

DIN EN 13445-2/A5

ICS 23.020.30

Änderung von
DIN EN 13445-2:2002-08**Unbefeuerte Druckbehälter –
Teil 2: Werkstoffe;
Deutsche Fassung EN 13445-2:2002/A5:2009**

Unfired pressure vessels –

Part 2: Materials;

German version EN 13445-2:2002/A5:2009

Récipients sous pression non soumis à la flamme –

Partie 2: Matériaux;

Version allemande EN 13445-2:2002/A5:2009

Gesamtumfang 39 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-2:2002/A5:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der GA 54 im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Dieses Dokument enthält Korrekturen zu DIN EN 13445-2:2002.

Es ist vorgesehen, den Inhalt dieses Dokumentes bei einer Folgeausgabe von DIN EN 13445-2 einzuarbeiten.

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter —
Teil 2: Werkstoffe

Unfired pressure vessels —
Part 2: Materials

Réipients sous pression non soumis à la flamme —
Partie 2: Matériaux

Diese Änderung A5 modifiziert die Europäische Norm EN 13445-2:2002. Sie wurde vom CEN am 9. August 2008 angenommen.

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

Diese Änderung 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 des CEN mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
2 Normative Verweisungen	4
Anhang B (normativ) Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch bei tiefen Temperaturen	6
B.1 Allgemeines	6
B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit	7
B.2.1 Einleitung	7
B.2.2 Verfahren 1	7
B.2.3 Verfahren 2	15
B.2.4 Verfahren 3 — Bruchmechanische Analyse	27
B.3 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung	28
B.3.1 Allgemeines	28
B.3.2 Kleinproben	29
B.4 Schweißnähte	30
B.4.1 Allgemeines	30
B.4.2 Schweißverfahrensprüfung	30
B.4.3 Probeplatten für Arbeitsprüfungen	30
B.5 Werkstoffe für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen	30
B.5.1 Allgemeines	30
B.5.2 Werkstoffe	30
B.5.3 Schweißverfahrensprüfung und Probeplatten für Arbeitsprüfungen	30
B.5.4 Anfahren und Abfahren	31
B.5.5 Druckprüfung	31
Literaturhinweise	37

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-2:2002/A5:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 13445-2:2002 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2009 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument enthält den Text der Änderung. Die berichtigten Seiten von EN 13445-2 werden als Ausgabe 35 dieser Norm veröffentlicht.

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

Die folgenden Verweisungen in Abschnitt 2 aufnehmen:

2 Normative Verweisungen

EN 1092-1:2007, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 10028-2:2003, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10028-3:2003, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10028-4:2003, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 4: Nickellegierte kaltzähe Stähle*

EN 10028-5:2003, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 5: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, thermomechanisch gewalzt*

EN 10028-6:2003, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 6: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, vergütet*

EN 10028-7:2007, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 7: Nichtrostende Stähle*

EN 10216-3:2003, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen*

EN 10216-4:2002, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10217-3:2002, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen*

EN 10217-4:2002, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technischen Lieferbedingungen — Teil 4: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10217-6:2002, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-3:1998, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 3: Nickelstähle mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-4:1998, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 10269:1999, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen*

EN 10273:2007, *Warmgewalzte schweißgeeignete Stäbe für Druckbehälter mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 20898-2:1993, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften; Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*

EN ISO 898-1:1999, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

EN ISO 3506-1:1997, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1:1997)*

EN ISO 3506-2:1997, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern (ISO 3506-2:1997)*

Den vorliegenden Anhang B streichen und durch folgenden Text ersetzen:

Anhang B (normativ)

Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch bei tiefen Temperaturen

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang unterscheidet zwischen Druckgeräten mit Normalbetriebstemperaturen über bzw. unter 50 °C.

Für Druckgeräte mit Normalbetriebstemperaturen über 50 °C gilt B.5. Falls B.5 nicht anwendbar ist, sind die nachfolgenden Regeln für den Normalbetrieb bei niedrigeren Temperaturen anzuwenden.

Für Druckgeräte mit Auslegungstemperaturen ≤ 50 °C legt dieser Anhang drei alternative Verfahren für die Festlegung der Kriterien zur Vermeidung von Sprödbbruch bei tiefen Temperaturen¹⁾ von Stählen in Form von Blech, Band, Rohren, Fittings, Schmiedestücken, Gussstücken, Flanschen, Verbindungselementen und Schweißkonstruktionen für drucktragende Teile fest. Die Kriterien beruhen auf Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei festgelegten Temperaturen für die Grundwerkstoffe, die Wärmeeinflusszone (einschließlich Schmelzlinie) und das Schweißgut.

Die drei Verfahren sind:

Verfahren 1 Technische Regeln:

- a) Technische Anforderungen, basierend auf der Definition $T_R = T_{27J}$, wie in den harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen festgelegt und der Annahme, dass es möglich ist, diese Mindesteigenschaften nach der Fertigung zu erreichen. Berechnet nach den für Verfahren 2 für C- und CMn-Stähle mit einer Streckgrenze von < 460 MPa angewendeten Grundsätzen der Bruchmechanik und;
- b) auf der Grundlage von Betriebserfahrungen, anwendbar auf Ni-legierte Stähle mit $Ni \geq 3$ % bis zu 9 %, auf austenitische Stähle sowie auf Schrauben und Muttern.

Verfahren 2 Aus den Grundsätzen der Bruchmechanik und aus Betriebserfahrungen entwickeltes Verfahren:

Ein flexiblerer Ansatz als Verfahren 1 zur Herleitung von technischen Anforderungen für C-, CMn- und niedrig legierte ferritische Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von ≤ 500 MPa und austenitisch-ferritische Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von ≤ 550 MPa. Dieses Verfahren lässt sich auf einen größeren Dicken- und Temperaturbereich anwenden als das Verfahren 1, da T_R nicht gleich T_{27J} sein muss (siehe Bilder B.2-1 bis B.2-11). Darüber hinaus wurden für ferritische Stähle mit einer Mindeststreckgrenze von max. 355 MPa im spannungsarmgeglühten Zustand für größere Dicken Betriebserfahrungen berücksichtigt.

Verfahren 3 Anwendung einer bruchmechanischen Analyse. Dieses allgemeine Verfahren ist anwendbar auf Fälle, die von den Verfahren 1 und 2 nicht erfasst werden. Darüber hinaus lässt sich das Verfahren anwenden, um Abweichungen von den Anforderungen nach Verfahren 1 oder 2 zu rechtfertigen. Zur Anwendung dieses Verfahrens, das nur im Einvernehmen mit den Beteiligten benutzt werden darf, werden nur allgemeine Hinweise gegeben.

Jedes der drei Verfahren kann unabhängig angewendet werden. Es genügt, wenn die nach einem der drei Verfahren aufgestellten Anforderungen erfüllt werden.

1) Einschließlich der Temperaturen bei der Druckprüfung.

Alle anwendbaren Kombinationen der Temperaturen T_M (Werkstoff-Mindesttemperatur) und T_S (Temperaturzuschlag) müssen berücksichtigt werden; für die Festlegung der erforderlichen Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs ist der niedrigste aller möglichen T_R -Werte (Auslegungsreferenztemperatur) anzuwenden.

ANMERKUNG Begriffe für Temperaturen siehe 3.1.1 bis 3.1.4.

B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit

B.2.1 Einleitung

Mit den in B.2.2 (Verfahren 1) und B.2.3 (Verfahren 2) festgelegten Verfahren, sind die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit zu bestimmen, um Sprödbruch zu vermeiden. Wahlweise darf zur Bestimmung der erforderlichen Zähigkeit das in B.2.4 festgelegte Verfahren (Verfahren 3) gewählt werden. Das angewendete Verfahren muss vollständig dokumentiert werden, um sicherzustellen, dass die Übereinstimmung mit den Anforderungen nachgewiesen werden kann.

Die Referenzdicke für die Ausführung ist in Tabelle B.4-1 festgelegt.

B.2.2 Verfahren 1

B.2.2.1 Allgemeines

Nach Verfahren 1 können Werkstoffe aus harmonisierte Europäische Werkstoffnormen zur Vermeidung von Sprödbruch gewählt werden. Tabelle B.2-1 enthält eine Übersicht über die in den nachfolgenden Tabellen festgelegten Stahlsorten und Produktformen.

Schweißgut, Wärmeeinflusszone (WEZ) und weitere durch die Herstellprozesse betroffene Teile müssen den gleichen Anforderungen im Kerbschlagbiegeversuch entsprechen wie die für den Grundwerkstoff bei T_R in den Tabellen angegebenen garantierten Mindesteigenschaften.

Die Tabellen enthalten Auslegungsreferenztemperaturen für maximale Dicken bei vorgegebenen Festigkeitswerten für Stähle aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen mit garantierten Mindestfestigkeiten und Kerbschlageigenschaften. Wenn diese Mindesteigenschaften nach der Fertigung nicht erreicht werden können, sind zähere Ausgangswerkstoffe zu wählen.

Tabelle B.2-1 — Leitfaden für die Werkstoffauswahl

Tabelle	Werkstoff oder Produktform	Stahlgruppe	Abschnitt
B.2-2	Bleche und Bänder	Ferritische Stähle	B.2.2.2
B.2-3	Nahtlose und geschweißte Rohre		
B.2-4	Stäbe		
B.2-5	Schmiedestücke		
B.2-6	Ni-legierte Stähle ($1,5 < Ni \leq 5 \%$)	Ferritische Stähle	B.2.2.3
B.2-7	Ni-legierte Stähle (9 % Ni)		
B.2-8	Schrauben und Muttern	Ferritische Stähle	B.2.2.4
B.2-9		Austenitische Stähle	
B.2-10			
B.2-11	Austenitische Stahlsorten	Austenitische Stähle	B.2.2.5

ANMERKUNG Anforderungen an austenitisch-ferritische Stähle sind nur in B.2.3 (Verfahren 2) enthalten.

Ist nicht mindestens eine Probenbreite von 5 mm möglich, braucht der Werkstoff keinem Kerbschlagbiegeversuch unterzogen zu werden.

Die Werte der Auslegungsreferenztemperatur T_R müssen aus den Werten der Werkstofftemperatur T_M unter Verwendung der Werte des Temperaturzuschlags T_S nach Tabelle B.2-12 errechnet werden.

B.2.2.2 Ferritische Stähle

Die Tabellen B.2-2 bis B.2-5 enthalten ferritische Stähle aus harmonisierte Europäische Werkstoffnormen mit festgelegten Kerbschlageigenschaften unter -10 °C .

Der Tabellenwert von T_R ist gleichgesetzt mit der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} für $KV = 27\text{ J}$.

Tabelle B.2-2 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch mit Referenzdicken für Bleche und Bänder

Bleche und Bänder								
Nr nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenz- dicke e_B		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CR ISO 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
1	EN 10028-2:2003	P235GH	1.0345	35	90	-20	1.1	
2		P265GH	1.0425	35	75			
3		P295GH	1.0481	35	65		1.2	
4		P355GH	1.0473	35	55			
29	EN 10028-3:2003	P275NH	1.0487	35	75	-20	1.1	
30		P275NL1	1.0488	35	75	-40		
31		P275NL2	1.1104	35	90	-50		
32		P355N	1.0562	35	55	-20	1.2	
33		P355NH	1.0565	35	55	-20		
34		P355NL1	1.0566	35	55	-40		
35		P355NL2	1.1106	35	55	-50		
39	EN 10028-4:2003	11MnNi5-3	1.6212	35	50	-60	9.1	
40		13MnNi6-3	1.6217	35	50	-60		
41		15NiMn6	1.6228	35	50	-80		
50	EN 10028-5:2003	P355M	1.8821	35	—	-20	1.2	a
51		P355ML1	1.8832	35	—	-40		a
52		P355ML2	1.8833	35	—	-50		a
53		P420M	1.8824	35	—	-20	2.1	a
54		P420ML1	1.8835	35	—	-40		a
55		P420ML2	1.8828	35	—	-50		a
59	EN 10028-6:2003	P355Q	1.8866	35	60	-20	1.2	
60		P355QH	1.8867	35	60	-20		
61		P355QL1	1.8868	35	60	-40		
62		P355QL2	1.8869	35	60	-60	3.1	

^a TMCP-Stähle sind keiner Wärmenachbehandlung (PWHT) zu unterziehen.

Tabelle B.2-3 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch mit Referenzdicken für nahtlose und geschweißte Rohre

Nahtlose und geschweißte Rohre								
Nr nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CR ISO 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
231	EN 10216-3:2002	P275NL1	1.0488	35	75	−40	1.1	
232		P275NL2	1.1104	35	75	−50		
233		P355N	1.0562	35	55	−20	1.2	
234		P355NH	1.0565	35	55	−20		
235		P355NL1	1.0566	35	55	−40		
236		P355NL2	1.1106	35	55	−50		
248	EN 10216-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
249		P255QL	1.0452	35	40	−50		
250		P265NL	1.0453	25	25	−40		
251		26CrMo4-2	1.7219	15	40	−60	5.1	
252		11MnNi5-3	1.6212	35	40	−60	9.1	
253		13MnNi6-3	1.6217	35	40	−60	9.1	
306	EN 10217-3:2002	P275NL1	1.0488	35	40	−40	1.1	
307		P275NL2	1.1104	35	40	−50		
308		P355N	1.0562	35	40	−20	1.2	
309		P355NH	1.0565	35	40	−20		
310		P355NL1	1.0566	35	40	−40		
311		P355NL2	1.1106	35	40	−50		
316	EN 10217-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
317		P265NL	1.0453	16	16	−40	1.1	a
321	EN 10217-6:2002	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
322		P265NL	1.0453	25	25	−40	1.1	a

^a Grenzwerte für die Dicke ergeben sich aus den Grenzwerten der Wanddicke in den Europäischen Werkstoffnormen und jeweils in den Europäischen Bauteilenormen.

Tabelle B.2-4 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Stäbe

Stäbe								
Nr nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CR ISO 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
147	EN 10273:2000	P275NH	1.0487	35	75	-20	1.1	
148		P355NH	1.0565	35	55		1.2	
150		P355QH	1.8867	35	55		1.2	

Tabelle B.2-5 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schmiedestücke

Schmiedestücke								
Nr nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CR ISO 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
367	EN 10222-3:1998	13MnNi6-3	1.6217	35	70	-60	9.1	
369		15NiMn6	1.6228	35	50	-80	9.1	
378	EN 10222-4:1998	P285QH	1.0478	35	85	-20	1.2	
380		P355QH1	1.0571	35	60	-20	1.2	
382		P420QH	1.8936	35	50	-20	3.1	

B.2.2.3 Ni-legierte Stähle (Ni > 1,5 %)

Tabelle B.2-6 enthält Ni-legierte Stähle bis 5 % Nickel aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen.

Tabelle B.2-7 enthält Ni-legierte Stähle mit 9 % Nickel aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen.

Der Tabellenwert von T_R beruht auf der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} für $KV = 27$ J.