DIN EN 13445-4:2026-12 (D)

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 4: Herstellung; Deutsche Fassung EN 13445-4:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

1 Anwendungsbereich 8

2 Normative Verweisungen 8

3 Begriffe 9

4 Anforderungen an die Herstellung und Vergabe an Unterauftragnehmer 9
4.1 Herstellung 9
4.2 Vergabe an Unterauftragnehmer 10

5 Werkstoffe 10
5.1 Allgemeines 10
5.2 Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe 10
5.2.1 Allgemeines 10
5.2.2 Identifizierungssystem 11
5.2.3 Sichtbarkeit 11
5.2.4 Überprüfung der Werkstoffbescheinigungen und der Werkstoffkennzeichnung 11
5.2.5 Übertragung der Kennzeichnungen 12

6 Herstellungstoleranzen 12
6.1 Oberflächengeometrie von Schweißnähten 12
6.2 Mittellinienversatz 12
6.3 Kantenversatz 14
6.3.1 Kantenversatz zwischen Bauteilen 14
6.3.2 Verbindung von Teilen mit unterschiedlicher Wanddicke 14
6.4 Toleranzen für Behälter unter innerem Überdruck 14
6.4.1 Außendurchmesser 14
6.4.2 Unrundheit 14
6.4.3 Abweichung von der Längsachse 15
6.4.4 Formabweichungen 15
6.4.5 Örtliche Wanddickenunterschreitung 17
6.4.6 Gewölbte Böden 18
6.5 Toleranzen für Behälter unter äußerem Überdruck 20
6.6 Konstruktionstoleranzen 20

7 Schweißverbindungen 20
7.1 Allgemeines 20
7.2 Behälter oder Teile aus mehreren Schüssen 20
7.3 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen 20

8 Schweißen 21
8.1 Allgemeines 21
8.2 Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification) 21
8.3 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR, en: welding procedure qualification record) 21
8.4 Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen 22
8.5 Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe 23
8.6 Schweißnahtvorbereitung 23
8.7 Ausführung der Schweißverbindungen 23
8.8 Anbauteile, Abstützungen und Aussteifungen 24
8.9 Vorwärmen 24

8.10 Andere dauerhafte Verbindungen als Schweißnähte ... 24
8.10.1 Allgemeines ... 24
8.10.2 Mechanisches Einwalzen ... 25
8.10.3 Hartlöten ... 25

9 Herstellung und Prüfung von Schweißnähten — Arbeitsprüfung ... 25
9.1 Allgemeines ... 25
9.2 Kriterien ... 26
9.3 Prüfumfang ... 29
9.4 Durchführung der Prüfungen und Annahmekriterien ... 30
9.4.1 Allgemeines ... 30
9.4.2 Querzugversuch ... 31
9.4.3 Längszugversuch an Schweißgut ... 31
9.4.4 Kerbschlagbiegeversuch ... 31
9.4.5 Biegeprüfung ... 31
9.4.6 Makroschliff ... 31
9.4.7 Mikroschliff ... 31
9.4.8 Härteprüfung ... 32
9.4.9 Wiederholungsprüfungen ... 32
9.4.10 Prüfbericht ... 32

10 Umformen von drucktragenden Teilen ... 32
10.1 Allgemeines ... 32
10.2 Umformgrad ... 33
10.2.1 Gewölbte runde Böden ... 33
10.2.2 Gewalzte Zylinder und Kegel ... 34
10.2.3 Andere Produktarten ... 35
10.2.4 Rohrbögen ... 35
10.2.5 Umformen von Segmenten ... 36
10.3 Umformverfahren ... 37
10.3.1 Kaltumformen ... 37
10.3.2 Warmumformen ... 37
10.4 Wärmebehandlung nach dem Umformen ... 39
10.4.1 Allgemeines ... 39
10.4.2 Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 40
10.4.3 Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 42
10.4.4 Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Kaltumformen ... 42
10.4.5 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen ... 42
10.4.6 Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Warmumformen ... 43
10.5 Probenahme von umgeformten Probekörpern ... 43
10.5.1 Kaltumgeformte Produkte ohne Wärmebehandlung ... 43
10.5.2 Warmumgeformte oder kaltumgeformte Produkte mit Wärmebehandlung ... 43
10.6 Prüfungen ... 44
10.6.1 Grundwerkstoff ... 44
10.6.2 Stumpfschweißnähte ... 44
10.6.3 Annahmekriterien für umgeformte Probekörper ... 45
10.6.4 Wiederholungsprüfungen an umgeformten Probekörpern ... 45
10.7 Sicht- und Maßprüfung ... 45
10.8 Kennzeichnung ... 46
10.9 Dokumentation ... 46

11 Wärmenachbehandlung (PWHT) ... 46
11.1 Allgemeines ... 46
11.2 Bedingungen für die Wärmebehandlung ... 47
11.3 Verfahren der Wärmenachbehandlung ... 51
11.4 Durchführung der Wärmenachbehandlung ... 52
11.5 Mechanische Eigenschaften nach der Wärmebehandlung ... 53
11.6 Verbindungen zwischen nicht artgleichen ferritischen Werkstoffen ... 54
11.7 Sonderwerkstoffe ... 54

11.8 Wärmebehandlung für andere Zwecke als Schweißen ... 55
12 Ausbesserungen ... 55
12.1 Ausbesserung von Oberflächenfehlern im Grundwerkstoff ... 55
12.2 Ausbesserungen von Schweißfehlern ... 55
13 Abschließende Fertigungsschritte ... 56
Anhang A (informativ) Konstruktionstoleranzen ... 57
Anhang B (informativ) Beispiel eines Formulares für Unterauftragnehmer ... 61
Anhang C (normativ) Einwalzverfahrensanweisungen und Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen ... 62
C.1 Allgemeines ... 62
C.1.1 Einleitung ... 62
C.1.2 Verantwortlichkeit ... 62
C.1.3 Einwalzverfahrensanweisung ... 62
C.1.4 Technischer Inhalt der Einwalzverfahrensanweisung (EPS) ... 63
C.1.5 Einwalzverfahrensprüfung (EPQT, en: expansion procedure qualification test) ... 64
C.2 Untersuchung und Prüfung ... 64
C.2.1 Allgemeines ... 64
C.2.2 Sichtprüfung ... 64
C.2.3 Maßprüfung ... 64
C.2.4 Prüfung ... 65
C.3 Anerkennungsgrenzen ... 65
C.3.1 Allgemeines ... 65
C.3.2 Herstellerbezogen ... 65
C.3.3 Werkstoffbezogen ... 65
C.3.4 Rohrabmessungen ... 65
C.3.5 Einwalzbeiwert ... 65
C.3.6 Verbindungsausführung ... 66
C.3.7 Werkzeug ... 66
C.3.8 PWHT ... 66
C.4 Bericht über die Anerkennung des Einwalzverfahrens (EPAR) ... 66
C.5 Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen ... 66
C.5.1 Allgemeines ... 66
C.5.2 Gültigkeitsbereich der Prüfung von Bedienern von Einwalzeinrichtungen ... 67
C.5.3 Verfahrensprüfungen ... 67
C.5.4 Untersuchung und Prüfung ... 67
C.5.5 Gültigkeitsdauer ... 67
C.5.6 Bescheinigung ... 68
Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-4 ... 69
Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13445-4:2014 und der EN 13445-4:2021 ... 69
Y.2 Unterschiede zwischen EN 13445-4:2021 und EN 13445-4:2026 ... 69
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU ... 70
Literaturhinweise ... 71

Bilder

Bild 6.2-1 — Mittellinienversatz d_1 ... 12
Bild 6.4-1 — Profileinzelheiten, Messung der Aufdachung ... 16
Bild 6.4-2 — Toleranzen für gewölbte Böden ... 18
Bild 10.2-1 — Umformen von gewölbten runden Produkten ... 33
Bild 10.2-2 — Umformen von Zylindern und Kegeln ... 34

Bild 10.2-3 — Umformen von anderen Produktarten als Mäntel, Kegel und gewölbten runden Produkten ... 35

Bild 10.2-4 — Rohrbiegen ... 36

Bild 10.2-5 — Umformen von Segmenten ... 36

Tabellen

Tabelle 6.2-1 — Mittellinienversatz für Längsnähte in Zylindern, Kegeln und rechteckigen/prismatischen Bauteilen ... 13

Tabelle 6.2-2 — Mittellinienversatz für Längsnähte zwischenbenachbarten Teilen in gewölbten Böden und kugelförmigen Bauteilen ... 13

Tabelle 6.2-3 — Mittellinienversatz von Rundnähten zwischen angrenzenden Teilen ... 13

Tabelle 6.4-1 — Höchste zulässige Aufdachung *P* in Längsschweißnähten für dynamische und zyklische Belastungen ... 16

Tabelle 6.4-2 — Größte zulässige Aufdachung *P* in Längsschweißnähten für Druckbehälter unter nicht vorwiegend zyklischer Belastung ... 17

Tabelle 6.4-3 — Toleranzen für gewölbte Böden ... 19

Tabelle 9.2 — Erforderliche Arbeitsproben-Prüflinge für Kerbschlagbiegeversuche ... 26

Tabelle 9.3-1 — Prüfung von Probeplatten für Arbeitsprüfungen ... 29

Tabelle 9.3-2 — Prüfstücke ... 30

Tabelle 10.3-1 — Umformbedingungen für Stähle der Gruppen 8.1, 8.2 und 10 ... 39

Tabelle 10.4-1 — Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 41

Tabelle 10.4-2 — Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 42

Tabelle 10.4-3 — Wärmebehandlungen nach dem Warmumformen ... 43

Tabelle 11.1-1 — Wärmenachbehandlung ... 48

Tabelle A.1 — Toleranzen für Stutzen ... 57

Tabelle A.2 — Toleranzen nach dem Aufstellen eines stehenden Behälters ... 58

Tabelle A.3 — Toleranzen von Sätteln und Abstützungen ... 59

Tabelle A.4 — Toleranzen von Sätteln und Abstützungen ... 60

Tabelle C.3.1 — Anerkennungsgrenzen eines Werkstoffs ... 65

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU ... 70