DIN EN 13001-3-6

ICS 23.100.20; 53.020.20

Ersatz für
DIN EN 13001-3-6:2022-01

Krane – Konstruktion allgemein – Teil 3-6: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Maschinenbauteilen – Hydraulikzylinder; Deutsche Fassung EN 13001-3-6:2018+A1:2021

Cranes –
General design –
Part 3-6: Limit states and proof of competence of machinery –
Hydraulic cylinders;
German version EN 13001-3-6:2018+A1:2021

Appareils de levage à charge suspendue –
Conception générale –
Partie 3-6: États limites et vérification d'aptitude des éléments de mécanismes –
Vérins hydrauliques;
Version allemande EN 13001-3-6:2018+A1:2021

Gesamtumfang 63 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-22-10 AA „Lenkungsausschuss Krane und Hebezeuge“ und NA 060-22-10-21 AK „Konstruktion - allgemein (SpA CEN/TC 147/WG 2 u. SpA ISO/TC 96/SC 10)“ im Fachbereich „Krane und Hebezeuge“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Krane und Hebezeuge sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Für die Anwendung wird darauf hingewiesen, dass unter dem Begriff „Kran“ alle Maschinen zum zyklischen Heben oder zum zyklischen Heben von an Haken oder anderen Lastaufnahmeeinrichtungen hängenden Lasten verstanden werden. Das bedeutet, dass diese Norm auch z. B. für Winden, die diese Definition erfüllen, anzuwenden ist.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN- bzw. DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13001-3-6:2018-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Abschnitt 1, der Anwendungsbereich wurde konkretisiert;

b) Abschnitt 2, Normative Verweisungen aktualisiert;

c) Abschnitt 4 bis Abschnitt 7 wurden geändert hinsichtlich der Reduzierung von Risiken:

   1) Überschreiten der Festigkeitsgrenzwerte (Fließgrenze, Bruch- und Ermüdungsfestigkeit),

   2) elastische Instabilität (knickstabähnliches Verhalten);

d) Anhang F „Liste der Gefährdungen“ neu hinzugefügt;

e) Anhang ZA wurde grundlegend überarbeitet.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Gegenüber DIN EN 13001-3-6:2022-01 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

a) Die benutzten Begriffe in diesem Dokument wurden harmonisiert mit den Dokumenten EN 13001-1, -2 und 3-1 und darüber hinaus linguistische Verbesserungen vorgenommen.

b) Der englische Begriff „buckling“ (Instabilitäten und Versagen der Struktur) wird im deutschsprachigen Sprachraum bei der Strukturmechanik sowohl als „Knicken“ als auch „Beulen“ gebraucht, abhängig von der geometrischen Form des jeweiligen Strukturelementes. Da Zylinder in der Regel aus stabähnlichen Elementen bestehen, wurde in diesem Dokument „Knicken (Beispielweise: Anstelle von „Beullast“ wird „Knicklast“ benutzt) benutzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13001-3-6: 2018-11, 2022-01

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

— Leerseite —

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 13001-3-6:2018+A1

Juni 2021

ICS 23.100.20; 53.020.20

Supersedes EN 13001-3-6:2018

Deutsche Fassung

Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-6: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Maschinenbauteilen — Hydraulikzylinder

Cranes — General design — Part 3-6: Limit states and proof of competence of machinery — Hydraulic cylinders

Appareils de levage à charge suspendue — Conception générale — Partie 3-6: États limites et vérification d'aptitude des éléments de mécanismes — Vérins hydrauliques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. November 2017 angenommen und enthält die Änderung 1, die vom CEN am 9. Mai 2021angenommen wurde.

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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 4
Einleitung ... 5
1 Anwendungsbereich ... 6
2 Normative Verweisungen ... 6
3 Begriffe ... 7
3.1 Begriffe ... 7
3.2 Symbole ... 7
3.3 Terminologie ... 10
4 Allgemeines ... 11
4.1 Dokumentation ... 11
4.2 Werkstoffe für Hydraulikzylinder ... 12
4.2.1 Allgemeine Anforderungen ... 12
4.2.2 Werkstoffsorten und Werkstoffgüten ... 13
5 Nachweis der statischen Festigkeit ... 13
5.1 Allgemeines ... 13
5.2 Grenzwerte der Bemessungsspannung ... 15
5.2.1 Allgemeines ... 15
5.2.2 Grenzwert der Bemessungsspannung in tragenden Bauteilen ... 15
5.2.3 Grenzwerte der Bemessungsspannung in Schweißverbindungen ... 16
5.3 Linearer Spannungsnachweis ... 16
5.3.1 Allgemeines ... 16
5.3.2 Übliche Lastfälle und Randbedingungen ... 16
5.3.3 Zylinderrohr ... 18
5.3.4 Zylinderboden ... 19
5.3.5 Schweißnähte an der Kolbenstange ... 20
5.3.6 Zylinderkopf ... 21
5.3.7 Zylinderrohr- und Kolbenstangengewinde ... 21
5.3.8 Gewindefreistich und Sicherungsdrahtrillen ... 22
5.3.9 Schweißnähte am Ölanschluss ... 22
5.3.10 Anschlussschnittstellen mit dem Krantragwerk ... 23
5.4 Nichtlinearer Spannungsnachweis ... 23
5.4.1 Allgemeines ... 23
5.4.2 Standardzylinder mit Endmomenten ... 23
5.4.3 Stützbeinzylinder ... 23
5.5 Durchführung des Nachweises ... 24
5.5.1 Nachweis für lasttragende Bauteile ... 24
5.5.2 Nachweis für Schraubverbindungen ... 25
5.5.3 Nachweis für Schweißverbindungen ... 25
6 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ... 25
6.1 〈A1〉 Allgemeines ... 25
6.2 Spannungsverläufe ... 25
6.3 Durchführung des Nachweises ... 27
6.4 Grenzwert der Bemessungsschwingbreite ... 27
6.5 Zu beachtende Details ... 28
6.5.1 Allgemeines ... 28

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

6.5.2 Schweißnaht am Zylinderboden ... 28
6.5.3 Kerbspannung an den Ölanschlüssen ... 31
6.5.4 Zylinderkopf ... 31
6.5.5 Kolbenstange ... 33
6.5.6 Zylinderkopfschrauben ... 35
6.5.7 Schweißnaht am Zylinderkopfflansch ... 36
6.5.8 Mechanische Verbindungsstellen ... 38

7 Nachweis der elastischen Stabilität ... 38
7.1 Allgemeines ... 38
7.2 Kritische Knicklast ... 38
7.3 Grenzwert der Bemessungsdruckkraft ... 40
7.4 Durchführung des Nachweises ... 41

Anhang A (informativ) Kritische Knicklast für übliche Knickfälle ... 42
A.1 Allgemeines ... 42
A.2 Knickfall A ... 43
A.3 Knickfall B ... 43
A.4 Knickfall C ... 44
A.5 Knickfall D ... 44
A.6 Knickfall E ... 44
A.7 Knickfall F ... 45
A.8 Knickfall G ... 45

Anhang B (informativ) Analyse II. Ordnung für zwei wichtige Fälle ... 46
B.1 Druckzylinder mit Endmomenten und Winkelversatz ... 46
B.2 Druckzylinder mit seitlicher Endkraft und Winkelversatz ... 47
B.3 Axialspannungen für die Fälle in B.1 und B.2 ... 48

Anhang C (informativ) Querkräfte im Mantel und Biegemomente des Zylinderbodens ... 49

Anhang D (informativ) Nachweis des Ermüdungsverhaltens der Schweißnaht am Zylinderboden für kompliziertere Fälle ... 52

Anhang E (informativ) Auswahl einer geeigneten Gruppe von Krannormen für eine bestimmte Anwendung ... 55

Anhang F (informativ) Liste der Gefährdungen ... 57

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG ... 58

Literaturhinweise ... 59

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13001-3-6:2018+2021[N1]) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 147 „Cranes — Safety“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2021 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2021-05-21.

Dieses Dokument ersetzt EN 13001-3-6:2018.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen A1 A1 angezeigt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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

N1 Nationale Fußnote: An dieser Stelle ist ein Fehler in der englischen Referenzfassung. Es müsste heißen: EN 13001-3-6:2018+A1:2021

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Einleitung

Diese Europäische Norm, in dieser geänderten Fassung, wurde erarbeitet, um als harmonisierte Norm die mechanische Konstruktion und den theoretischen Nachweis von Kranen zu unterstützen, damit die grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllt werden. Diese Norm schafft außerdem Schnittstellen zwischen dem Anwender (Käufer) und dem Konstrukteur sowie zwischen dem Konstrukteur und dem Bauteilhersteller, um eine Grundlage für die Auswahl von Kranen und deren Bauteile zu schaffen.

Diese Europäische Norm ist eine Typ-C-Norm wie in EN ISO 12100:2010 angegeben.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse wird im Anwendungsbereich dieser Norm hingewiesen.

Für Maschinen, die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Wenn die Festlegungen in dieser Typ-C-Norm von den Festlegungen in Typ-A- oder Typ-B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

1 Anwendungsbereich

[A1] Dieses Dokument ist gemeinsam mit den anderen allgemeinen Teilen der Normenreihe EN 13001, siehe Anhang E, anzuwenden sowie mit den einschlägigen EN-Produktnormen für Krane, die allgemeine Bedingungen, Anforderungen und Methoden festlegen, um so anhand der Konstruktion und des theoretischen Nachweises mechanische Gefährdungen der Hydraulikzylinder, die Teil der lasttragenden Struktur von Kranen sind, zu verhindern. Hydraulikleitungen, -schläuche und -anschlüsse von Zylindern fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments, genauso wie Zylinder, die aus anderen Werkstoffen als Kohlenstoffstahl bestehen.

ANMERKUNG 1 Besondere Anforderungen für spezielle Krantypen sind in den zutreffenden Europäischen Produktnormen angegeben; siehe Anhang E.

Die signifikanten Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung zu Gefährdungen von Personen führen können, sind in Anhang F aufgeführt. Die Abschnitte 4 bis 7 dieses Dokuments enthalten Anforderungen und Verfahren zur Verringerung oder Beseitigung dieser Risiken: [A1]

a) Überschreiten der Festigkeitsgrenzwerte (Fließgrenze, Bruch- und Ermüdungsfestigkeit);

b) elastische Instabilität (knickstabähnliches Verhalten).

[A1] ANMERKUNG 2 [A1] EN 13001-3-6 behandelt ausschließlich die Methode der Grenzzustände in Übereinstimmung mit EN 13001-1.

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).

[A1] *gelöschter Text* [A1]

EN 10277-2:2008, *Blankstahlerzeugnisse — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Stähle für allgemeine technische Verwendung*

[A1] EN 10297-1:2003, *Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen* [A1]

EN 10305-1:2016, *Präzisionsstahlrohre — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Nahtlose kaltgezogene Rohre*

EN 10305-2:2016, *Präzisionsstahlrohre — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Geschweisste kaltgezogene Rohre*

[A1] EN 13001-1:2015, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen*

EN 13001-2:2014, *Kransicherheit — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

EN 13001-3-1:2012+A2:2018, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken* [A1]

EN ISO 148-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2016)*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

〈A1〉 EN ISO 683-1:2018, *Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle — Teil 1: Unlegierte Vergütungsstähle (ISO 683-1:2016)*

EN ISO 683-2:2018, *Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle — Teil 2: Legierte Vergütungsstähle (ISO 683-2:2016)* 〈A1〉

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

EN ISO 8492:2013, *Metallische Werkstoffe —Rohr — Ringfaltversuch (ISO 8492:2013)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

ISO 724:1993, *ISO general-purpose metric screw threads — Basic dimensions*

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010.

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

— IEC Electropedia: verfügbar unter https://www.electropedia.org/

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter https://www.iso.org/obp

3.2 Symbole

Die wichtigsten Symbole und Abkürzungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbole	Beschreibung
$A\%$	prozentuale Bruchdehnung
a	Schweißnahtdicke
A_i, B_i, C_i, D_i	Konstanten
A_s	Spannungsquerschnitt
D	Kolbendurchmesser
d	Kolbenstangendurchmesser
$D_{a,i}$	Achsendurchmesser
D_p	druckbeeinflusster Durchmesser
D_w	Schweißnahtdurchmesser
E	Elastizitätsmodul
F	Druckkraft
F_A	Druckkraft

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Symbole	Beschreibung
FE	Finite Elemente
f_{Rd}	Grenzwert der Bemessungsspannung
$f_{Rd\sigma}$	Grenzwert der Bemessungsspannung, Normalspannung
$f_{Rd\tau}$	Grenzwert der Bemessungsspannung, Schubspannung
F_S	Querkraft
F_{Sd}	äußere Bemessungskraft
f_u	Bruchfestigkeit
f_w,R_d	Grenzwert der Bemessungsspannung der Schweißnaht
f_y	Fließgrenze
h	Dicke des Zylinderbodens
I	Trägheitsmoment, allgemein
I_1	Trägheitsmoment des Rohrs
I_2	Trägheitsmoment der Kolbenstange
L	Gesamtlänge des Zylinders
L_1	Länge des Zylinderrohrs
L_2	Länge der Kolbenstange des Zylinders
m	inverse Steigung der Wöhlerlinie[N2]
M_0	Biegemoment im Mantelabschnitt, das am Übergang zwischen Rohr und Boden wirkt
M_B	Biegemoment
N	Druckkraft
N_k	Kritische Knicklast
N_{Rd}	Grenzwert der Bemessungsdruckkraft
⟩A1⟨	*gelöschter Text* ⟩A1⟨
p_{i1}	maximaler Innendruck in der kolbenseitigen Kammer
p_{i2}	maximaler Innendruck in der kolbenstangenseitigen Kammer
p_o	äußerer Druck
p_{Sd}	Bemessungsdruck
R	mittlerer Radius des Rohrs ($R = R_i + t/2$)
r_i	Innenradius des Rohrs
R_i	Innenradius des Rohrs
r_o	Außenradius des Rohrs

[N2] Nationale Fußnote: (en: Steigung der log Δσ - log N-Kurve).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

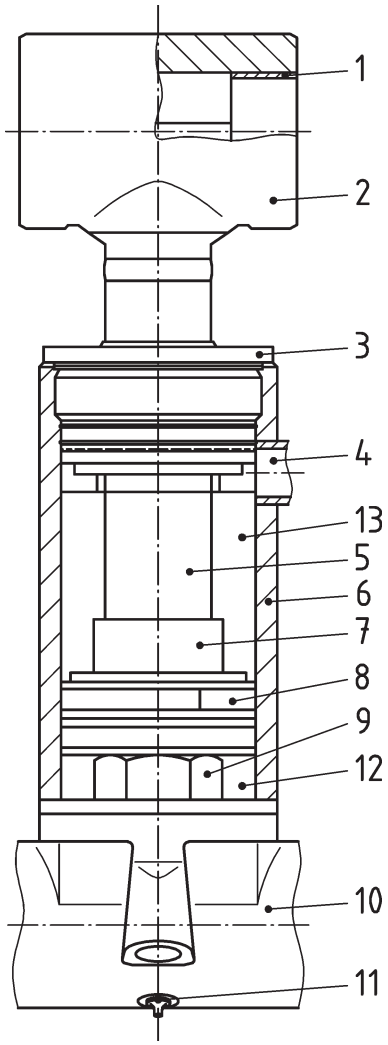
Symbole	Beschreibung
r_r	Außenradius der Kolbenstange
s_3	Spannungsverlaufsparameter (siehe EN 13001-3-1)
t	Rohrwanddicke
T_0	Querkraft im Mantelabschnitt, die am Übergang zwischen Rohr und Boden wirkt
x, y	Längs- und Seitenkoordinaten
α	Winkelversatz, Radianten
γ_m	allgemeiner Widerstandsbeiwert ($\gamma_m = 1{,}1$, siehe EN 13001-2)
γ_{mf}	spezifischer Widerstandsbeiwert für die Ermüdungsfestigkeit (siehe EN 13001-3-1)
γ_R	Gesamtwiderstandsbeiwert ($\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_s$)
γ_s	spezifischer Widerstandsbeiwert
Δ_σ	Schwingbreite
$\Delta_{\sigma b}$	Schwingbreite der Biegespannung im Rohr
$\Delta_{\sigma c}$	charakteristischer Wert der Ermüdungsfestigkeit
$\Delta_{\sigma m}$	Schwingbreite der Membranspannung im Rohr (axial)
$\Delta_{\sigma Rd}$	Grenzwert der Bemessungsschwingbreite
$\Delta_{\sigma Sd}$	Bemessungsschwingbreite
Δ_{pSd}	kolbenseitiger Bemessungsdruckbereich
δ_{max}	maximaler Versatz
κ	Minderungsfaktor im Knickfall
λ	Schlankheitsgrad
λ_i	Reibbeiwerte
μ_i	Reibungsfaktoren
ν	Poissonzahl ($\nu = 0{,}3$ für Stahl)
σ_a	Axialspannung im Rohr
σ_b	unterer Grenzwert der Schwingbreite
σ_r	Radialspannung im Rohr
σ_{Sd}	Bemessungsspannung, Normalspannung
σ_t	Tangentialspannung (Ringspannung) im Rohr
σ_u	oberer Grenzwert der Schwingbreite
$\sigma_{w,Sd}$	Bemessungsspannung der Schweißnaht, Normalspannung
τ_{Sd}	Bemessungsspannung, Schubspannung
$\tau_{w,Sd}$	Bemessungsspannung der Schweißnaht, Schubspannung

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

3.3 Terminologie

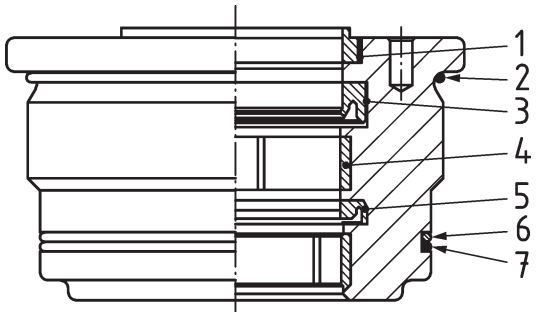
Die Benennungen für die Hauptbauteile eines Hydraulikzylinders, die in der vorliegenden Europäischen Norm verwendet werden, sind in Bild 1 bis Bild 3 angegeben.



Legende
1 Buchse
2 Kolbenstangenkopf
3 Zylinderkopf
4 Ölanschluss
5 Kolbenstange
6 Zylinderrohr
7 Abstandhalter
8 Kolben
9 Schraubenmutter
10 Zylinderboden
11 Schmiernippel
12 kolbenseitige Kammer
13 kolbenstangenseitige Kammer

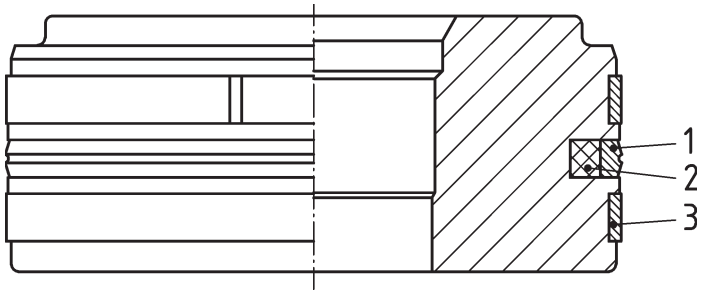
Bild 1 — Vollständiger Zylinder

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09



Legende
1 Abstreifer
2 O-Ring
3 sekundäres Dichtelement
4 Führungsring (2-fach)
5 primäres Dichtelement
6 Stützring
7 O-Ring

Bild 2 — Zylinderkopf



Legende
1 Dichtelement
2 Druckelement
3 Führungsring (2-fach)

Bild 3 — Kolben

Die vorstehenden Bilder zeigen spezifische Konstruktionsmerkmale, um die Terminologie beispielhaft darzustellen. Andere Konstruktionen dürfen verwendet werden.

4 Allgemeines

4.1 Dokumentation

Die Dokumentation zum Sicherheitsnachweis muss Folgendes umfassen:

— Bemessungsannahmen mit Berechnungsmodellen;

— anwendbare Lasten und Lastkombinationen;

— Werkstoffsorten und Werkstoffgüte;

— A1 Bewertungsgruppen von Schweißnähten nach EN ISO 5817:2014 und EN 13001-3-1:2012+A2:2018; A1

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

— relevante Grenzzustände;

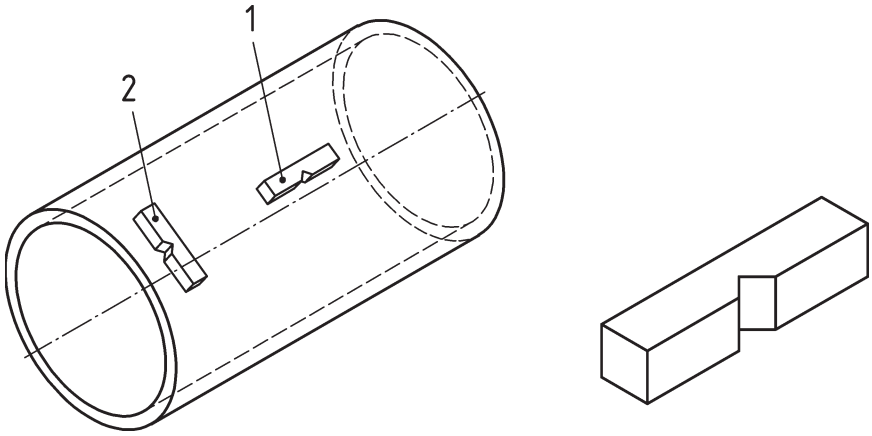
— Ergebnisse aus der Berechnung des Sicherheitsnachweises und Prüfungen, sofern anwendbar.

4.2 Werkstoffe für Hydraulikzylinder

4.2.1 Allgemeine Anforderungen

〈A1〉 Die Werkstoffe für Zylinderrohre und Kolbenstangen müssen die folgenden Anforderungen erfüllen: 〈A1〉

〈A1〉 — Die Kerbschlagzähigkeit muss nach EN ISO 148-1:2016 geprüft werden und muss die in EN 13001-3-1:2012+A2:2018 angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Prüflinge müssen in Längsrichtung ausgeschnitten werden. Bei Zylinderrohren und Rohren für unter Druck stehende Kolbenstangen müssen die Prüflinge auch in Querrichtung ausgeschnitten werden. Die Prüflinge müssen so vorbereitet werden, dass die Achse der Kerbe senkrecht zur Rohroberfläche verläuft. 〈A1〉



Legende
1 in Längsrichtung ausgeschnittener Prüfling
2 in Querrichtung ausgeschnittener Prüfling

Bild 4 — Prüfling für die Prüfung der Kerbschlagzähigkeit

〈A1〉 — Falls es aufgrund der Werkstoffdicke nicht möglich ist, Prüflinge in Querrichtung herauszuschneiden, muss der Rohrwerkstoff stattdessen einen Ringfaltversuch nach EN ISO 8492:2013 bestehen. Für geschweißte Rohre sind zwei Ringfaltversuche erforderlich, wobei einer mit in Zusammendrückrichtung ausgerichteter Schweißnaht erfolgt, und der andere mit in 90° zur Zusammendrückrichtung ausgerichteter Schweißnaht. Der Rohrquerschnitt muss auf eine Höhe H zusammengedrückt werden, die sich wie folgt ergibt: 〈A1〉

〈A1〉

$$H = \frac{(1+C) \cdot t}{C + \frac{t}{D_o}}$$

〈A1〉

Dabei ist

〈A1〉 C ein Faktor, der von der Streckgrenze des Rohrs abhängt,

C = 0,07 für $f_y \leq 400$ MPa und C = 0,05 für $f_y > 400$ MPa; 〈A1〉

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

D_o der Rohraußendurchmesser;

t die Rohrwanddicke.

[A1] In anderen Bauteilen verarbeitete Werkstoffe müssen den Anforderungen von EN 13001-3-1:2012+A2:2018 entsprechen. [A1]

4.2.2 Werkstoffsorten und Werkstoffgüten

[A1] In Europäischen Normen sind Werkstoffe und spezifische Werte festgelegt. Dieses Dokument enthält eine bevorzugte Auswahl. Als Werkstoff für Zylinderrohre und Kolbenstangen müssen Stähle in Übereinstimmung mit den folgenden Europäischen Normen verwendet werden: [A1]

— [A1] EN ISO 683-1:2018;

— EN ISO 683-2:2018;

— EN 10277-2:2008;

— EN 10297-1:2003;

— EN 10305-1:2016;

— EN 10305-2:2016. [A1]

[A1] Unter der Voraussetzung, dass sie den folgenden Bedingungen entsprechen, dürfen alternativ andere Stahlsorten und Stahlgüten als die in diesem Abschnitt aufgelisteten als Werkstoffe für Zylinderrohre und Kolbenstangen verwendet werden: [A1]

— der Bemessungswert von f_y ist auf $f_u/1{,}1$ für Werkstoffe mit $f_u/f_y < 1{,}1$ begrenzt;

— die prozentuale Bruchdehnung beträgt $A\,\% \geq 14\,\%$ bei einer Ausgangslänge von $L_0 = 5{,}65 \times \sqrt{S_0}$ (wobei S_0 die ursprüngliche Querschnittsfläche ist);

[A1] Werkstoffsorten und Werkstoffgüten, die in anderen Zylinderbauteilen oder Montageschnittstellen von Zylindern verwendet werden, müssen in Übereinstimmung mit EN 13001-3-1:2012+A2:2018 ausgewählt werden. [A1]

5 Nachweis der statischen Festigkeit

5.1 Allgemeines

[A1] Ein rechnerischer Nachweis der statischen Festigkeit ist dafür vorgesehen, übermäßige Verformungen durch Fließen des Werkstoffs, elastische Instabilität und Bruch von tragenden Bauteilen oder Verbindungen zu verhindern. Es werden die in EN 13001-2:2014 oder in anderen maßgeblichen Produktnormen angegebenen dynamischen Beiwerte verwendet, um äquivalente statische Lasten zu erzeugen, mit denen die dynamischen Einflüsse simuliert werden. Auch laststeigernde Einflüsse durch Verformung müssen berücksichtigt werden. Die Anwendung der Plastizitätstheorie für die Berechnung der Grenztragfähigkeit wird im Zusammenhang mit dieser Norm als nicht zulässig angesehen. Der Nachweis muss für tragende Bauteile und Verbindungen durchgeführt werden, wobei die ungünstigsten Lasteinwirkungen aus den Lastkombinationen A, B oder C nach EN 13001-2:2014 oder anderen maßgeblichen Produktnormen zu berücksichtigen sind.

Die Zylinderaktionen sind entweder aktiv oder passiv. Die Aktion ist aktiv, wenn die Kraft des Zylinders eine positive Arbeit auf die Kranstruktur ausübt, andernfalls ist die Aktion passiv. Indem die Kräfte, die vom

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Krantragwerk auf den Zylinder aufgebracht werden, nach EN 13001-2:2014 berechnet werden, sind sie bereits um die Teilsicherheitsbeiwerte γ_p und die maßgeblichen dynamischen Beiwerte erhöht. Gleichung (1) und Gleichung (2) ergeben den Bemessungsdruck p_{Sd}, der durch die Kräfte hervorgerufen wird, die durch das Krantragwerk auf den Zylinder wirken. Des Weiteren sind die zusätzlichen Drücke p_{Sde}, die durch interne Vorgänge im Hydraulikkreislauf hervorgerufen werden, zu betrachten und dem Bemessungsdruck p_{Sd} hinzuzufügen. Solche intern erzeugten Drücke können z. B. durch regenerative Anschlüsse, Druckabfall in den Rücklaufleitungen oder Dämpfung hervorgerufen werden. ⟨A1⟩

Wenn vorgesehen ist, einen Zylinder als ein Bauteil bei einem höheren Druck als dem Bemessungsdruck p_{Sd} zu prüfen, muss dieser Lastfall ebenfalls im Nachweis der statischen Festigkeit berücksichtigt werden und der Prüfdruck ist mit einem Teilsicherheitsbeiwert γ_p von 1,05 zu multiplizieren.

Der Bemessungsdruck p_{Sd} in der kolbenseitigen Kammer oder in der kolbenstangenseitigen Kammer muss aus der Bemessungskraft F_{Sd}, unter Berücksichtigung der Kraftrichtung und dem auf die Reibung zurückzuführenden Wirkungsgrad η des Zylinders, berechnet werden. Ein Beiwert Ψ für den Wirkungsgrad wird verwendet, um den Einfluss der Zylinderreibung zu berücksichtigen. Bei aktiven Zylindern besitzt Ψ den Wert $1/\eta$ und bei passiven Zylindern besitzt Ψ den Wert von η.

Für die kolbenseitige Kammer ergibt sich der Bemessungsdruck wie folgt:

$$p_{Sd} = \frac{4 \cdot F_{Sd}}{\pi \cdot D^2} \cdot \Psi \qquad (1)$$

Dabei ist

F_{Sd} die äußere Bemessungskraft;

D der Kolbendurchmesser.

Ψ mit η gleichgesetzt für passive Zylinder und mit $1/\eta$ gleichgesetzt für aktive Zylinder.

Für die kolbenstangenseitige Kammer ergibt sich der Bemessungsdruck wie folgt:

$$p_{Sd} = \frac{4 \cdot F_{Sd}}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \cdot \Psi + p_{Sde} \qquad (2)$$

Dabei ist

F_{Sd} die äußere Bemessungskraft;

D der Kolbendurchmesser;

d der Kolbenstangendurchmesser;

Ψ mit η gleichgesetzt für passive Zylinder und mit $1/\eta$ gleichgesetzt für aktive Zylinder;

p_{Sde} der zusätzliche Druck, der durch interne Vorgänge hervorgerufen wird.

⟨A1⟩ Wenn keine begründeten Werte (z. B. anhand von Prüfungen) für den Wert η vorliegen, muss für Ψ für aktive Zylinder ein Wert von 1,1 und für passive Zylinder ein Wert von 1,0 eingesetzt werden. ⟨A1⟩

⟨A1⟩

ANMERKUNG Der durch Reibung bedingte Wirkungsgrad η des Zylinders soll bei Arbeitsdruck beurteilt werden. ⟨A1⟩

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09

Die vorliegende Norm basiert auf Nennspannungen, d. h. Spannungen, die mithilfe der traditionellen Theorie der elastischen Festigkeit von Werkstoffen berechnet wurden, bei der im Allgemeinen die lokalen Spannungsungleichmäßigkeiten außer Acht gelassen werden. Wenn alternative Verfahren mit höherer Präzision für den Spannungsnachweis verwendet werden, wie z. B. die Finite-Elemente-Methode, kann die Verwendung solcher Spannungen für den in dieser Norm angegebenen Nachweis übermäßig konservative Ergebnisse erzielen.

5.2 Grenzwerte der Bemessungsspannung

5.2.1 Allgemeines

Die Grenzwerte der Bemessungsspannung müssen wie folgt berechnet werden:

$$\text{Limit desing stresses } f_{\mathrm{Rd}} = \text{function}\,(f_{\mathrm{k}}, \gamma_{\mathrm{R}}) \tag{3}$$

Dabei ist

f_{k} der charakteristische Wert (oder der Nennwert);

γ_{R} der Gesamtwiderstandswert $\gamma_{\mathrm{R}} = \gamma_{\mathrm{m}} \cdot \gamma_{\mathrm{s}}$;

〈A1〉 γ_{m} der allgemeine Widerstandsbeiwert $\gamma_{\mathrm{m}} = 1{,}1$ (siehe EN 13001-2:2014); 〈A1〉

γ_{s} der spezifische Widerstandsbeiwert für spezifische tragende Bauteile, wie in den nachstehenden Abschnitten angegeben.

ANMERKUNG f_{Rd} ist äquivalent zu $R_{\mathrm{d}}/\gamma_{\mathrm{m}}$ von EN 13001-1.

5.2.2 Grenzwert der Bemessungsspannung in tragenden Bauteilen

Der Grenzwert der Bemessungsspannung f_{Rd}, der bei der Konstruktion von tragenden Bauteilen Anwendung findet, muss wie folgt berechnet werden:

$$f_{\mathrm{Rd}\sigma} = \frac{f_{\mathrm{y}}}{\gamma_{\mathrm{Rm}}} \text{ für Normalspannungen} \tag{4}$$

$$f_{\mathrm{Rd}\tau} = \frac{f_{\mathrm{y}}}{\gamma_{\mathrm{Rm}} \cdot \sqrt{3}} \text{ für Schubspannungen} \tag{5}$$

mit

$$\gamma_{\mathrm{Rm}} = \gamma_{\mathrm{m}} \cdot \gamma_{\mathrm{sm}}$$

Dabei ist

f_{y} der Mindestwert der Fließgrenze des Werkstoffs;

γ_{sm} der spezifische Widerstandsbeiwert für den Werkstoff.

$\gamma_{\mathrm{sm}} = 0{,}95$ für Stähle in Übereinstimmung mit den in 4.2.2 angegebenen Normen;

$\gamma_{\mathrm{sm}} = 1{,}0$ für andere Stähle.

〈A1〉 Bei Zugspannungen senkrecht zur Walzebene (siehe Bild 5) muss der Werkstoff senkrechte Lasten aushalten können und darf keine Dopplungsfehler aufweisen. In EN 13001-3-1:2012+A2:2018 sind die Werte von γ_{sm} für Werkstoffe, die senkrecht zur Walzebene belastet werden, festgelegt. 〈A1〉

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13001-3-6:2023-09