnormen beinhalten:

- a) ISO 5149, Teil 1, Teil 2 und Teil 4,
- b) IEC 60335-2-40,
- c) ASHRAE 15,
- d) EN 378, Teil 1, Teil 2 und Teil 4.

Der Einsatz von Verlängerungsrohren wird vom Hersteller festgelegt.

Falls Verlängerungsrohre nicht in der Auslegung des Ventils enthalten sind, wird die entsprechende Sicherheitsnorm für Kühlanlagen und/oder die Gesetzgebung Anforderungen für diese Baugruppe (Ventile mit Verlängerungsrohren) aufstellen.

5.2 Druckbeanspruchte Bauteile

Alle Teile des Ventils müssen unter Berücksichtigung der zu erwartenden thermischen, physikalischen und chemischen Beanspruchung so konstruiert und hergestellt sein, dass sie dicht bleiben und dem Druck standhalten, der während des Betriebs, im Stillstand und während des Transports auftreten kann.

Der Hersteller muss das Ventil in eine Kategorie aus Anhang G einstufen.

5.3 Übermäßige mechanische Beanspruchung

Nach dem Einbau dürfen die Ventile, insbesondere Ventile für die Heißgasabtauung, keiner übermäßigen mechanischen Beanspruchung durch die Verschraubung des Rohres oder Temperaturänderungen während des Betriebs ausgesetzt sein.

ANMERKUNG Durch die Heißgasabtauung kann es zu hydraulischen Schocks kommen mit Druckschwankungen über *PS*.

5.4 Dichtheit

Das Ventil muss bei der Prüfung nach 9.2 nach außen dicht sein. Ventilsitze müssen nach den Festlegungen in 9.3 dicht sein.

Nach dem Einbau dürfen die Ventile, insbesondere Ventile für die Heißgasabtauung, keiner übermäßigen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sein.

5.5 Funktion von handbetätigten Ventilen

Die einwandfreie Funktion von handbetätigten Ventilen muss für den gesamten Betriebsbereich bis zu dem zulässigen Druck *PS* und der zugeordneten zulässigen Temperatur *TS* sichergestellt sein.

5.6 Funktion von Ventilen mit Stellantrieb

Die einwandfreie Funktion von Ventilen mit Stellantrieb, die durch das Medium oder durch eine äußere Energiequelle betätigt werden, muss über den gesamten, vom Hersteller festzulegenden Betriebsbereich sichergestellt sein.

6 Werkstoffe

6.1 Allgemeines

6.1.1 Werkstoffeigenschaften

Werkstoffe, einschließlich Schweißzusatzwerkstoffe, Lötmittel und Dichtungswerkstoffe, müssen den beim Betreiben der Anlage auftretenden thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Der Werkstoff muss beständig sein gegen die jeweils verwendeten Kältemittel, Lösungsmittel (in Absorptionsanlagen) und Kältemittel/Ölgemische.

ANMERKUNG Ausführliche Listen der geeigneten Werkstoffe sind in Anhang E dieser Norm zu finden. Informationen zu Stahl sind außerdem, gemeinsam mit weiteren nützlichen Informationen, in der EN 13445-2 zu finden.

Werden Werkstoffeigenschaften im Verlauf des Herstellverfahrens (z. B. durch Schweißen oder Tiefziehen) so verändert, dass die Werte für die Festigkeit und/oder Kerbschlagarbeit vermindert werden, dann sind diese veränderten Werte in Form von Korrekturen zu berücksichtigen oder durch entsprechende Werkstoffvergütungen (z. B. Wärmebehandlung) wieder auszugleichen.

Restspannungen können z. B. die Schlagfestigkeit verringern und die Spannungskorrosion erhöhen (siehe Anhang H). Wo zutreffend muss verifiziert werden, dass die Restspannungen keine schädlichen Auswirkungen haben.

Werkstoffe mit einem Umformgrad von über 2 % sind üblicherweise nach den jeweiligen Werkstoffspezifikationen einer Wärmebehandlung zu unterziehen. Alternativ kann die Beständigkeit gegen Innendruck durch eine Prüfung nachgewiesen werden, wenn keine Wärmebehandlung durchgeführt wird.

6.1.2 Verwendung nichtmetallischer Werkstoffe

Die Verwendung nicht metallischer Werkstoffe, z. B. für Dichtungen, Beschichtungen, Isolierwerkstoffe, Sichtgläser ist zulässig, sofern diese mit den anderen Werkstoffen, Kältemitteln und Schmierstoffen kompatibel sind.

Die Verträglichkeit von Gummi und thermoplastischen Dichtungswerkstoffen und Flachdichtungen muss nach Anhang K bewertet werden.

6.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Lagerteile

In dieser Norm aufgeführte Werkstoffe (siehe Anhang E) haben sich für die Verwendung für Ventile als geeignet erwiesen.

Gusseisen mit Lamellengraphit darf nicht verwendet werden, Gusseisen mit Kugelgraphit jedoch bis zu Temperaturen, für die nachgewiesen werden kann, dass insgesamt ein gleichwertiges Sicherheitsniveau wie bei anderen Werkstoffen erreicht werden kann.

ANMERKUNG EN 1563 enthält Informationen zu Gusseisen mit Kugelgraphit.

Automatenstahl verfügt allgemein nicht über die Schlagfestigkeit KV0, die für drucktragende Teile erforderlich ist. Er darf für drucktragende Teile verwendet werden, wenn der Druck kein signifikanter Auslegungsfaktor ist.

Wird die Verwendung neuer Werkstoffe beabsichtigt, muss die Konstruktion nach Anhang A bis Anhang D erfolgen, sofern die Streckgrenze bzw. die Dehngrenze bei der maximalen Betriebstemperatur und die Kerbschlagarbeit bei der niedrigsten Betriebstemperatur bekannt sind. Liegen keine Angaben zu diesen Eigenschaften vor, darf der Werkstoff nicht verwendet werden.

6.3 Verträglichkeit der Verbindungen

Physikalisch zusammenzufügende Werkstoffe müssen unter Berücksichtigung der jeweils verwendeten Werkstoffe und der festgelegten Maße der Rohrleitung für eine wirksame Verbindung geeignet sein.

6.4 Duktilität (Verformbarkeit)

Werkstoffe, die in größerem Maße verformt werden, müssen eine ausreichende Duktilität aufweisen und, wo erforderlich, einer Wärmebehandlung unterzogen werden.

6.5 Alterung

Werkstoffe für drucktragende Teile dürfen keiner erheblichen Alterung ausgesetzt sein.

6.6 Gussstücke

Gussstücke müssen spannungsarm sein. Werden sie nicht spannungsarm gegläht, muss nach dem Gießen und nach einer möglichen Wärmebehandlung für eine kontrollierte Abkühlung gesorgt werden.

6.7 Geschmiedete und geschweißte Bauteile

Geschmiedete und geschweißte Bauteile sind aus geeigneten Werkstoffen herzustellen (z. B. schweißgeeignete Feinkorn-LC-Stähle) und müssen einer Wärmebehandlung unterzogen werden, falls die Kombination von Betriebstemperatur, Betriebsdruck und Wanddicke nach Berechnung ergibt, dass dies erforderlich ist.

Automatenstahl ist für das Schweißen nicht geeignet.

6.8 Muttern, Bolzen und Schrauben

Werkstoffe für Muttern, Bolzen und Schrauben für die Verbindung von druckbeanspruchten Gehäuseteilen müssen innerhalb der durch die Betriebstemperatur bestimmten Einsatzgrenzen für die Muttern und Schrauben die zutreffenden Werkstoffeigenschaften aufweisen. Dabei müssen die folgenden Mindestwerte für die Bruchdehnung und die Kerbschlagarbeit erreicht werden. Das Prüfstück für die Feststellung der Kerbschlagarbeit ist parallel zur Zieh- oder Walzrichtung zu entnehmen und die Ausrichtung des Kerbs muss rechtwinklig zur Zieh- oder Walzrichtung sein:

- a) für ferritische Werkstoffe eine Bruchdehnung von $A_5 \geq 14 \%$;
- b) für kaltgeformte austenitische Werkstoffe eine Bruchdehnung von $A_L \geq 0,4 \times d$;
- c) eine Kerbschlagarbeit KV bei 20 °C von mindestens 52 J für vergütete Legierungsstähle und von mindestens 40 J für unlegierte Stähle (ISO-V-Probe).

Bei der niedrigsten Betriebstemperatur muss eine Kerbschlagarbeit KV für vergütete Legierungsstähle und für unlegierte Stähle mindestens 27 J (ISO-V-Probe) betragen.

Die Werkstoff-Kennwerte, die bei der Festigkeitsberechnung von als Verbindungselemente eingesetzten Muttern, Bolzen und Schrauben verwendet werden, müssen auf eine Temperatur von 20 °C bezogen sein.

ANMERKUNG Einige geeignete Werkstoffe sind in Anhang E angegeben.

6.9 Spindeln

Werkstoffe für Spindeln müssen korrosionsbeständig sein, um einen zulässigen Betrieb sicherzustellen, und über den gesamten Betriebstemperaturbereich die entsprechenden Werkstoffeigenschaften aufweisen.

6.10 Glaswerkstoffe

Glas muss frei von Blasen, kristallinen Einschlüssen und Oberflächenunregelmäßigkeiten sein.

ANMERKUNG Thermische Erhöhung der Festigkeit (Temperieren) von Glas sollte nur aus zwingenden Gründen vorgenommen werden.

6.11 Anforderungen an die Dokumentation

Werkstoff-Prüfzeugnisse müssen vom Hersteller nach den Anforderungen des Käufers vorzugsweise zum Zeitpunkt der Lieferung, spätestens aber zum Zeitpunkt der Abnahme bereitgestellt werden, um diesem zu ermöglichen, sicherzustellen, dass der verwendete Werkstoff die erforderlichen Spezifikationen erfüllt und dass dieser von der abschließenden Prüfung über die Fertigung bis zum Erhalt nachverfolgbar ist. Jegliches erforderliche Abnahmeprüfzeugnis muss im Namen und mit Unterschrift der zuständigen Person, die die Kontrolle, Untersuchung oder Prüfung durchgeführt hat, ausgestellt sein.

Jedes Zeugnis muss einem der folgenden 3 Typen entsprechen:

- a) Zeugnistyp 1: Ein Zertifikat, das die Übereinstimmung mit der Bestellung erklärt.
- b) Zeugnistyp 2: Ein Prüfbericht, der die Übereinstimmung mit der Bestellung erklärt. Der geprüfte Werkstoff darf aus einer anderen Charge als der gelieferte Werkstoff stammen.
- c) Zeugnistyp 3: Ein Zertifikat, das die Übereinstimmung mit der Bestellung erklärt und in dem die Prüfergebnisse enthalten sind. Der geprüfte Werkstoff muss aus derselben Charge wie der gelieferte Werkstoff stammen.

BEISPIEL 1 Abnahmeprüfzeugnisse nach ISO 10474 der Typen 2.1, 2.2 und 3.1 sind Beispiele für Zeugnistypen 1, 2 bzw. 3 für Stahl und Stahlprodukte.

BEISPIEL 2 Abnahmeprüfzeugnisse nach EN 10204 der Typen 2.1, 2.2 und 3.1 sind Beispiele für Zeugnistypen 1, 2 bzw. 3 für alle metallischen Werkstoffe.

Die Anforderungen für Werkstoff-Prüfzeugnisse hängen von der Ventilkategorie nach Definition in Anhang G und von der Funktion des Werkstoffs im Ventil ab.

Zeugnistyp 1 oder höher ist erforderlich für Werkstoffe, die verwendet werden in:

- d) Ventilen der Kategorien unter I, und
- e) für nicht drucktragende Teile.

Zeugnistyp 2 oder höher ist erforderlich für Werkstoffe, die verwendet werden in:

- f) drucktragenden Teilen von Ventilen der Kategorie I, und
- g) Muttern, Bolzen und Schrauben von Ventilen der Kategorie II bis Kategorie IV, außer ihr Ausfall würde zur plötzlichen Freisetzung von Druckenergie führen.

Zeugnistyp 3 ist erforderlich für Werkstoffe, die verwendet werden in: drucktragenden Teilen von Ventilen der Kategorie II, Kategorie III und Kategorie IV, außer für Muttern, Bolzen und Schrauben, deren Versagen nicht zu einer plötzlichen Freisetzung von Druckenergie führen würde. Diese Zeugnisse müssen von einer zuständigen Stelle verifiziert werden, oder der Hersteller muss von einer zuständigen Stelle für diese Verifizierung zugelassen sein.

ANMERKUNG 1 Muttern, Bolzen und Schrauben werden üblicherweise derart verwendet, dass das Versagen von einzelnen Muttern, Schrauben oder Bolzen zu einem Leck, jedoch nicht zur plötzlichen Freisetzung von Druckenergie führt.

ANMERKUNG 2 Die Europäische Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU lässt für „Befestigungen“ von Ventilen der Kategorie 1 die Verwendung des Untersuchungstyps 2.1 und für höhere Kategorien die Verwendung des Typs 2.2 zu. Der Einfachheit halber sind die Anforderungen in dieser Norm etwas höher.

6.12 Messung der Kerbschlagarbeit KV an Proben kleinerer Größe

Falls die Kerbschlagarbeit gemessen werden soll, und es können keine Charpy-Proben voller Größe aus den Bauteilen und Schweißnähten entnommen werden, müssen Proben kleinerer Größe geprüft werden. Kerbschlagversuche sollten an Proben mit größtmöglicher Dicke, die aus dem betreffenden Bauteil entnommen werden können, durchgeführt werden.

Die erforderlichen Energien für Proben kleinerer Größe sind in Tabelle 2 angegeben. Zur Repräsentation des Verhaltens einer Probe mit voller Dicke muss eine geringere Kerbschlagversuch-Temperatur angewandt werden. Die Prüftemperaturverschiebungen müssen in Übereinstimmung mit Tabelle 2 ausgewählt werden.

Tabelle 2 — Äquivalente Kerbschlagarbeitsanforderungen bei der Extraktion von Proben geringerer Größe aus dickeren Bereichen

Erforderliche Kerbschlagarbeit	Probengeometrie	Anforderungen an Proben geringerer Größe		
		KV [J]	Probengeometrie [mm × mm]	Verschiebung der Kerbschlagver- suchtemperatur
27	10 × 10	20	7,5 × 10	$T_{KV} - 5 \text{ K}$
27	10 × 10	14	5 × 10	$T_{KV} - 20 \text{ K}$
40	10 × 10	30	7,5 × 10	$T_{KV} - 5 \text{ K}$
40	10 × 10	24	5 × 10	$T_{KV} - 20 \text{ K}$
20	7,5 × 10	14	5 × 10	$T_{KV} - 15 \text{ K}$
30	7,5 × 10	20	5 × 10	$T_{KV} - 15 \text{ K}$
14	5 × 10	—	—	—
20	5 × 10	—	—	—

7 Konstruktion

7.1 Allgemeines

Die Konstruktion eines Ventils muss für die Verwendung eines Ventils bei den vom Hersteller vorgegebenen Werten für Druck und Temperatur geeignet sein.

Die Anforderungen an die Konstruktion betreffen druckbeanspruchte Teile aus den in Abschnitt 6 festgelegten Werkstoffen.

Bei der Konstruktion des Gehäuses ist besonders auf sanfte, konkave Querschnittsübergänge zu achten, da scharfe Kanten dazu neigen, Spannungen zu erhöhen, und unter Umständen direkt zum Bruch oder zu Spannungskorrosionsrissen (siehe Anhang H) führen.

Druckgehäuse mit Glas als Werkstoff müssen die Anforderungen aus Anhang J erfüllen.

Das Ventil muss so konstruiert sein, dass eingeschlossene Flüssigkeit sicher abgeleitet oder aufgefangen wird.

7.2 Maximaler zulässiger Druck

Der maximal zulässige Druck PS muss vom Hersteller festgelegt werden, und die Festigkeit des Ventils muss unter Berücksichtigung von PS verifiziert werden.

ANMERKUNG Nach ISO 5149 darf das System den maximal zulässigen Druck PS nicht überschreiten, außer für die kurze Zeit, die erforderlich ist, um die Druckentlastungseinrichtung mit einem maximalen Wert von $1,1 \times PS$ zu betreiben.

Ein Ventil kann über einen PS verfügen, der von der Betriebstemperatur abhängt. Ein Beispiel findet sich in Tabelle 6.

7.3 Konstruktionsfestigkeit des Ventils

Die Ventilkonstruktion muss auf ausreichende Festigkeit im gesamten Betriebsbereich verifiziert werden.

Es gibt zwei Methoden der Verifizierung:

- a) durch Berechnung nach Anhang A, Anhang C und Anhang D, oder
- b) durch experimentelle Methoden nach Anhang B, Anhang C und Anhang D.

Anhang A und Anhang B werden zur Verifizierung des maximal zulässigen Drucks bei Umgebungstemperaturen, PS_0 , verwendet, Anhang C dient der Verifizierung des maximal zulässigen Drucks PS bei höheren Temperaturen, und Anhang D dient der Verifizierung des maximal zulässigen Drucks PS bei niedrigeren Temperaturen.

Die erforderliche Verifizierung hängt von der Ventilkategorie nach Definition in Anhang G ab. Für Ventile der Kategorie I oder höher:

- Für Ventile, die in Anhang G nach Nennweite (DN) kategorisiert sind: Wenn PS mal DN kleiner als 3 000 ist, muss die Verifizierung entweder durch Berechnung oder durch eine experimentelle Methode vorgenommen werden. Wenn PS mal DN gleich 3 000 oder mehr ist, muss die Verifizierung durch Berechnung vorgenommen werden.
- Für Ventile, die in Anhang G nach Volumen (V) kategorisiert sind: Wenn PS mal V kleiner als 6 000 ist, muss die Verifizierung entweder durch Berechnung oder durch eine experimentelle Methode vorgenommen werden. Wenn PS mal V gleich 6 000 oder mehr ist, muss die Verifizierung durch Berechnung vorgenommen werden.

Für Ventile einer Kategorie unter I muss die Verifizierung entweder durch Berechnung oder durch eine experimentelle Methode vorgenommen werden.

ANMERKUNG Die nationale Gesetzgebung stellt unter Umständen weitere Anforderungen an die Genehmigung der Konstruktion.

Für Ventile mit reduzierter Duktilität bei niedrigen Temperaturen muss die zulässige Beanspruchung nach Anhang D reduziert werden.

BEISPIEL Bild 1 stellt die Beziehung zwischen PS_0 und PS dar. Ein PS_0 -Wert von 28 bar wurde im Betriebsbereich von 10 °C bis 50 °C verifiziert, der maximal zulässige Druck bei 150 °C wurde mithilfe von Anhang C, und die maximal zulässigen Drücke bei 60 °C und –80 °C wurden mithilfe von Anhang D verifiziert.

Nach dieser Verifizierung kann der Hersteller wählen, PS als Funktion der Temperatur (z. B. PS-Option 1 in Bild 1) oder jeglichen anderen Wert von PS (z. B. PS-Option 2 oder PS-Option 3 in Bild 1) anzugeben, solange dieser die verifizierten Werte nicht überschreitet.

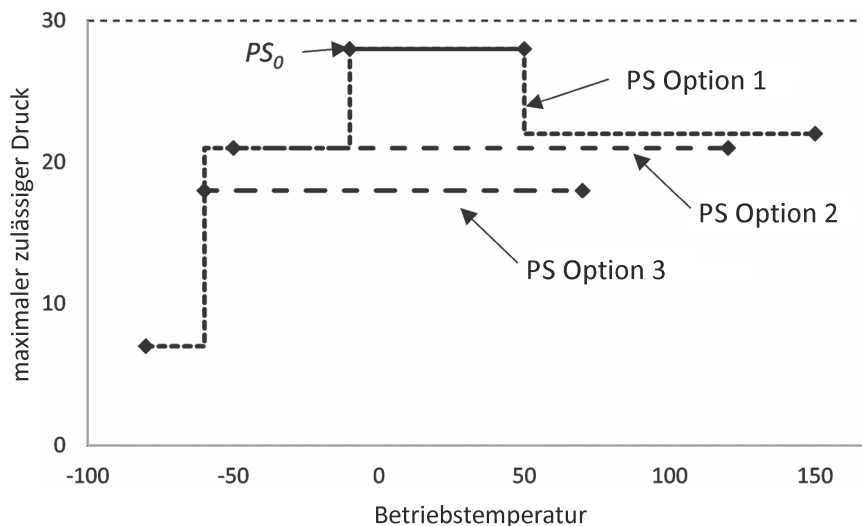


Bild 1 — Beispiel: Beziehung zwischen PS_0 und PS

7.4 Gehäuse und Oberteile

Die Festigkeitsauslegungen von druckbeanspruchten Gehäusen und Oberteilen müssen durch das Verfahren aus 7.3 verifiziert werden.

Spindeln und Stopfbuchsen unterliegen diesen Berechnungen oder Prüfungen nicht.

Verschraubte Oberteile müssen so konstruiert sein, dass das Oberteil nicht aus dem Ventilkörper ausgeschraubt werden kann, ohne eine Verriegelungseinrichtung zu entfernen.

7.5 Muttern, Bolzen, Schrauben, Verbindungselemente und Dichtungen

Bei der Auslegung von Schrauben, Verbindungselementen, Muttern und Dichtungen muss der gesamte Temperaturbereich (von TS_{min} bis TS_{max}) berücksichtigt werden.

Um Brüche durch gefrierendes Wasser zu vermeiden, darf in die Dichtungen der Bälge keine Feuchtigkeit eindringen.

Werden für Dichtungen Weichstoffe verwendet, müssen diese in einer Aufnahme befestigt sein.

7.6 Sitzdichtheit

7.6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt gilt für Bauteile, deren innere Sitzdichtheit ein Auslegungsmerkmal ist. Die Sitzdichtheit muss nach Tabelle 3 eingestuft sein.

Tabelle 3 — Prüfanforderungen für Sitzdichtheit

Sitzdichtheitsklasse	Typprüfung ^a
A	eine Minute lang keine Blasen oder Ähnliches gemessen ^b
B	eine Minute lang keine Blasen oder Ähnliches gemessen
C	0,1 % von K_{VS}
D	0,25 % von K_{VS}

Sitzdichtheitsklasse	Typprüfung ^a
E	0,5 % von K_{VS}
F	1 % von K_{VS}
G	— ^c
^a Für Typprüfungen muss der Hersteller die Undichtheit bei Umgebungstemperatur und im gesamten Druckdifferenzbereich messen. Empfohlene obere Grenzwerte des maximalen Differenzdrucks für handbetätigte Ventile sind in Tabelle 4 zu finden. ^b Bei Sicherheitsventilen muss der Hersteller die Undichtheit bis $0,9 \times$ dem Ansprechdruck des Ventils messen. ^c Für die Sitzdichtheitsklasse G müssen Prüfungen zur Bestätigung der in der technischen Literatur angegebenen Sitzdichtheit durchgeführt werden.	

Die erforderliche Sitzdichtheitsklasse hängt von der vorgesehenen Anwendung des Ventils ab:

- a) Ventile, die dauerhaft zur Atmosphäre führen, müssen die Sitzdichtheitsklasse A erfüllen.
- b) Ventile, die während der Wartung zur Atmosphäre führen, müssen die Sitzdichtheitsklasse A oder B erfüllen.
- c) Für andere Ventile sind Sitzdichtheitsklassen mit geringeren Anforderungen zulässig.

ANMERKUNG 1 Bauteile mit mehreren Ventilsitzen sind unter Umständen verschiedenen Sitzdichtheitsklassen zugeordnet.

ANMERKUNG 2 Sicherheitsventile sind Beispiele für Ventile, bei denen die Sitzdichtheitsklasse A erforderlich ist, während die meisten Absperrventile den Anforderungen der Klasse A oder Klasse B genügen müssen.

Bei manuell geschlossenen Ventilen muss der Sitz bei der Prüfung der Sitzdichtheit vor der Prüfung mit der vorgeschriebenen Schließkraft geschlossen werden.

Bei Ventilbauformen mit doppeltem Sitz, beispielsweise viele Schieber, Kegelventile und Kugelventile, muss der Prüfdruck nacheinander an beiden Enden des geschlossenen Ventils aufgebracht werden, und die Dichtheit muss am jeweils gegenüberliegenden Ende geprüft werden.

Als alternative Methode für Ventile mit unabhängigem doppeltem Sitz (wie Absperrventile mit Doppelscheiben oder geteiltem Keil) darf der Druck nach Wahl des Herstellers im Oberteil (oder Gehäuse) des geschlossenen Ventils aufgebracht werden, und jeder Sitz darf an den Ventilanschlüssen auf Dichtheit geprüft werden, oder der Druck darf auf die Ventilanschlüsse aufgebracht werden, und die Summe der Sitzundichtheit am Oberteil (oder Gehäuse) gemessen werden. Diese alternativen Methoden dürfen nach Wahl des Herstellers für Ventile mit Einzelscheiben (wie Absperrventile mit festem oder flexiblem Keil) eingesetzt werden, vorausgesetzt, es wird eine ergänzende Prüfung des Schließkörpers über die Scheibe durchgeführt.

Bei anderen Ventiltypen muss der Prüfdruck über den Schließkörper in der Richtung aufgebracht werden, in der die widrigeren Sitzbedingungen vorliegen. Beispielsweise muss ein Kugelventil mit Druck unter der Scheibe geprüft werden. Ein Rückschlagventil oder ein anderer Ventiltyp, der als Einwegeventil ausgelegt, verkauft und gekennzeichnet wird, erfordert nur eine Schließprüfung in der vorgesehenen Richtung. Ein absperrbares Rückschlagventil muss beide Prüfungen durchlaufen.

7.6.2 Sitzdichtheit: Typprüfung

Die Leckrate L ist als Prozentsatz des K_{VS} -Werts in den Strömungsrichtungen, in denen das Ventil den Volumenstrom absperren soll, festgelegt.

Der Hersteller muss die Undichtheit im gesamten Druckdifferenzbereich, für den das Ventil ausgelegt ist, mit Gas (beispielsweise Luft oder Stickstoff) messen. Die Leckrate L darf die in Tabelle 3 für die Typprüfung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

Für die Sitzdichtheitsklasse G muss die Leckrate L in der technischen Literatur angegeben sein.

Ventile mit zwei Strömungsrichtungen sind in beiden Richtungen zu messen. Der größte gemessene Wert wird zur Berechnung von L mit Gleichung (1) oder Gleichung (2) eingesetzt.

Bei der Messung der Leckrate des Sitzes muss der Sitz vor der Prüfung mit der vorgeschriebenen Schließkraft geschlossen werden.

Die Leckrate L kann bestimmt werden mit:

$$L = 100 \% \times \frac{Q_M / \rho_2}{K_{VS}} \quad (1)$$

Oder

$$L = 100 \% \times \frac{Q_V}{K_{VS}} \quad (2)$$

Dabei ist

Q_M der Massenstrom, in Kilogramm ausgetretener Luft je Stunde;

Q_V der Volumenstrom hinter dem Ventil, in Kubikmeter ausgetretener Luft je Stunde;

K_{VS} der Volumenstrom des Wassers, in Kubikmeter je Stunde, bei einem Differenzdruck Δp von 1 bar bei Nennhub;

ρ_2 die Dichte hinter dem Ventil, in Kilogramm je Kubikmeter.

ANMERKUNG Die Berechnung der zulässigen Leckrate ist unabhängig vom zur Messung des Lecks verwendeten Druck.

BEISPIEL 1 Der K_{VS} -Wert eines Ventils ist gleich 4,6 m³/h und die maximale, hinter dem Ventil gemessene Sitzundichtheit Q_V von 15 mm³ Luft je Minute wird gemessen, d. h. $Q_V = 0,000\,9$ m³/h. L kann berechnet werden mit: $L = 100 \% \times 0,000\,9 / 4,6 = 0,02 \%$.

BEISPIEL 2 Der K_{VS} -Wert eines Ventils ist gleich 300 m³/h und die maximale, hinter dem Ventil gemessene Sitzundichtheit Q_V von 1 000 mm³ (1 cm³) Luft je Minute wird gemessen, d. h. $Q_V = 0,06$ m³/h. L kann berechnet werden mit: $L = 100 \% \times 0,06 / 300 = 0,02 \%$.

Bei Ventilen mit Rückdichtung muss diese auf ausreichende Dichtheit überprüft werden, um den Austausch der Stopfbuchsenpackung ohne Gefahr für das Bedienungspersonal zu ermöglichen.

7.7 Spindelgewinde und Wellen

Spindeln und Wellen müssen gegen unbeabsichtigtes Herausdrehen gesichert sein.

Die Spindel muss so konstruiert sein, dass Zusatzspannungen innerhalb des Ventils vermieden werden und keine Gefahr entsteht, wenn die Spindel durch ein zu großes Drehmoment versagt.

Spindeln müssen so konstruiert sein, dass Reibverschleiß zwischen Spindel, Oberteil und dem Gewindeteil, falls vorhanden, vermieden wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass Werkstoffe gewählt werden, die, bezogen auf geringe Reibkräfte, kompatibel sind.

Ventilspindeln müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, die beständig sind gegen Korrosion durch Kältemittel und Kältemittelöl sowie umgebungsbedingte Korrosion (siehe Anhang E).

7.8 Konstruktion von Stopfbuchsen

Kein Teil der Stopfbuchse oder die Stopfbuchse als Ganzes darf losgedreht werden, so dass sie durch den Innendruck herausgedrückt wird. Dies kann durch Verwendung von Schraubengewinden mit unterschiedlicher Steigung sichergestellt werden, wobei das Gewinde der Stopfbuchsmutter die geringere Steigung hat.

Bei Temperaturen unter -40 °C sind besondere konstruktive Maßnahmen erforderlich, um die Funktionsfähigkeit über den gesamten Bereich der zulässigen Temperaturen sicherzustellen. Dies kann z. B. durch ein verlängertes, beheiztes oder wärmeisoliertes Armaturenoberteil erreicht werden.

Erhöhte Temperaturen erfordern besondere konstruktive Maßnahmen, um die ordnungsgemäße Funktion des Ventils sicherzustellen.

7.9 Ventilsitze

Ventile mit Sitzdurchmessern über 25 mm müssen so konstruiert sein, dass Gleitreibung zwischen der Ventilplatte und dem Sitz im Gehäuse verhindert wird, z. B. durch eine gegenüber der nicht drehenden Ventilplatte drehbare Spindel. Dies gilt nicht für Kugelventile.

Werden für Sitze und Ventilplatten Weichstoffe verwendet, müssen diese in einer Aufnahme befestigt sein.

7.10 Kappen

Abdichtende Kappen müssen für entsprechende Festigkeit ausgelegt sein.

Für den Stopfbuchsbereich mit durchgehender Spindel können Dichtungskappen für das Gehäuse oder Oberteil vorgesehen werden. Abdichtende Schraubkappen müssen bis zum zulässigen Druck *PS* dicht bleiben und so konstruiert sein, dass sich beim Öffnen der Innendruck abbaut, solange das Gewinde noch tragfähig ist.

Dies kann z. B. durch eine Entlastungsöffnung in der Kappe oder am Ventilgehäuse erreicht werden (siehe Bild 2).

Kappen von Ventilen, die in der Regel nicht benutzt werden, müssen mit einem Dichtdraht sowie einem Verschluss, der eine Betätigung nur durch Befugte ermöglicht, versehen werden können.

Schraubengewinde an Ventilkappen müssen rechtsgängig sein.

Für Handbetätigung während seltener Instandhaltungsarbeiten vorgesehene Ventile müssen zusätzlich zu der üblichen Abdichtung des Ventils mit einer Dichtungskappe versehen sein, sofern das Ventil nicht bei einem Notfall betätigt werden muss.

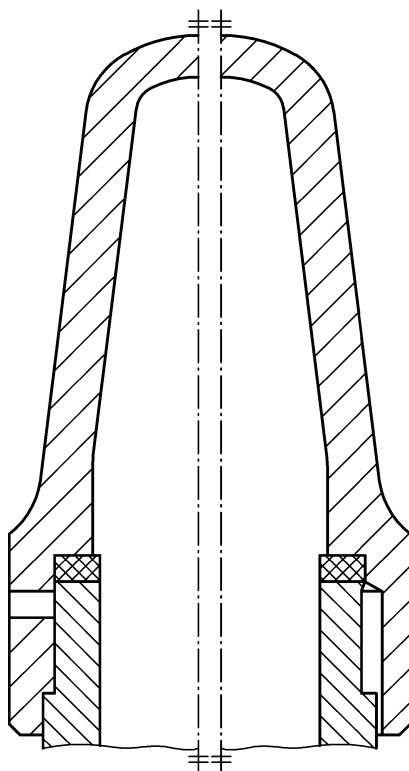


Bild 2 — Beispiel: Entlastungsöffnung (links) und Entlastungsschlitz (rechts)

7.11 Handbetätigte Ventile

Es ist darauf zu achten, dass der Differenzdruck ausgeglichen werden muss, wenn die Nennweite des Ventils und die Druckdifferenz dies erfordern. Der Ausgleich kann durch inneren oder äußeren Bypass erfolgen. Zu Informationen zum maximalen Differenzdruck für das Schließen von Hand siehe Tabelle 4. Ventile mit DN unter 50 können bis zu einem Differenzdruck von 90 bar von Hand betätigt werden.

Die Kräfte für die Handbetätigung und die Auslegung des Betätigungselementes (Handrad oder -hebel) müssen den Anforderungen aus Anhang L genügen.

Tabelle 4 — Handbetätigte Ventile — Maximaler Differenzdruck für das Schließen von Hand

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
Maximaler Differenzdruck [bar]	90	70	60	44	33	21	14	9	6	4,5	3,5
ANMERKUNG 1 bar = 0,1 MPa.											

Ventile, die für die Festigkeitsprüfung von Druckbehältern, Rohrleitungsabschnitten oder als Ventile für spätere Verlängerungen eingesetzt werden, müssen in beiden Richtungen dicht sein. Übersteigt der Differenzdruck die in Tabelle 4 angegebenen Werte, müssen die erforderlichen Schließmomente vom Hersteller angegeben werden.

Die Öffnungscharakteristiken von handbetätigten Regelventilen sind so auszulegen, dass das Anheben des Sitzes nach etwa zwei vollständigen Spindelumdrehungen beginnt (z. B. durch einen zylindrischen Kegelansatz) und der freiwerdende Durchgangsquerschnitt kontinuierlich zunimmt.

Für handbetätigte Ventile, die bei extremen Temperaturen betätigt werden, müssen Vorkehrungen getroffen werden, die Verbrennungen oder Erfrierungen durch die extremen Temperaturen verhindern.

7.12 Korrosionsschutz

Sofern das Ventil nicht aus einem nicht korrodierenden Werkstoff besteht, müssen Oberflächen, die einer Korrosion ausgesetzt sind, z. B. Flanschflächen, Gewinde oder Innenteile, mit einem Korrosionsschutzmittel versehen oder auf andere Weise für eine trockene Lagerung bei Umgebungstemperatur geschützt sein; dieser Schutz muss mindestens ein Jahr lang bei trockener Lagerung wirksam bleiben.

Anstriche, Beschichtungen, Oberflächenveredelungen und Einfärbungen sind nach Wahl des Herstellers auszuführen, sofern sie nicht in den Bestellunterlagen vorgeschrieben sind.

Die Kennzeichnung nach Abschnitt 10 muss dauerhaft lesbar bleiben.

8 Ausführung

Es dürfen keine Unebenheiten vorhanden sein, die die Sicherheit, Funktionsfähigkeit oder den Einbau der Ventile beeinträchtigen. Dies gilt insbesondere für Anschlussflächen.

Die Kontaktflächen an Gehäuse und Oberteil, an Stopfbuchse, Ventilkegel und den Sitzflächen müssen ausreichend glatt sein, um die Abdichtung sicherzustellen.

Alle vom Kältemittel voraussichtlich berührten Innenflächen und Bauteile müssen frei von Fremdstoffen, wie z. B. Rost, Zunder, Schmutz, Spänen und dergleichen sein. Nach der Fertigung und Prüfung darf in dem Ventil keine Flüssigkeit, ausgenommen die für den Korrosionsschutz erforderliche, vorhanden sein. Diese darf den Kältemittelkreislauf nicht nachteilig beeinflussen.

9 Fertigungsbegleitende Prüfung

9.1 Prüfung der Druckfestigkeit

Nach der Fertigung ist jedes Ventil mit einem Druck p' von mindestens $1,5 PS$ bzw. $1,25 PS_0$ durchzuführen. Dies gilt auch für Ventileile, die separat geprüft werden.

Für in Serie gefertigte Ventile einer Kategorie unter I nach Definition in Anhang G darf die Fertigungs-Druckfestigkeit auf statistischer Grundlage geprüft werden. Die statistische Methode muss dokumentiert werden.

BEISPIEL 1 Für ein Ventil, das für einen minimalen zulässigen Druck PS_0 von 28 bar bei Umgebungstemperatur ausgelegt ist, bei dem der PS jedoch wegen Sprödigkeit bei niedrigen Temperaturen nur 21 bar beträgt (ausgelegt bei $t_{\min 75}$), ist der Prüfdruck der größere von $1,5 \times 21 \text{ bar} = 31,5 \text{ bar}$ und $1,25 \times 28 \text{ bar} = 35 \text{ bar}$, d. h. der Druck für die fertigungsbegleitende Prüfung bei Umgebungstemperatur beträgt mindestens 35 bar.

BEISPIEL 2 Der PS_0 eines Ventils ähnlich dem aus dem obigen Beispiel ist gleich 28 bar, um jedoch die Festigkeit bei Umgebungstemperaturen zu bestimmen, hat der Hersteller entschieden, PS von der Betriebstemperatur abhängig zu machen. Bei Umgebungstemperaturen wird PS mit 28 bar angegeben, und bei niedrigen Temperaturen beträgt PS 21 bar. Um den Fertigungs-Prüfdruck zu berechnen, muss der Hersteller den Maximalwert von PS , d. h. 28 bar, berücksichtigen. Der Prüfdruck ist der größere von $1,5 \times 28 \text{ bar} = 42 \text{ bar}$ und $1,25 \times 28 \text{ bar} = 35 \text{ bar}$, d. h. der Prüfdruck ist mindestens 42 bar.

Bei der Prüfung von Ventilen mit druckempfindlichen Teilen darf die Prüfung beim 1,1-fachen maximalen zulässigen Druck bei Umgebungstemperatur, PS_0 , durchgeführt werden, wenn die Prüfungen nach B.1.4 auf statistischer Grundlage durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die Prüfungen der Druckfestigkeit können ohne die Innenteile, die dem Prüfdruck nicht standhalten würden, durchgeführt werden.

Unter dem Prüfdruck, der ausreichend lang gehalten wird, um verlässliche Ergebnisse zu erzielen, darf das Prüfstück keine sichtbaren Mängel zeigen.

Wird die Prüfung der Druckfestigkeit mit Gas (z. B. Luft oder Stickstoff) durchgeführt, müssen Vorkehrungen gegen Gefahren durch das eventuelle Bersten eines Ventils getroffen werden. Beispielsweise kann die Prüfung der Druckfestigkeit entweder in einer besonderen Kammer, die dem Bersten des Ventils standzuhalten vermag, oder in einem Becken unter Wasser, das mit Vorrichtungen gegen das Herausschleudern von Teilen oder mit anderen geeigneten Schutzeinrichtungen versehen ist, durchgeführt werden.

Wird die Prüfung der Druckfestigkeit mit Flüssigkeit durchgeführt, dann ist das Ventil nach der Prüfung gründlich zu trocknen oder zumindest zu entleeren, falls hierdurch die Anforderungen nach 8.14 erfüllt sind.

9.2 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung darf erst durchgeführt werden, nachdem die Druckfestigkeit des Ventils verifiziert wurde.

Falls eine Prüfung der Druckfestigkeit durchgeführt wird, muss die Dichtheitsprüfung der Prüfung der Druckfestigkeit nachfolgen.

ANMERKUNG Die Dichtheitsprüfung kann jedoch mit der in 9.1 beschriebenen Prüfung der Druckfestigkeit kombiniert werden.

Die Prüfung muss mit Gas (z. B. Luft oder Stickstoff) durchgeführt werden, wobei der Prüfdruck dem maximalen zulässigen Druck PS bei Umgebungstemperatur entspricht.

Während der Prüfung dürfen sich beim Eintauchen des Prüflings in entspanntes Wasser über eine Dauer von mindestens 1 min keine Blasen bilden.

Die Prüfung muss bei teiloffenem oder beidseitig gleichzeitig mit Druck beaufschlagtem Ventil durchgeführt werden.

Gleichwertige Prüfungen, z. B. eine Helium-Leckprüfung, sind zulässig. Falls das vorstehend beschriebene Prüfverfahren geändert wird (z. B. im Falle einer Helium-Leckprüfung), dann muss die Prüfung in einer Weise durchgeführt werden, die eine verlässliche Beurteilung zulässt. Es muss dokumentiert werden, dass die Dichtheitsprüfung mindestens die gleiche Aussagekraft wie die Blasenprüfung bietet.

Aus Umweltschutz- und Sicherheitsgründen sind Stickstoff, Helium und Kohlendioxid bevorzugte Prüfmedien. Den Prüfgasen können radioaktive Marker hinzugefügt werden. Luft und Gasmischungen sollten vermieden werden, da bestimmte Mischungen gefährlich sein können. Luft kann verwendet werden, wenn die Entzündungsgefahr beseitigt und die Sicherheit des Personals sichergestellt ist. Sauerstoff darf für Dichtheitsprüfungen nicht verwendet werden.

Nach den Prüfungen muss darauf geachtet werden, dass die Prüfmedien auf sichere Weise abgelassen werden.

9.3 Dichtheit des Sitzes

Dieser Abschnitt gilt für Bauteile, deren innere Sitzdichtheit ein Auslegungsmerkmal ist.

Für die Sitzdichtheitsklassen A bis F nach Definition in 7.7.1 muss jedes Ventil einzeln geprüft werden.

Wenn bei einem Differenzdruck Δp nach Tabelle 5 geprüft wird und die Messgeräte Lecks nach Angaben in Tabelle 5 erkennen können, darf kein Leck feststellbar sein.

Falls das vorstehend beschriebene Prüfverfahren geändert wird (z. B. im Falle einer Helium-Leckprüfung), dann muss die Prüfung in einer Weise durchgeführt werden, die eine verlässliche Beurteilung zulässt.

Tabelle 5 — Anforderungen an fertigungsbegleitende Dichtheitsprüfungen

Sitzdichtheitsklasse	Minimaler Prüfdruck	Leckerkennungsfähigkeit
A	maximaler Differenzdruck ^{a, b}	eine Minute lang keine Blasen oder Ähnliches gemessen
B	maximaler Differenzdruck ^a	0,02 % von K_{VS}
C	5,5 bar	0,1 % von K_{VS}
D	5,5 bar	0,25 % von K_{VS}
E	5,5 bar	0,5 % von K_{VS}
F	5,5 bar	1 % von K_{VS}
G ^c	—	—
^a Für handbetätigte Ventile sind empfohlene obere Grenzwerte des maximalen Differenzdrucks in Tabelle 4 zu finden. ^b Bei Sicherheitsventilen muss der maximale Differenzdruck $0,9 \times$ dem Ansprechdruck des Ventils entsprechen. ^c Für Sitzdichtheitsklasse G sollte die in der technischen Literatur angegebene Sitzdichtheit mittels Prüfung verifiziert werden. Beispielsweise durch statistische Methoden.		

9.4 Kappen

Abdichtende Kappen müssen auf das Vorhandensein einer Druckentlastungsvorrichtung überprüft werden.

10 Kennzeichnung und zusätzliche Angaben

10.1 Allgemeines

Die Kennzeichnung von Ventilen ab Kategorie I, wie in Anhang G definiert, muss mindestens die in 10.2 bis 10.4 festgelegten Angaben enthalten.

Die Kennzeichnung von Ventilen der Kategorien < I muss mindestens die Angaben nach a), b), g) und h) aus 10.2 enthalten.

Die Kennzeichnung muss dauerhaft entweder auf dem Gehäuse oder dem Flansch angebracht werden oder auf einem dauerhaft an dem Ventil befestigten Schild oder Etikett angegeben sein.

10.2 Kennzeichnung

- a) Zeichen des Ventilherstellers;
- b) Typbezeichnung;
- c) Jahr der Herstellung;

- d) maximaler zulässiger Druck (PS) in bar und zugehöriger Temperaturbereich (TS). Falls der maximale zulässige Druck PS abhängig von der Temperatur ist, muss die Beziehung in der Kennzeichnung angegeben sein (siehe Tabelle 6);
- e) Nennweite DN mit dem Nenndruck PN , falls zutreffend;
- f) Volumen (l), falls für Einstufung nach Anhang G verwendet;
- g) Hinweis auf den Typ des Ventilanschlusses;
- h) Pfeil zur Angabe der Durchflussrichtung, falls zutreffend.

BEISPIEL Tabelle 6 enthält ein Beispiel für die Druck-Temperatur-Abhängigkeit.

Tabelle 6 — Abhängigkeit von maximalem zulässigem Druck und Betriebstemperatur (Beispiel)

PS bar	TS °C
22	50,1 bis 150
28	–10,0 bis 50,0
21	–10,1 bis –60,0
7	–60,1 bis –85

10.3 Handbetätigte Regelventile

Handbetätigte Regelventile sind zusätzlich wie folgt zu kennzeichnen:

- a) mit dem Buchstaben „R“ (für Regelventil) auf dem oberen Gehäuseflansch; oder
- b) einem Schild oder Etikett mit der Aufschrift „Regelventil“ unter der Handradmutter.

10.4 Kappen

Abdichtende Kappen mit einem freien Nettovolumen von mindestens 1 l sind mit dem maximal zulässigen Druck PS zu kennzeichnen.

ANMERKUNG Diese Kappen sind üblicherweise in Kategorie I oder höher nach Anhang G eingestuft, wenn das freie Nettovolumen als Druckbehälter angesehen wird.

11 Dokumentation

11.1 Dokumentation für kleine Ventile

Für Ventile einer Kategorie unter I, wie in Anhang G definiert, muss der Hersteller folgende Unterlagen mit sicherheitsrelevanten Angaben vorlegen können:

- a) die unter Abschnitt 10 verlangten Angaben;
- b) Bedienungsanleitung für die Armatur;
- c) maximaler zulässiger Druck (PS), der in Abhängigkeit der Temperatur angegeben sein darf;
- d) minimale und maximale zulässige Temperatur (TS);

e) detaillierte Angaben zum Typ des Ventilanschlusses.

Die Werkstoffbescheinigungen können im Werk des Ventilherstellers eingesehen werden (siehe 6.11).

ANMERKUNG Für bestimmte Anwendungen benötigt der Kunde eine Kopie der Werkstoffbescheinigungen.

11.2 Dokumentation für große Ventile

Für Ventile der Kategorie I oder höher, wie in Anhang G definiert, muss der Hersteller folgende Unterlagen mit sicherheitsrelevanten Angaben vorlegen können:

- a) Montage- und Einbauanleitungen;
- b) Bedienungsanleitungen;
- c) beabsichtigte Verwendung des Ventils;
- d) Anleitungen für die Instandhaltung und Prüfung durch den Anwender;
- e) die unter Abschnitt 10 verlangten Angaben;
- f) Zeichnungen und Diagramme, die für das Verständnis der Anleitungen erforderlich sind;
- g) Warnungen vor möglichen Gefahren durch falschen Gebrauch der Armatur;
- h) Hinweis auf diese Norm;
- i) für das Ventil geeignete Kältemittel;
- j) Kvs -Wert, falls zutreffend;
- k) Werkstoffbezeichnung bei drucktragenden Gehäuseteilen;
- l) maximaler zulässiger Druck (PS), der in Abhängigkeit der Temperatur angegeben sein darf;
- m) minimale und maximale zulässige Temperatur (TS);
- n) detaillierte Angaben zum Typ des Ventilanschlusses.

Die Werkstoffbescheinigungen können im Werk des Ventilherstellers eingesehen werden (siehe 6.11).

ANMERKUNG Für bestimmte Anwendungen benötigt der Kunde eine Kopie der Werkstoffbescheinigungen.

Anhang A (normativ)

Verfahren zur Auslegung einer Ventilkonstruktion mittels Berechnung

A.1 Allgemeines

A.1.1 Allgemeines

Dieser Anhang definiert den Wert für die zulässige Spannung σ_{corr} , der für die Berechnung der Festigkeit bei einem maximal zulässigen Druck PS einzusetzen ist. Die Berechnungsmethode beinhaltet rechnerische Auslegung (en: design by formula, DBF), hinsichtlich einer Beanspruchung durch statischen Innendruck, und Auslegungsberechnung durch Analyse (en: design calculation by analysis, DBA) oder die Finite-Elemente-Methode mittels eines höherwertigen, bruchmechanisch begründeten Verfahrens.

ANMERKUNG EN 12516-2 enthält eine Methode für die rechnerische Auslegung.

Weitere festigkeitsrelevante Beanspruchungen infolge Reaktionskräfte oder -momente sowie Materialschwächungen durch anderweitige Einflüsse (z. B. Korrosion) sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Der Anhang liefert auch Sicherheitsbeiwerte zur Verwendung mit der experimentellen Auslegungsmethode aus Anhang B.

A.1.2 Auswahl von Werkstoffen

Die Festigkeitswerte für die Auslegungsrechnung (z. B. 0,2-%-Dehngrenze $R_{p0,2}$, Zugfestigkeit R_m) können den Werkstoffnormen entnommen werden. Im Anhang E sind für die aufgeführten Werkstoffe die zugehörigen Normen angegeben. Werden für die Auslegungsrechnung andere als in Werkstoffnormen aufgeführte Festigkeitswerte herangezogen, sind diese anhand von Werkstoffbescheinigungen nach 6.11 nachzuweisen.

A.1.3 Dokumentation

Die bei der Berechnung eingesetzten Festigkeitswerte, z. B. für die Zugfestigkeit bzw. Dehngrenze sowie die Berücksichtigung zusätzlicher Kraftmomente oder anderweitiger Einflüsse (z. B. Korrosion), sind in den Konstruktionsunterlagen zu vermerken.

A.2 Zulässige Spannung für die Auslegung

A.2.1 Zulässige Spannung für hauptdrucktragende Teile

Der bei der Berechnung einzusetzende Wert für die zulässige Spannung σ_{corr} ergibt sich wie folgt:

$$\sigma_{\text{corr}} = \sigma_{\text{con}} / (SC \times Z \times C_Q) \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

σ_{corr} der aus σ_{con} abgeleitete Wert der zulässigen Spannung;

σ_{con} der Ausgangswert der zulässigen Spannung;

- S_C der Faktor zur Berücksichtigung der Korrosion;
- Z der Faktor zur Berücksichtigung der Qualität einer Verbindung (z. B. Schweißverbindung), nach Tabelle A.2 nur für die Werkstoffe der lfd. Nr. 1 bis 8 in Tabelle A.1 (ansonsten $Z = 1,0$);
- C_Q der Faktor zur Berücksichtigung der Gussqualität, nach Tabelle A.3 nur für den Werkstoff mit der lfd. Nr. 9 in Tabelle A.1 (ansonsten $C_Q = 1,0$).

Tabelle A.1 — Zulässige Auslegungsspannung σ_{con} als Quotient aus dem jeweiligen Festigkeitskennwert und dem genannten Zahlenwert (Sicherheitsbeiwert S_{con})

Lfd. Nr.	Werkstoff ^a	σ_{con}		S_{con}	S_{σ}
		Streckgrenze ^{b, c}	Zugfestigkeit ^{b, d}		
1 ^e	Stahl/Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2	$\text{MIN} \{R_{p0,2} / 1,5; R_m / 2,4\}$ $R_{p0,2} / 1,5$	$R_m / 2,4$	2,4	1,43
2	Stahl/Gruppe 8.1 bei $A_5 \geq 30 \%$	$R_{p1,0} / 1,5$	$R_m / (0,5 + R_m / R_{p1,0})$	$0,5 + R_m / R_{p1,0}$	1,43
3	bei $A_5 \geq 35 \%$	$\text{MAX} \{ \text{MIN} [R_m / 3; R_{p1,0} / 1,2]; R_{p1,0} / 1,5 \}$		3,0	1,43
4 ^e	Stahlguss/-Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2	$\text{MIN} \{R_{p0,2} / 1,9; R_m / 3\}$ $R_{p0,2} / 1,9$	$R_m / 3,0$	3,0	1,43
5	Aluminium/Gruppe 21	$R_{eH} / 1,5$	$R_m / (0,5 + R_m / R_{eH})$	$0,5 + R_m / R_{eH}$	1,43
6 ^e	Aluminium/-Gruppe 22 bis Gruppe 26	$\text{MIN} \{R_{p0,2} / 1,5; R_m / 2,4\}$ $R_{p0,2} / 1,5$	$R_m / 2,4$	2,4	1,43
7 ^e	Kupfer/Gruppe 31 bis Gruppe 38	$\text{MIN} \{R_{p0,2} / 1,5; R_m / 3,5\}$ $R_{p0,2} / 1,5$	$R_m / 3,5$	3,5	1,57
8	Titan/Rohr/Gruppe 51	—	$R_m / 3,0$	3,0	1,35
9	Kugelgraphitgusseisen/Gruppe 72.2	$R_{p0,2} / 2,4$	$R_m / 3,8$	3,8	1,80
10	Automatenstahl	$R_{p0,2} / 2,5$	$R_m / 4,0$	4,0	1,80
^a Die Einteilung in Materialgruppen erfolgt nach ISO/TR 15608. Werkstoffe dieser Gruppen sind im Anhang E enthalten. ^b Es sind die Spannungswerte bei einer Temperatur von 20 °C bzw. 25 °C einzusetzen. Abweichend können Spannungswerte im Temperaturbereich von -10 °C bis +50 °C herangezogen werden. Spannungswerte bei anderen Temperaturen dürfen in Verbindung mit diesen Sicherheitsfaktoren nicht benutzt werden. ^c Bei Stahl (ferritisch wie austenitisch, einschließlich Stahlguss) kann $R_{p0,2}$ durch Absenkung des $R_{p1,0}$ -Wertes um 25 MPa abgeschätzt werden. ^d Die im Nenner stehenden Zahlenwerte und Ausdrücke werden für die Bestimmung von S_{con} verwendet. ^e Für σ_{con} muss die obere Zeile verwendet werden, wenn sowohl $R_{p0,2}$ als auch R_m verfügbar sind. Falls diese nicht beide verfügbar sind, muss die untere Zeile verwendet werden.					

Tabelle A.2 — Faktor zur Berücksichtigung der Qualität einer Verbindung

Umfang der Prüfung bzw. Inspektion	Faktor Z
keine Schweißung, oder zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen, die bestätigen, dass die gesamte Reihe der Verbindungen keine erheblichen Fehler aufweist	1,0
zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung, stichprobenartig (1/0,85)	1,18
Sichtprüfung (1/0,70)	1,43

Tabelle A.3 — Faktor zur Berücksichtigung der Gussqualität (Kugelgraphitgusseisen)

Umfang der Prüfung bzw. Inspektion	Faktor C_Q
kein Gusseisen oder zerstörungsfreie Prüfung zu 100 %	1,0
Sichtprüfung und zerstörungsfreie Prüfung, stichprobenartig	1,1
Sichtprüfung	1,25

A.2.2 Auslegung von Schrauben, Verbindungselementen, Muttern und Bolzen

Schrauben, Verbindungselemente, Muttern und Bolzen müssen mit zulässigen Auslegungsspannungen von höchstens den zulässigen Spannung aus Tabelle A.4 (Auslastung 100 %) bemessen werden.

Längenänderungen infolge der Temperaturdifferenz zwischen der niedrigsten und der höchsten Temperatur des vorgesehenen Temperaturbereichs sind bei der Auslegung von Schrauben, Verbindungen, Muttern und Dichtungen zu berücksichtigen.

Tabelle A.4 — Zulässige Spannungen für die Auslegung bzw. Prüfung bei Prüfdruck der Schrauben und Verbindungselemente

Werkstoff	Zulässige Spannung bei maximalem zulässigen Druck P_S	Zulässige Spannung bei Auslegungs-Prüfdruck P_F
Nicht austenitischer Stahl	$\text{MIN} \{R_{m\ t} / 4,0; R_{p\ 0,2\ t} / 3,0\}$	$\text{MIN} \{R_{m\ t} / 2,67; R_{p\ 0,2\ t} / 2,0\}$
Austenitischer Stahl	$R_{m\ t} / 4,0$	$R_{m\ t} / 2,67$
Index t bedeutet: Es sind die kleineren Werte der Werkstofffestigkeit bei der minimalen und der maximalen Betriebstemperatur einzusetzen. Die zulässige Spannung darf innerhalb des Betriebstemperaturbereichs nicht überschritten werden.		

Anhang B (normativ)

Experimentelle Auslegungsmethode für Ventile

B.1 Allgemeines

B.1.1 Allgemeines

Mit der experimentellen Auslegungsmethode wird die Festigkeit eines Ventilkörpers in Verbindung mit einer Materialauswahl gegen Innendruck überprüft; andere Reaktionskräfte oder -momente (z. B. durch die Spindel im Ventilsitz bzw. in der Spindelhalterung übertragene Dichtkräfte, Dichtkräfte an Flanschdichtungen oder Haltekräfte von Antriebseinrichtungen) sowie Materialschwächungen oder Verluste durch anderweitige Einflüsse (z. B. Korrosion) sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Ventile, die vor der Anwendung dieses Verfahrens, beispielsweise durch eine herstellerseitige Prüfung, einem Druck ausgesetzt wurden, der über dem zulässigen Druck P_S liegt, dürfen als Prototypen im Rahmen der Überprüfung nach der experimentellen Methode nicht eingesetzt werden.

B.1.2 Auswahl und Nachweis von Werkstoffeigenschaften

Das zur Prüfung anstehende Ventil muss nachweislich das gleiche Fertigungsverfahren hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften (z. B. Wärmebehandlung) durchlaufen, das bei der Serienfertigung angewendet wird.

B.1.3 Vorgehen bei der experimentellen Auslegungsmethode

Die Prüfung der Auslegung sowie der Festigkeit des Ventilkörpers wird bei Umgebungstemperatur (20 ± 5) °C durchgeführt. Der jeweilige zu Prüfzwecken aufgebrachte Druck muss 15 Minuten gehalten werden.

Die Prüfung mit P_F und P_{Test} ist an mindestens drei Prüflingen durchzuführen. Als Ergebnis sind die jeweils ungünstigsten Werte aufzuzeichnen. Die folgenden beiden Prüfungen sind durchzuführen:

- Prüfung eines Ventils (Originalbauteil) in vollständig endmontierter Ausführung mit dem Prüfdruck P_F nach den Festlegungen in B.2; und
- Prüfung des Ventilkörpers mit einem Prüfdruck P_{Test} nach den Festlegungen in B.3. Dieser Druck liegt nahe bei dem Druck, der bei einem Versagen des Ventilkörpers gegeben ist.

B.1.4 Prüfung beim maximal zulässigen Auslegungs-Prüfdruck P_F

Diese Prüfung wird an einem Originalbauteil in vollständig endmontierter Ausführung durchgeführt. Druckempfindliche Einzelteile dürfen jedoch ausgebaut bzw. ersetzt werden, solange sie keine drucktragenden Teile sind.

Zur Überprüfung der Festigkeit und der Dichtheit nach außen bei einer Druckbeaufschlagung mit dem maximalen Auslegungs-Prüfdruck P_F wird der Druck im Ventil mit einem Gas (z. B. Stickstoff, Luft, Helium) aufgebracht, wobei das Ventil im Durchgang so weit geöffnet ist, dass vor und nach dem Ventilsitz der gleiche Druck ansteht. Alternativ muss der Druck gleichzeitig beidseitig aufgebracht werden. Der Druck wird schrittweise bis zum maximalen zulässigen Auslegungs-Prüfdruck P_F erhöht. Der Druck muss 10 Minuten beim maximalen zulässigen Auslegungs-Prüfdruck P_F gehalten werden.

Auch wenn bei diesem Druckniveau in der Regel kein Bersten des Ventilkörpers zu erwarten ist, wird auf 9.1 dieser Norm verwiesen, wonach bei der Druckprüfung mit Gas besondere Vorkehrungen zu treffen sind.

Bis zum Erreichen des Prüfdrucks P_F und während der Standzeit bei diesem Druck darf keine plastische Verformung der drucktragenden Teile auftreten. Allerdings ist für druckempfindliche Teile plastische Verformung zugelassen, vorausgesetzt, sie werden nicht undicht.

Zur Überprüfung der plastischen Verformungen wird der Druck vollständig abgesenkt und der Ventilkörper hinsichtlich möglicher Verformungen an hinreichend vielen Stellen des Ventils, die repräsentativ für den Ventilkörper sind, kontrolliert.

B.1.5 Prüfung beim minimalen Berst-Prüfdruck P_{Test}

Zur Überprüfung einer ausreichenden Bemessung des Ventilkörpers bei einer Druckbeaufschlagung mit dem minimalen Berst-Prüfdruck P_{Test} wird der Druck im Ventil mit Wasser aufgebracht. Es muss sorgfältig darauf geachtet werden, jegliche Luft aus dem Ventil abzulassen.

Der Druck wird schrittweise bis zum erforderlichen Berst-Prüfdruck P_{Test} erhöht. Der Druck muss 10 Minuten beim Berst-Prüfdruck P_{Test} gehalten werden.

Kommt es bei der Druckerhöhung bis hin zum minimalen Berst-Prüfdruck P_{Test} zu Undichtheiten, bevor dieser Wert erreicht worden ist, werden diese soweit möglich ausgeglichen, bis der gewünschte Druck erreicht ist (z. B. durch Erhöhung des Durchflussvolumens) oder es werden die Dichtkräfte durch zusätzliche bzw. ergänzende konstruktive Maßnahmen erhöht. Veränderungen, die die Festigkeit drucktragender Teile bei einer Beaufschlagung mit dem Berstdruck gegenüber dem einer nicht veränderten Ausführung erhöhen oder erniedrigen, dürfen nicht durchgeführt werden. Veränderungen zur Verbesserung der Dichtheit dürfen durchgeführt werden. Das Ventil muss für diese Untersuchung nicht mit allen Originalteilen (z. B. Schrauben, Bolzen, Dichtelemente) bestückt sein. Die Festigkeit von Teilen, die während der Prüfung nicht eingebaut waren, muss mit anderen Methoden nachgewiesen werden, siehe 7.3. Druckempfindliche Einzelteile, die der Beanspruchung durch den minimalen Berst-Prüfdruck P_{Test} nicht standhalten, können vor der Prüfung ausgebaut bzw. ersetzt werden.

Bauteile für ein Ventil dürfen separat und mit den verwendeten Werkstoffen und Verfahren entsprechenden Drücken geprüft werden.

B.1.6 Dokumentation

Die Berechnung des maximalen zulässigen Auslegungs-Prüfdrucks P_F und des minimalen Berst-Prüfdrucks P_{Test} muss dokumentiert werden.

Über die Prüfung ist ein Bericht anzufertigen, der Einzelheiten über das Ventil, das Prüfverfahren, den Prüfaufbau einschließlich möglicher Änderungen am Ventil, die verwendeten Messgeräte bzw. Messmethoden und Angaben zur Genauigkeit einzelner Messgrößen beinhaltet.

Am Ende einer Versuchsreihe ist das Erreichen des Ausgangszustandes der Messeinrichtung zu überprüfen und zu dokumentieren.

Festigkeitsrelevante Arbeitsschritte bei der Herstellung (z. B. Tiefziehen, Wärmebehandlung) sind im Rahmen dieser Dokumentation festzuhalten.

B.2 Festlegung des maximalen Auslegungs-Prüfdrucks P_F

Voraussetzung für die Festlegung des maximalen Auslegungs-Prüfdrucks P_F ist, dass der maximale zulässige Druck PS hinsichtlich seiner Bemessung die Auslegungsbedingungen nach Tabelle A.1 erfüllt.

Der maximale Auslegungs-Prüfdruck P_F ergibt sich aus dem vorgesehenen maximal zulässigen Druck bei Umgebungstemperatur, PS_0 . P_F muss als einer der folgenden gewählt werden:

$$P_F = PS_0 \times S_\sigma \times X \quad \text{oder} \quad P_F = 1,25 \times PS_0 \times X \times Y \quad \begin{array}{l} \text{jedoch nicht} \\ \text{weniger als} \end{array} \quad P_F = 1,5 \times PS \times X \times Y \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

- P_F der maximale zulässige Auslegungs-Prüfdruck;
- PS der maximal zulässige Druck;
- PS_0 der maximal zulässige Druck bei Umgebungstemperatur (-10°C bis $+50^\circ\text{C}$) nach der Festigkeitsauslegung (ohne Temperaturkorrektur);
- S_σ ein Sicherheitsbeiwert;
- X der Faktor zur Korrektur der tatsächlichen Wanddicke gegenüber der Auslegungs-Wanddicke;
- Y die Korrektur aufgrund der aktuellen Festigkeitswerte des Prüflings bezogen auf den Festigkeitswert bei der Auslegung von Ventilen. $Y = R_{m, \text{act}} / R_{m, \text{con}}$.

Wenn Y für die Auslegung von Ventilen unter Kategorie I (siehe Anhang G) nicht bestimmt werden kann, dann muss Y auf 1,05 gesetzt werden.

Beim Faktor S_σ sind die in Tabelle A.1 zusammengestellten Werte für die jeweilige Werkstoffgruppe einzusetzen.

B.3 Festlegung des minimalen Berst-Prüfdrucks P_{Test}

Der minimale Berst-Prüfdruck P_{Test} , der bei der Druckprüfung einzuhalten ist, beträgt:

$$P_{\text{Test}} \geq 1,1 \times PS_0 \times S_{\text{con}} \times X \times Y \times Z \times C_Q \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist

- P_{Test} der minimale Berst-Prüfdruck;
- PS_0 der maximal zulässige Druck bei Umgebungstemperatur (-10°C bis $+50^\circ\text{C}$) nach der Festigkeitsauslegung (ohne Temperaturkorrektur);
- S_{con} der Faktor für die Berechnung des Berst-Prüfdruckes unter Berücksichtigung der Zugfestigkeit nach Tabelle A.1;
- X der Faktor zur Korrektur der tatsächlichen Wanddicke gegenüber der Auslegungs-Wanddicke (siehe B.4);
- Y die Korrektur aufgrund der aktuellen Festigkeitswerte des Prüflings bezogen auf den Festigkeitswert bei der Auslegung von Ventilen. $Y = R_{m, \text{act}} / R_{m, \text{con}}$;
- Z der Faktor zur Berücksichtigung der Qualität einer Verbindung (z. B. Schweißverbindung);
- C_Q der Faktor zur Berücksichtigung der Gussqualität.

Wenn Y für die Auslegung von Ventilen unter Kategorie I (siehe Anhang G) nicht bestimmt werden kann, dann muss Y auf 1,05 gesetzt werden.

Z = Faktor zur Berücksichtigung der Qualität einer Verbindung nach Tabelle A.2 nur für die Werkstoffe der lfd. Nr. 1 bis 8 in Tabelle A.1 (ansonsten $Z = 1$).

C_Q = Faktor zur Berücksichtigung der Gussqualität nach Tabelle A.3 nur für den Werkstoff mit der lfd. Nr. 9 in Tabelle A.1 (ansonsten $C_Q = 1$).

Die Prüfung ist bestanden, wenn bei diesem Druck am Ventilkörper kein Versagen durch Bruch eingetreten ist.

B.4 Korrektur für die tatsächliche Wanddicke

Die Differenz zwischen der tatsächlichen Wanddicke und der Auslegungs-Wanddicke muss durch Verwendung eines Korrekturfaktors berücksichtigt werden. Ergänzend kann eine Wanddickenminderung durch Korrosion im Rahmen der Auslegung durch diesen Korrekturfaktor berücksichtigt werden.

ANMERKUNG EN 14276 1:2006+A1, 6.2 enthält weitere Informationen zur Berücksichtigung von Korrosion.

Hierzu können Herstellererfahrungen herangezogen werden oder der Faktor zur Berücksichtigung einer Korrosion wie folgt berechnet werden:

$$X = e_{\text{act}} / (e_{\text{con}} - \delta_e - e_c) \quad (\text{B.3})$$

Dabei ist

e_{act} die tatsächliche Wanddicke an vorgegebenen Messpunkten des zu prüfenden Ventils;

e_{con} die Wanddicke eines Bauteils nach Angabe in der Konstruktionszeichnung;

δ_e der Betrag der negativen Wanddickentoleranz;

e_c die Wanddickenminderung durch Korrosion.

Wenn X für die Auslegung von Ventilen $DN \leq 80$ nicht bestimmt werden kann, dann muss X auf 1,05 gesetzt werden.

Bei $DN > 80$ ist für den Maximalwert von X 1,25 zu verwenden.

BEISPIEL Die Wanddickenminderung durch Korrosion e_c , wenn eine Minderung der Wanddicke um einen konstanten Wert pro Jahr erwartet wird, kann berechnet werden als:

$$e_c = \partial \times a \quad (\text{B.4})$$

Dabei ist

∂ die Wanddickenminderung pro Jahr;

a die Lebensdauer in Jahren; bei Ventilen üblicherweise 20 Jahre.

Wird keine Wanddickenminderung durch Korrosion im Rahmen der Auslegung durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt, dann ist X zur Berechnung des Berst-Prüfdrucks mit $e_c = 0,0$ zu berechnen.

Anhang C (normativ)

Festlegung des zulässigen Drucks bei maximaler Betriebstemperatur

C.1 Allgemeines

C.1.1 Allgemeines

Bei maximaler Betriebstemperatur über 50 °C ist der der Auslegung zugrunde liegende und rechnerisch oder experimentell bestätigte zulässige Druck PS_0 (nach Anhang A bzw. Anhang B) auf den maximal zulässigen Druck $PS_{TS\max}$ bei der maximalen Betriebstemperatur $TS_{\max}$ zu korrigieren.

C.1.2 Dokumentation

Die Reduzierung des maximal zulässigen Drucks bei einer höheren Betriebstemperatur ist zu dokumentieren.

C.2 Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei höheren Temperaturen

Der maximal zulässige Druck bei maximaler Betriebstemperatur ergibt sich aus dem vorgesehenen Betriebsdruck PS_0 im Temperaturbereich (zwischen –10 °C und +50 °C).

$$PS_{TS\max} = PS_0 \times S_{TS\max}$$

Dabei ist

wenn die Auslegung mit $R_{p0,2}$ erfolgt, dann: $S_{TS\max} = R_{p0,2\ TS\max} / R_{p0,2}$;

wenn die Auslegung mit $R_{p1,0}$ erfolgt, dann: $S_{TS\max} = R_{p1,0\ TS\max} / R_{p1,0}$;

wenn die Auslegung mit R_{eH} erfolgt, dann: $S_{TS\max} = R_{eH\ TS\max} / R_{eH}$;

wenn die Auslegung mit R_m erfolgt, dann: $S_{TS\max} = R_{m\ TS\max} / R_m$.

Anhang D (normativ)

Festlegung des zulässigen Drucks bei minimaler Betriebstemperatur (Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch)

D.1 Allgemeines

D.1.1 Allgemeines

Bei niedriger Betriebstemperatur oder bei einem Unterschreiten der Kerbschlagarbeit unter die unten genannten Werte ist der zulässige Druck PS , der als rechnerisch bzw. experimentell bestätigter Druck PS_0 (nach Anhang A bzw. Anhang B) zugrunde liegt, auf den maximal zulässigen Druck $PS_{TS\ min}$ bei minimaler Betriebstemperatur $TS_{\min}$ zu korrigieren.

Die Sicherheitsbeiwerte der Tabelle A.1 berücksichtigen die minimalen KV -Werte bei Umgebungstemperatur für die Werkstoffgruppen:

- a) für Stahl, 27 J;
- b) für Gusseisen mit Kugelgraphit, Werkstoff RT, 17 J oder 14 J (siehe Tabelle E.6);
- c) für Gusseisen mit Kugelgraphit, Werkstoff LT, 12 J.

Die oben genannten sind die in diesem Anhang verwendeten KV_0 -Werte. Der zulässige Druck PS_0 ist zu korrigieren, wenn die minimale Betriebstemperatur $TS_{\min}$ geringer als $-10\ ^\circ\text{C}$ oder die Kerbschlagarbeit KV kleiner als KV_0 ist.

BEISPIEL Bei den Werkstoffen EN-GJS-350-22-RT und EN-GJS-400-18-RT handelt es sich um Gusseisen mit Kugelgraphit; wenn die Kerbschlagarbeit von EN-GJS-350-22-RT 17 J oder von EN-GJS-400-18-RT 14 J übersteigt und der Betriebstemperaturbereich $-10\ ^\circ\text{C}$ bis $+50\ ^\circ\text{C}$ beträgt, ist keine Korrektur erforderlich.

ANMERKUNG Beispiele für Werkstoffe und deren Anwendungsgrenzen sind in Anhang E enthalten.

D.1.2 Anforderungen an Werkstoffe und Nachweis von Werkstoffeigenschaften

Falls die minimale Kerbschlagarbeit KV für Umgebungstemperatur oder $0\ ^\circ\text{C}$ angegeben ist, sind für die Verwendung von Werkstoffen bei Temperaturen bis $-10\ ^\circ\text{C}$ keine besonderen Maßnahmen zu treffen.

Aluminium oder Aluminiumlegierungen, Gruppe 21 bis Gruppe 26, ausgenommen Aluminium-Magnesiumlegierungen mit einem Magnesiumgehalt von mehr als 6 %, Kupfer oder Kupferlegierungen, Gruppe 31 bis Gruppe 38, sowie Titan sind nicht gegen Sprödbruch anfällig und für ihre Verwendung bei Temperaturen bis $-196\ ^\circ\text{C}$ sind keine besonderen Maßnahmen zu treffen.

Aluminium-Magnesium-Legierungen mit einem Magnesiumgehalt von mehr als 6 % sollten nur bis zu einer Temperatur von $-100\ ^\circ\text{C}$ verwendet werden.

ANMERKUNG Das flächenzentrierte Gitter von Aluminium und Aluminiumlegierungen der Gruppe 21 bis Gruppe 26 und von Kupfer und Kupferlegierungen der Gruppe 31 bis Gruppe 38 nach ISO/TR 15608 unterscheidet sich gegenüber Stahl der Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2 (raumzentriert). Deshalb neigen diese Werkstoffe (Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2) bei niedrigen Temperaturen verstärkt zu Sprödbruch.

D.1.3 Dokumentation

Die Kerbschlagarbeit ist anhand von Bescheinigungen (siehe 6.11) zu bestätigen.

Die Reduzierung des maximal zulässigen Drucks bei einer höheren Betriebstemperatur ist zu dokumentieren.

Dabei ist die gewählte Methode nach D.3, D.4 bzw. D.5 anzugeben.

D.2 Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei minimal zulässiger Betriebstemperatur

Der maximal zulässige Druck bei minimal zulässiger Betriebstemperatur ergibt sich aus dem maximal zulässigen Druck PS_0 zu:

$$PS_{TS\ min} = PS_0 \times S_{TS\ min}$$

$S_{TS\ min}$ berechnet sich nach den in D.3 bzw. D.4 beschriebenen Methoden. Hinsichtlich der Anwendung im Rahmen einer festigkeitstechnischen Auslegung sind beide Methoden gleichwertig (siehe Anhang F).

Die Methode aus Abschnitt D.5 kann für C, CMn, Feinkornbaustähle, nickellegierte Stähle mit maximal 1,5 % Ni mit einer spezifizierten minimalen Streckgrenze ≤ 500 MPa und für austenitisch-ferritische Stähle mit einer spezifizierten minimalen Streckgrenze ≤ 550 MPa verwendet werden. Falls die Methode aus Abschnitt D.5 verwendet wird, dann ist $S_{TS\ min}$ gleich 1.

D.3 Festlegung des maximal zulässigen Drucks bei minimaler Betriebstemperatur auf der Grundlage eines empirischen Verfahrens (t_{min} -Methode)

D.3.1 Allgemeines

Bei dieser Methode wird die Vermeidung von Sprödbbruch durch Minderungsfaktoren berücksichtigt, die davon abhängen, ob die minimale Betriebstemperatur (TS_{min}) über einer der drei Beanspruchungsfall-Temperaturen $t_{min\ 100}$, $t_{min\ 75}$ und $t_{min\ 25}$ liegt. Das im Folgenden beschriebene Verfahren basiert auf Betriebserfahrungen mit Ventilen, die in Kälteanlagen bei niedrigen Temperaturen über einen langen Zeitraum eingesetzt wurden.

Der KV-Wert muss aus den Werkstoffnormen (siehe Anhang E) entnommen werden.

D.3.2 Bestimmung von $t_{min\ 100}$, $t_{min\ 75}$ und $t_{min\ 25}$

Wird die Mindest-Kerbschlagarbeit KV für Umgebungstemperatur oder 0 °C angegeben, dann ist $t_{min\ 100}$ nicht niedriger als –10 °C.

Für Stahl und Stahlguss, Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2, bei denen $t_{min\ 100}$ bei einer Temperatur von > -20 °C und ≤ -10 °C liegt, gelten die folgenden Beanspruchungsfälle:

- a) $t_{min\ 75}$ ist gleich $t_{min\ 100} - 50$ K, und
- b) $t_{min\ 25}$ ist gleich $t_{min\ 100} - 75$ K.

Für Stahl und Stahlguss (Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2), bei denen $t_{\min 100}$ bei einer Temperatur von $\leq -20\text{ °C}$ liegt, ist nachzuweisen, dass bei $\leq -20\text{ °C}$ eine Kerbschlagarbeit von KV_0 oder mehr gegeben ist. Es gelten die folgenden Beanspruchungsfälle:

c) $t_{\min 75}$ ist gleich $t_{\min 100} - 50\text{ K}$, und

d) $t_{\min 25}$ ist gleich $t_{\min 100} - 80\text{ K}$.

Austenitische Stähle, Gruppe 8.1, mit $A_5 \geq 35\%$ dürfen bis zu einer Temperatur $t_{\min 100}$ von -196 °C verwendet werden.

Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen (Gruppe 21 bis Gruppe 26) — ausgenommen Aluminium-Magnesiumlegierungen — mit einem Magnesiumgehalt von mehr als 6 % sowie Titan (Gruppe 51), Kupfer bzw. Kupferlegierungen (Gruppe 31 bis Gruppe 38 nach ISO/TR 15608) dürfen bis zu einer Betriebstemperatur $t_{\min 100}$ von -196 °C verwendet werden. Es ist Halbzeug und Guss zulässig.

Aluminium-Magnesiumlegierungen mit einem Magnesiumgehalt von mehr als 6 % sollten nur bis zu einer Betriebstemperatur $t_{\min 100} - 100\text{ K}$ verwendet werden.

Gemäß Betriebserfahrung dürfen Ventile bis DN 10 oder Ventiloberteile und Stopfbuchsenteile mit DN 40 aus Automatenstahl (siehe Tabelle E.7) in Beanspruchungsfällen $t_{\min 75}$ bis -40 °C und in Beanspruchungsfällen $t_{\min 25}$ bis -60 °C eingesetzt werden.

ANMERKUNG Die Werte für $t_{\min 75}$ in Tabelle E.6 für EN-GJS-350-22LT und EN-GJS-400-18-LT basieren auf praktischen Erfahrungen, und diese Werkstoffe sollten nicht unter $t_{\min 75}$ verwendet werden.

D.3.3 Schweißkonstruktionen

Für Schweißverbindungen gelten die gleichen Regeln wie für den Grundwerkstoff, vorausgesetzt, dass die niedrigste Temperatur bei 100 %iger Beanspruchung ($t_{\min 100}$) der Schweißnaht während des Kerbschlagversuchs dokumentiert wird.

Für Anwendungstemperaturen unter $t_{\min 100}$ ist für Schweißkonstruktionen eine Wärmebehandlung durch Spannungsarmglühen erforderlich.

Für Werkstoffe der Gruppe 1.1 und Gruppe 1.2 ist Wärmebehandlung durch Spannungsarmglühen nicht erforderlich, vorausgesetzt die Dicke der geschweißten Werkstoffe beträgt weniger als 10 mm.

Tabelle D.1 — Beispiel der Festlegung der niedrigsten Anwendungstemperatur für Stahlguss

Prüftemperatur der Schweißnaht °C	$t_{\min 100}$ °C	Temperatur- differenz bezogen auf die Prüftemperatur (siehe D.4.2) K	$t_{\min 75}$ °C	Temperatur- differenz bezogen auf die Prüftemperatur (siehe D.4.2) K	$t_{\min 25}$ °C
-10	-10	50	-60	75	-85
+20	-10	50	-30	75	-55

D.3.4 Bestimmung des Sicherheitsbeiwertes

Unter Berücksichtigung der genannten Voraussetzungen berechnet sich bei dieser Methode der Sicherheitsbeiwert $S_{TS_{min}}$ zu:

$$\begin{aligned} S_{TS_{min}} &= 1,0 && \text{für } TS_{min} \geq t_{min 100}, \\ &= 0,75 && \text{für } t_{min 75} \leq TS_{min} \leq t_{min 100}, \\ &= 0,25 && \text{für } t_{min 25} < TS_{min} \leq t_{min 75}. \end{aligned}$$

Liegt der Wert für die vorgesehene niedrige Betriebstemperatur TS_{min} unter $t_{min 25}$, ist eine Auslegung des Bauteils nach dieser Methode nicht zulässig.

D.3.5 Werkstoffprüfung und Dokumentation

Ein Kerbschlagversuch ist bei $t_{min 100}$ unter den in den Werkstoffnormen angegebenen Bedingungen durchzuführen, und die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

D.4 Festlegung der minimalen Betriebstemperatur TS_{min} auf Grundlage der Referenzdicke e_B

D.4.1 Allgemeines

Diese Methode kann für C, CMn, Feinkornbaustähle, nickellegierte Stähle mit maximal 1,5 % Ni mit einer spezifizierten minimalen Streckgrenze ≤ 500 MPa und für austenitisch-ferritische Stähle mit einer spezifizierten minimalen Streckgrenze ≤ 550 MPa verwendet werden.

Diese Methode auf Grundlage von Bruchmechanik kann zur Festlegung der Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch in diesen Stählen verwendet werden und darf verwendet werden, wenn die niedrigste Betriebstemperatur TS_{min} nicht gleich der Kerbschlagversuch-Temperatur T_{KV} ist. Die Diagramme zeigen die Beziehung zwischen TS_{min} und T_{KV} in Abhängigkeit von der Referenzdicke und dem Festigkeitsniveau. Es wird zwischen den Zuständen „wie geschweißt“ (en: as welded, AW) und „nach dem Schweißen wärmebehandelt“ (en: post-weld heat treatment, PWHT) unterschieden.

Diese Methode gilt nicht für thermomechanisch gewalzte Stähle mit mehr als 35 mm Dicke.

Referenzdicke e_B für konstruktive Details ist die minimale Werkstoffdicke, die für die ausreichende Festigkeit des drucktragenden Teils erforderlich ist. Wenn die minimale Werkstoffdicke unbekannt ist, kann die Referenzdicke e_B als höherer Wert gewählt werden.

Grundwerkstoffe, Schweißnähte und Wärmeeinflusszone (en: heat affected zone, HAZ) müssen die geforderte Kerbschlagarbeit KV nach Tabelle D.3 oder Tabelle D.4 bei Kerbschlagversuch-Temperatur T_{KV} erfüllen.

ANMERKUNG Diese Methode wurde aus der EN 13445-2:2009 kopiert.

D.4.2 Temperaturanpassung

Die Auslegungs-Referenztemperatur T_R , die zur Festlegung der Kerbschlagarbeits-Anforderungen verwendete Temperatur, wird durch Addieren der Temperaturanpassung T_S zur niedrigsten Betriebstemperatur $T_{S_{\min}}$ bestimmt:

$$T_R = T_{S_{\min}} + T_S$$

Dabei ist T_S entweder 0 K oder ein Wert aus Tabelle D.2.

Tabelle D.2 — Temperaturanpassung T_S

Zustand	Verhältnis der druckinduzierten wesentlichen Membranspannung und der maximal zulässigen Auslegungsspannung			Membranspannung ^b
	> 75 %	> 50 % ≤ 75 %	≤ 50 %	
Nicht geschweißt oder Wärmenachbehandlung (PWHT) ^a	0 K	+10 K	+25 K	+50 K
Wie geschweißt und Referenzdicke ≤ 35 mm	0 K	0 K	0 K	+40 K

^a Auch gültig für Geräte, an denen alle Düsen und dauerhaften Anschweißteile zuerst an Behälterbauteile geschweißt werden und diese Unterbaugruppen wärmenachbehandelt werden, bevor sie mit Stumpfnähten in die Geräte geschweißt werden, wobei die Hauptnähte nachfolgend jedoch nicht wärmenachbehandelt werden.

^b Die Membranspannung sollte interne und externe Spannung sowie Eigengewicht berücksichtigen. Bei Wänden und Rohren von Wärmetauschern sollte auch die Begrenzung der Verschiebung freier Enden der Wärmetauscherrohre berücksichtigt werden.

D.4.3 Festlegung der Auslegungs-Referenztemperatur T_R

Tabelle D.3 und Tabelle D.4 zeigen, welches Bild zur Festlegung der Kerbschlagversuch-Temperatur T_{KV} oder der Auslegungs-Referenztemperatur T_R verwendet werden muss. Der Zustand „nicht geschweißt“ muss als der Zustand PWHT (nach dem Schweißen wärmebehandelt) behandelt werden.

Falls für die Kerbschlagarbeit KV die Anforderung 40 J anstelle von 27 J verwendet wird, kann die Kerbschlagversuch-Temperatur T_{KV} um 10 K erhöht oder T_R um 10 K verringert werden.

Lineare Interpolation zwischen Festigkeit und Dickeniveaus nach Bild D.1 bis Bild D.11 ist zulässig.

Alternativ kann die nächsthöhere Festigkeitsklasse oder Wanddicke verwendet werden. Niedrigere Prüftemperaturen als T_{KV} sind für die gleichen Anforderungen zulässig.

Die gestrichelten Linien in Bild D.1 und Bild D.3 gelten für eine Wanddicke bis zu einschließlich 110 mm, wenn die Kerbschlagarbeitswerte KV von 40 J bei T_{KV} erreicht werden.

Extrapolationen für Temperaturbereiche jenseits der im Bild gegebenen Temperaturbereiche sind nicht zulässig.

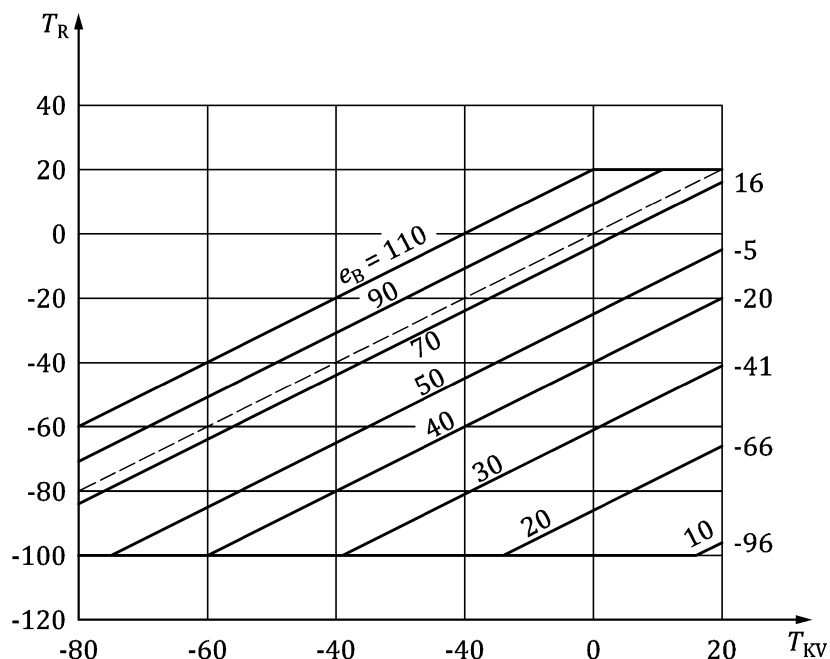
Bei Wanddicken < 10 mm muss die Kurve für 10 mm verwendet werden.

Tabelle D.3 — Kerbschlagarbeits-Anforderungen für C, CMn, Feinkornbaustähle, nickellegierte Stähle mit maximal 1,5 % Ni

Spezifizierte minimale Streckgrenze des Grundwerkstoffs	Erforderliche Kerbschlagarbeit KV (auf 10 mm × 10 mm großen Prüfstücken)	Bild, das die erforderliche T_{KV} festlegt	
MPa	J	Nicht geschweißt oder Wärmenachbehandlung	Wie geschweißt
$R_e \leq 265$	27	D.1	D.2
$R_e \leq 355$	27	D.3	D.4
$R_e \leq 460$	40	D.5	D.6
$R_e \leq 500$	40	D.7	D.8
Die gestrichelten Linien in Bild D.1 und Bild D.3 dürfen nur für $KV \geq 40$ J verwendet werden.			

Tabelle D.4 — Temperaturanpassung T_S

Spezifizierte minimale Streckgrenze des Grundwerkstoffs	Erforderliche Kerbschlagarbeit KV (auf 10 mm × 10 mm großen Prüfstücken)	Bild, das die erforderliche T_{KV} festlegt
MPa	J	
$R_e \leq 385$	40	D.9
$R_e \leq 465$	40	D.10
$R_e \leq 550$	40	D.11



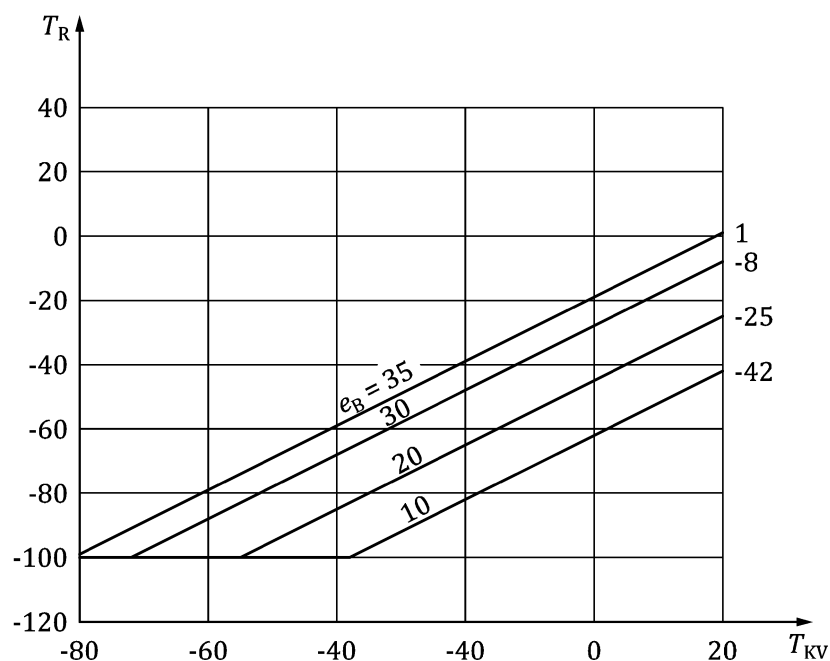
Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur

e_B Referenzdicke

T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

Bild D.1 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, wärmenachbehandelter Zustand (PWHT), für $R_e \leq 265$ MPa und $KV \geq 27$ J. Die gestrichelte Linie darf nur für $KV \geq 40$ J und für Dicken ab 75 mm bis einschließlich 110 mm verwendet werden



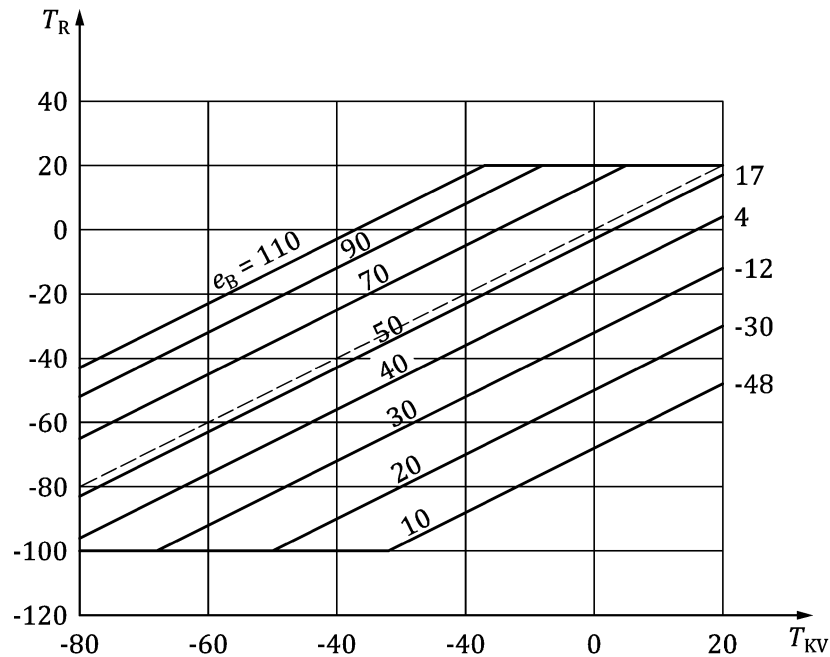
Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur

e_B Referenzdicke

T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

Bild D.2 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, Zustand wie geschweißt (AW), für $R_e \leq 265$ MPa und $KV \geq 27$ J



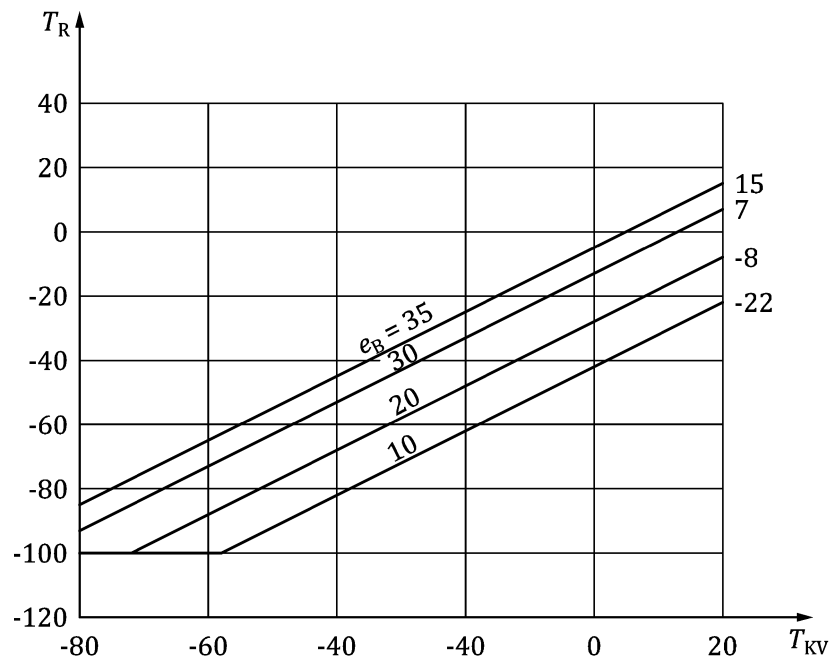
Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur

e_B Referenzdicke

T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

Bild D.3 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, wärmenachbehandelter Zustand (PWHT), für $R_e \leq 355$ MPa und $KV \geq 27$ J. Die gestrichelte Linie darf nur für $KV \geq 40$ J und für Dicken ab 55 mm bis einschließlich 110 mm verwendet werden



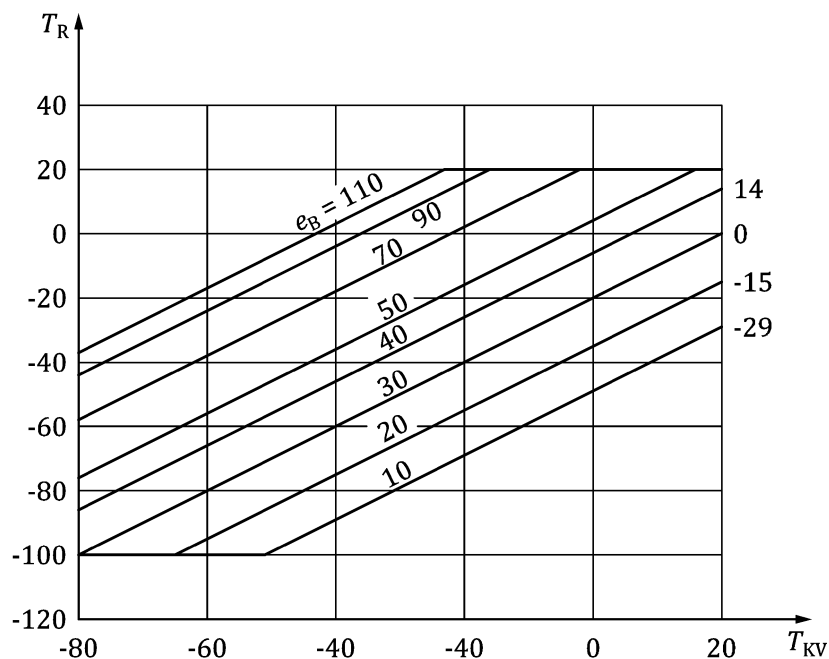
Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur

e_B Referenzdicke

T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

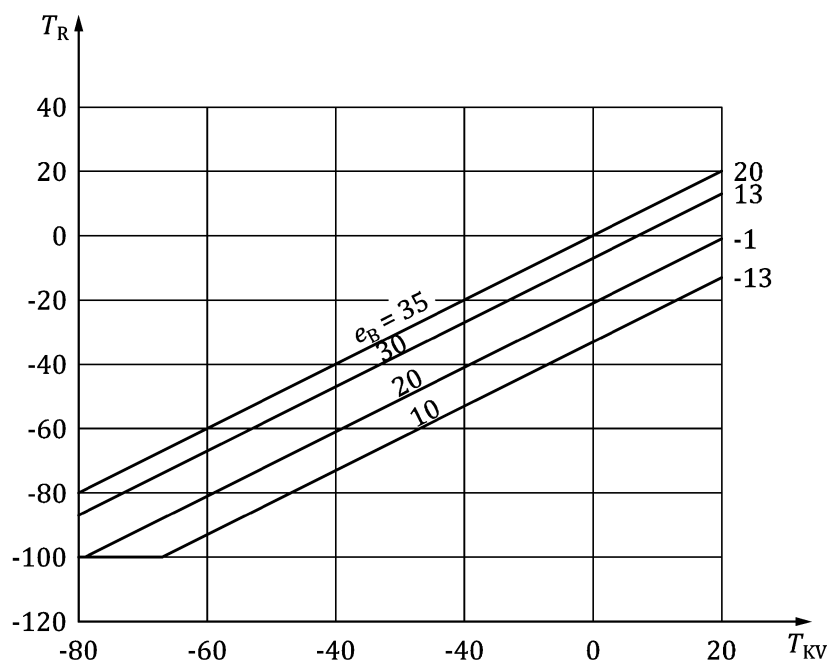
Bild D.4 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, Zustand wie geschweißt (AW), für $R_e \leq 355$ MPa und $KV \geq 27$ J



Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur e_B Referenzdicke
 T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

Bild D.5 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, wärmenachbehandelter Zustand (PWHT), für $R_e \leq 460$ MPa und $KV \geq 40$ J



Legende

T_R Auslegungs-Referenztemperatur e_B Referenzdicke
 T_{KV} Werkstoffkerbschlagversuch-Temperatur

Bild D.6 — Auslegungs-Referenztemperatur und Kerbschlagversuch-Temperatur, Zustand wie geschweißt (AW), für $R_e \leq 460$ MPa und $KV \geq 40$ J