

**Kryo-Behälter
Werkstoffe**

Teil 2: Anforderungen an die Zähigkeit bei Temperaturen zwischen – 80 °C und – 20 °C
Deutsche Fassung EN 1252-2:2001

DIN
EN 1252-2

ICS 23.020.40

Cryogenic vessels – Materials –

Part 2: Toughness requirements for temperatures between – 80 °C and – 20 °C;

German version EN 1252-2:2001

Réipients cryogéniques – Matériaux –

Partie 2: Exigences de ténacité pour les températures entre – 80 °C et – 20 °C;

Version allemande EN 1252-2:2001

Die Europäische Norm EN 1252-2:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN 1252-2:2001 wurde am 19. Januar 2001 angenommen.

Nationales Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 268 „Tiefkalte Behälter“ erarbeitet.

Fortsetzung 19 Seiten EN

Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Kryo-Behälter
Werkstoffe**

Teil 2: Anforderungen an die Zähigkeit bei Temperaturen zwischen -80 °C und -20 °C

Cryogenic vessels – Materials – Part 2: Toughness
requirements for temperatures between -80 °C
and -20 °C

Réceptients cryogéniques – Matériaux – Partie 2:
Exigences de ténacité pour les températures entre
 -80 °C et -20 °C

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Januar 2001 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	3
4 Anforderungen an Stähle mit einem Mindest-Sollwert der Streckgrenze von $\leq 460 \text{ N/mm}^2$	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 Temperaturzuschläge	4
4.3 Vorgehensweise bei weniger als 10 mm dicken Grundwerkstoff	4
5 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung	5
5.1 Kleinproben	5
5.2 Kleinproben für Bauteile, aus denen Proben mit einem Querschnitt gleich der Referenzdicke nicht entnommen werden können	5
6 Schweißnähte	6
7 Anforderungen an Aluminium und Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen sowie austenitische Stähle	6
Anhang ZA (informativ) Abschnitte dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	17
Anhang ZB (informativ) Fallbeispiel – Technische Begründung für den Temperaturzuschlag	17

Vorwort

Dieses Europäische Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN /TC 268 „Tiefkalte Behälter“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2001 zurückgezogen werden.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Diese Norm unterstützt die Festlegungen der Rahmenrichtlinie über den Gefahrguttransport.

Diese Europäische Norm wurde zur Bezugnahme ins RID und/oder in die technischen Anhänge des ADR vorgeschlagen. Daher gelten die in diesem Zusammenhang in den normativen Verweisungen aufgeführten Normen, welche Grundanforderungen des ADR/RID umfassen, die in der vorliegenden Norm nicht behandelt wurden, nur dann als normativ, wenn diese Normen selbst im RID und/oder in den technischen Anhängen des ADR in Bezug genommen werden.

Diese Europäische Norm besteht aus folgenden Teilen:

EN 1252-1, *Kryo-Behälter – Werkstoffe – Teil 1: Anforderungen an die Zähigkeit bei Temperaturen unter 80 °C.*

EN 1252-2, *Kryo-Behälter – Werkstoffe – Teil 2: Anforderungen an die Zähigkeit bei Temperaturen zwischen – 80 °C und – 20 °C.*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Der Einsatz von Werkstoffen bei tiefen Temperaturen bringt besondere Probleme mit sich, die beachtet werden müssen. Besonders zu berücksichtigen sind Veränderungen der mechanischen Eigenschaften, Ausdehnung und Kontraktion und die Wärmeleitfähigkeit der verschiedenen Werkstoffe. Die wichtigste zu berücksichtigende Eigenschaft ist die Zähigkeit des Werkstoffes bei tiefen Temperaturen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an die Zähigkeit von Werkstoffen fest, die bei Temperaturen zwischen -80 °C und -20 °C verwendet werden, um deren Eignung für den Einsatz für Kryo-Behälter sicherzustellen.

Diese Norm gilt für Feinkornstähle und niedrig legierte Stähle mit festgelegter Streckgrenze $\leq 460\text{ N/mm}^2$, Aluminium und Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen und austenitische nichtrostende Stähle.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren.*

EN 288-3:1992 und A1:1997, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

niedrigste Werkstofftemperatur T_M

die niedrigste Werkstofftemperatur T_M ist die jeweils niedrigste der nachfolgend genannten Temperaturen (siehe auch 3.2 und 3.3):

- Temperatur bei normalem Betrieb;
- Temperatur während des An- und Abfahrens;
- Temperatur während etwaiger Prozessstörungen;
- Temperatur während der Druckprüfung oder Dichtheitsprüfung

3.2

Temperaturzuschlag T_S

T_S ist ein Temperaturzuschlag zur Berechnung der Auslegungsreferenztemperatur T_R und ist abhängig von der durch den Druck bewirkten Hauptmembranspannung bei der entsprechenden niedrigsten Werkstofftemperatur

3.3

Auslegungsreferenztemperatur T_R

die Auslegungsreferenztemperatur T_R ist maßgebend für die Festlegung der Anforderungen an die Kerbschlagarbeit

man erhält T_R , indem man den Temperaturzuschlag T_S zur niedrigsten Werkstofftemperatur T_M addiert:

$$T_R = T_M + T_S$$

alle anwendbaren Kombinationen der Temperaturen T_M und T_S müssen berücksichtigt werden. Der niedrigste aller möglichen T_R -Werte ist maßgebend für die Festlegung der erforderlichen Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch

3.4

Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuches T_{KV}

die Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch T_{KV} ist die Temperatur, bei der die geforderte Kerbschlagarbeit erreicht werden muss (siehe Abschnitt 5)

3.5

Kerbschlagarbeit KV

die Kerbschlagarbeit KV ist die Schlagarbeit, die in Kerbschlagbiegeversuchen an Charpy-V- nach EN 10045-1 ermittelt wird

3.6

Referenzdicke e_B

die Referenzdicke e_B ist diejenige Dicke eines Bauteils, die die Auslegungsreferenztemperatur T_R mit der für das Bauteil geforderten Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} in Bezug bringt (siehe die Bilder 1 bis 5). Der Referenzdicke e_B liegt die Nennwanddicke (einschließlich des Korrosionszuschlages) zugrunde. Sie muss den Festlegungen in Tabelle 6 entsprechen. Bei stumpfgeschweißten Bauteilen ist e_B die Nennwanddicke des Bauteils an der zum Schweißen vorbereiteten Schweißkante

4 Anforderungen an Stähle mit einem Mindest-Sollwert der Streckgrenze von $\leq 460 \text{ N/mm}^2$

4.1 Allgemeines

Dieses Verfahren auf der Grundlage der Bruchmechanik kann angewendet werden, um die Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch bei C, CMn-Stählen, Feinkornstählen und niedriglegierten Stählen mit einem Mindest-Sollwert der Streckgrenze von $\leq 460 \text{ N/mm}^2$ festzulegen.

Bei dieser Vorgehensweise entspricht die Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} nicht der Auslegungsreferenztemperatur T_R .

Grundwerkstoff, Schweißnähte und Wärmeeinflusszone (WEZ) müssen in Abhängigkeit von der Auslegungsreferenztemperatur T_R und der Referenzdicke e_B die Anforderungen nach Tabelle 1 an die Kerbschlagarbeit KV und die Prüftemperatur T_{KV} erfüllen. Die Werte von T_R müssen auf der Grundlage der Werte von T_M unter Verwendung der Temperaturzuschläge T_S nach 4.2 errechnet werden.

Für Werkstoffe mit einem Mindest-Sollwert der Streckgrenze $> 310 \text{ N/mm}^2$ muss die Kerbschlagarbeit einen Wert von 40 J bei Prüftemperaturen T_{KV} nach den Bildern 1 und 2 erreichen. Falls in der Produktnorm ein Wert von 27 J festgelegt ist, gilt Bild 3 für den nach dem Schweißen wärmebehandelten Zustand. Für den geschweißten Zustand bei einem Mindest-Sollwert der Streckgrenze im Bereich zwischen $> 310 \text{ N/mm}^2$ und $\leq 360 \text{ N/mm}^2$ gilt Bild 4. Für einen Mindest-Sollwert der Streckgrenze $> 360 \text{ N/mm}^2$ gilt Bild 5.

Tabelle 1 – Anforderungen an die Kerbschlagarbeit

Mindest-Sollwert der Streckgrenze des Grundwerkstoffes N/mm^2	Erforderliche Kerbschlagarbeit KV (bei 10 mm × 10 mm Proben) J	Bild zur Ermittlung der geforderten Prüftemperatur T_{KV}	
		Nicht geschweißt und nach dem Schweißen wärmebehandelt	geschweißt
≤ 310	27	1	2
$> 310, \leq 360$	40	1	2
	27	3	4
> 360	40	1	2
	27	3	5

4.2 Temperaturzuschläge

T_S ist ein Temperaturzuschlag, der angewendet werden kann, wenn die durch den Druck bewirkte Hauptmembranspannung den prozentualen Anteil an der größten zulässigen Auslegungsspannung nach Tabelle 2 oder den Wert 50 N/mm^2 nicht überschreitet.

4.3 Vorgehensweise bei weniger als 10 mm dicken Grundwerkstoff

Die in Tabelle 3 angegebenen niedrigsten Werte von T_R gelten, wenn der Grundwerkstoff weniger als 10 mm dick und die Prüfung bei $T_{KW} = 20 \text{ °C}$ durchgeführt wird. Die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit sind in den entsprechenden Werkstoffnormen festgelegt. Wenn diese Werkstoffe zur Verwendung bei Temperaturen unterhalb der in Tabelle 3 angegebenen Werte von T_R vorgesehen sind, muss die Prüfung bei Temperaturen gemäß der Kurve für 10 mm in den Bildern 1 bis 5 durchgeführt werden. Die für Kleinproben geforderten Werte der Kerbschlagarbeit sind in der Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 2 – Temperaturzuschläge

Behandlungszustand	Prozentualer Anteil an der größten zulässigen Auslegungsspannung			Membranspannung ^b
	> 75 %; ≤ 100 %	≤ 75 %	≤ 50 %	≤ 50 N/mm ²
Nicht geschweißt, nach dem Schweißen wärmebehandelt ^a	0 °C	+ 10 °C	+ 25 °C	+ 50 °C
geschweißt und Bezugsdicke < 30 mm	0 °C	0 °C	0 °C	+ 40 °C

^a Auch anwendbar auf Druckgeräte, bei denen zuerst alle Stutzen und alle nicht nur vorübergehend angebrachten Anschweißteile an die Behälterbauteile angeschweißt werden und diese Montageeinheiten nach dem Schweißen wärmebehandelt werden, bevor sie durch Stumpfschweißen mit dem Druckgerät verbunden werden, jedoch werden die Hauptnähte dann nach dem Schweißen nicht mehr wärmebehandelt.

^b In diesem Falle sollte die Membranspannung den inneren und äußeren Druck sowie das Eigengewicht berücksichtigen.

**Tabelle 3 – Niedrigste Werte der Auslegungsreferenztemperatur T_R
für weniger als 10 mm dicke Grundwerkstoffe und $T_{KV} = 20 °C$**

Dicke mm	Im Schweißzustand (AW) °C	Nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT) °C
8	– 20	– 35
6	– 25	– 40
4	– 40	– 55
2	– 55	– 70

5 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung

Kerbschlagbiegeversuche sind nach EN 10045-1 mit Charpy-V-Proben durchzuführen. Die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit müssen von Grundwerkstoff, Wärmeeinflusszone und Schweißgut erfüllt werden. Für die Probenposition gilt EN 288-3:1992/A1:1997, 7.4.4. Von jedem Probenabschnitt sind für jede geforderte Position und Prüftemperatur drei Proben zu prüfen. Der Mittelwert der drei Proben muss mindestens gleich dem geforderten Wert der Kerbschlagarbeit sein. Nur ein Wert darf niedriger sein, jedoch nicht kleiner als 70 % des geforderten Wertes.

Die für den Grundwerkstoff geforderten Werte gelten für die Querrichtung. Wenn Eigenschaften in Querrichtung nicht ermittelt werden können, müssen die für Querproben festgelegten Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei C, CMn-Stählen, Feinkornstählen und niedriglegierten Stählen mit Mindest-Sollwerten der Streckgrenze ≤ 460 N/mm² mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden. (Bei anderen Werkstoffen ist auf die Produktnorm Bezug zu nehmen).

5.1 Kleinproben

Wenn der Grundwerkstoff weniger als 10 mm dick ist, gelten die in Tabelle 4 angegebenen Anforderungen an die Kerbschlagarbeit.

Wenn alternativ proportionale reduzierte Werte für die Kerbschlagarbeit bevorzugt werden, muss Tabelle 5 angewendet werden.

5.2 Kleinproben für Bauteile, aus denen Proben mit einem Querschnitt gleich der Referenzdicke nicht entnommen werden können

Gelegentlich kommen außergewöhnlich geformte Bauteile und/oder Schweiß- und Arbeitsproben vor, bei denen die entnommenen Charpy-V-Proben entweder < 10 mm oder für die Querschnittsdicke nicht repräsentativ sind. In solchen Fällen müssen Kleinproben bei einer niedrigeren Prüftemperatur geprüft werden, um das Verhalten einer Probe der vollen Dicke darzustellen. Die Temperaturverschiebung ist in Tabelle 5 angegeben. Die Kerbschlagbiegeversuche sollten an der größtmöglichen Dicke des betrachteten Bauteils durchgeführt werden.