E DIN EN 13001-3-6:2025-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-01-10

Krane - Konstruktion allgemein - Teil 3-6: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Maschinenbauteilen - Hydraulikzylinder; Deutsche und Englische Fassung prEN 13001-3-6:2025

Cranes - General design - Part 3-6: Limit states and proof of competence of machinery - Hydraulic cylinders; German and English version prEN 13001-3-6:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Einleitung ... 10

1 Anwendungsbereich ... 10

2 Normative Verweisungen ... 11

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen ... 11
3.1 Begriffe ... 11
3.2 Symbole und Abkürzungen ... 12
3.3 Terminologie ... 14

4 Allgemeines ... 16
4.1 Dokumentation ... 16
4.2 Werkstoffe für Hydraulikzylinder ... 17
4.2.1 Allgemeine Anforderungen ... 17
4.2.2 Werkstoffsorten und Werkstoffgüten ... 18

5 Nachweis der statischen Festigkeit ... 18
5.1 Allgemeines ... 18
5.2 Grenzwert der Bemessungsspannungen ... 20
5.2.1 Allgemeines ... 20
5.2.2 Grenzwert der Bemessungsspannung in tragenden Bauteilen ... 20
5.2.3 Grenzwert der Bemessungsspannungen von Schweißverbindungen ... 21
5.3 Linearer Spannungsnachweis ... 21
5.3.1 Allgemeines ... 21
5.3.2 Übliche Lastfälle und Randbedingungen ... 21
5.3.3 Zylinderrohr ... 23
5.3.4 Zylinderboden ... 25
5.3.5 Schweißnähte an der Kolbenstange ... 26
5.3.6 Zylinderkopf ... 26
5.3.7 Zylinderrohr- und Kolbenstangengewinde ... 27
5.3.8 Gewindefreistich und Sicherungsdrahtrillen ... 27
5.3.9 Schweißnähte am Ölanschluss ... 28
5.3.10 Anschlussschnittstellen mit dem Krantragwerk ... 28
5.4 Nichtlinearer Spannungsnachweis ... 29
5.4.1 Allgemeines ... 29
5.4.2 Standardzylinder mit Endmomenten ... 29
5.4.3 Stützbeinzylinder ... 29
5.5 Durchführung des Nachweises ... 30
5.5.1 Nachweis für lasttragende Bauteile ... 30
5.5.2 Nachweis für Schraubverbindungen ... 31
5.5.3 Nachweis für Schweißverbindungen ... 31

6 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ... 31
6.1 Allgemeines ... 31

6.2 Spannungsverläufe ... 31
6.3 Durchführung des Nachweises ... 33
6.4 Grenzwert der zulässigen Schwingbreite ... 34
6.5 Zu beachtende Details ... 34
6.5.1 Allgemeines ... 34
6.5.2 Schweißnaht am Zylinderboden ... 34
6.5.3 Kerbspannung an den Ölanschlüssen ... 38
6.5.4 Zylinderkopf ... 38
6.5.5 Kolbenstange ... 41
6.5.6 Zylinderkopfschrauben ... 43
6.5.7 Schweißnaht am Zylinderkopfflansch ... 43
6.5.8 Mechanische Schnittstellen ... 46

7 Nachweis der elastischen Stabilität ... 46
7.1 Allgemeines ... 46
7.2 Kritische Knicklast ... 46
7.3 Grenzwert der zulässigen Druckkraft ... 48
7.4 Durchführung des Nachweises ... 49

Anhang A (informativ) Kritische Beullast für übliche Knickfälle ... 50
A.1 Allgemeines ... 50
A.2 Knickfall A ... 51
A.3 Knickfall B ... 51
A.4 Knickfall C ... 52
A.5 Knickfall D ... 52
A.6 Knickfall E ... 52
A.7 Knickfall F ... 53
A.8 Knickfall G ... 53

Anhang B (informativ) Analyse II. Ordnung für zwei wichtige Fälle ... 54
B.1 Druckzylinder mit Endmomenten und Winkelversatz ... 54
B.2 Druckzylinder mit seitlicher Endkraft und Winkelversatz ... 55
B.3 Axialspannungen für die Fälle in B.1 und B.2 ... 56

Anhang C (informativ) Querkräfte im Mantel und Biegemomente des Zylinderbodens ... 58

Anhang D (informativ) Nachweis des Ermüdungsverhaltens der Schweißnaht am Zylinderboden für kompliziertere Fälle ... 62

Anhang E (informativ) Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine gegebene Anwendung ... 66

Anhang F (informativ) Liste der Gefährdungen ... 68

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Verordnung (EU) 2023/1230 ... 69

Literaturhinweise ... 70

Bilder

Bild 1 — Vollständiger Zylinder ... 15

Bild 2 — Zylinderkopf ... 16

Bild 3 — Kolben ... 16

Bild 4 — Prüfling für die Prüfung der Kerbschlagzähigkeit ... 17

Bild 5 — Zugspannung senkrecht zur Walzebene ... 21

Bild 6 — Druckzylinder mit abgestütztem Boden **22**

Bild 7 — Druckzylinder, angeflanscht, mit nicht abgestütztem Boden **22**

Bild 8 — Zugzylinder oder Druckzylinder mit druckbeaufschlagter kolbenstangenseitiger Kammer **22**

Bild 9 — Druckzylinder mit Kolben in Kolbenendstellung **22**

Bild 10 — Zugzylinder mit Kolben in Kolbenendstellung **23**

Bild 11 — Spannungen im Zylinderrohr **23**

Bild 12 — Spannungen im nicht abgestützten Zylinderboden **25**

Bild 13 — Schweißnaht am Zylinderboden **25**

Bild 14 — Freistiche am Gewindeauslauf **28**

Bild 15 — Angeschweißter Ölanschluss **28**

Bild 16 — Zylinder mit Endmomenten aus Achsreibungen und Winkelversatz **29**

Bild 17 — Stützbeinzylinder mit Belastung durch Querkraft und Winkelversatz **30**

Bild 18 — Zylinderboden, abgestützt (oberes Bild) und nicht abgestützt (unteres Bild) **35**

Bild 19 — Schweißnaht am Zylinderboden **35**

Bild 20 — Kolbenseitiger Ölanschluss **38**

Bild 21 — Rohrinnengewinde **39**

Bild 22 — Freistich für das Rohrgewinde **40**

Bild 23 — Sicherungsdrahtrille **40**

Bild 24 — Gewinde an der Kolbenstange **41**

Bild 25 — Schweißnähte an der Kolbenstange, Kehlnaht (links) und Fugennaht (rechts) **42**

Bild 26 — Schweißnähte am Zylinderkopfflansch, Kehlnaht (links) und Fugennaht (rechts) **43**

Bild A.1 — Übliche Knickfälle für Hydraulikzylinder **50**

Bild A.2 — Knickfall A (regulärer Eulerfall 1) **51**

Bild A.3 — Knickfall B (wie Eulerfall 1, aber mit zwei unterschiedlichen Querschnitten) **51**

Bild A.4 — Knickfall C (regulärer Eulerfall 2) **52**

Bild A.5 — Knickfall D (wie Eulerfall 2, aber mit zwei unterschiedlichen Querschnitten) **52**

Bild A.6 — Knickfall E (zwei Eulerfälle 2 gekoppelt) **52**

Bild A.7 — Knickfall F (ein Eulerfall 2, mit mittiger elastischer Lagerung) **53**

Bild A.8 — Knickfall G (regulärer Eulerfall 3) **53**

Bild B.1 — Druckzylinder mit Endmomenten und Winkelversatz 54

Bild B.2 — Druckzylinder mit seitlicher Endkraft und Winkelversatz 55

Bild C.1 — Verformungen des Zylinderrohrs und Zylinderbodens durch Druck und innere Kräfte.... 58

Bild D.1 — Verformungen durch innere Zwangsreaktionen 63

Bild D.2 — Auf den abgestützten Boden wirkende Grenzflächenkräfte, außer konstanter Druck..... 64

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen 12

Tabelle 2 — *S*-Klassen des Spannungsverlaufsparameters s_3 33

Tabelle 3 — Kritische Knicklast N_k für Eulersche Knickfälle 46

Tabelle 4 — Übliche Knickfälle für Hydraulikzylinder 47

Tabelle F.1 — Liste der Gefährdungen 68

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang III der Verordnung (EU) 2023/1230 69