

DIN EN 1337-3



ICS 91.010.30

Einsprüche bis 2018-03-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1337-3:2005-07

Entwurf

**Lager im Bauwesen –
Teil 3: Elastomerlager;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1337-3:2018**

Structural bearings –
Part 3: Elastomeric bearings;
German and English version prEN 1337-3:2018

Appareils d'appui structuraux –
Partie 3: Appareils d'appui en élastomère;
Version allemande et anglaise prEN 1337-3:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 173 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1337-3:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-57-02 AA „Lager im Bauwesen (DIN 4141) (SpA zu CEN/TC 167 Structural Bearings)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 34-1:2010	siehe DIN ISO 34-1:2010-09
ISO 48	siehe DIN ISO 48
ISO 815-1:2008	siehe DIN ISO 815-1:2010-09
ISO 1431-1	siehe DIN ISO 1431-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1337-3:2005-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Komplette technische und redaktionelle Revision des gesamten Dokuments; es ist nicht möglich, alle implementierten Änderungen dieser Version von EN 1337-3 aufzulisten.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 34-1:2010-09, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung des Weiterreißwiderstandes — Teil 1: Streifen-, winkel- und bogenförmige Probekörper (ISO 34-1:2010)*

DIN ISO 48, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD)*

DIN ISO 815-1:2010-09, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Bestimmung des Druckverformungsrestes — Teil 1: Bei Umgebungstemperaturen oder erhöhten Temperaturen (ISO 815-1:2008)*

DIN ISO 1431-1, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere — Widerstand gegen Ozonrissbildung — Teil 1: Statische und dynamische Dehnungsprüfung*

Lager im Bauwesen — Teil 3: Elastomerlager

Appareils d'appui structuraux — Partie 3 : Appareils d'appui en élastomère

Structural bearings — Part 3: Elastomeric bearings

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9a

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole	9
4 Arten von Elastomerlagern	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Bewehrte Elastomerlager	13
4.2.1 Allgemeines	13
4.2.2 Typ A	14
4.2.3 Typ B	14
4.2.4 Typ C	14
4.2.5 Bewehrte Lager mit Gleitteilen	15
4.3 Unbewehrte oder Streifenlager	17
5 Werkstoffeigenschaften	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Eigenschaften des Elastomers	17
5.3 Bewehrungsbleche	19
6 Bemessung	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Parameter	19
6.2.1 Schermodul	19
6.2.2 Bulk-Modul	20
6.3 Bewehrte Elastomerlager	20
6.3.1 Bemessungsgrundlagen	20
6.3.2 Wirksamer Bereich	20
6.3.3 Formfaktor	21
6.3.4 Verhalten unter vertikaler Last	22
6.3.5 Verhalten unter horizontalen Lasten	23
6.3.6 Verhalten unter Verdrehungen	24
6.3.7 Begrenzung der Verdrehung	26
6.3.8 Beanspruchungskombinationskriterium	26
6.4 Bemessung von unbewehrten und Streifenlagern	26
6.4.1 Bemessungsgrundlagen	26
6.4.2 Wirksame Dicke	27
6.4.3 Reduzierter Bereich	27
6.4.4 Formfaktor	27
6.4.5 Verhalten unter vertikaler Last	28
6.4.6 Verhalten unter horizontaler Last	28
6.4.7 Verhalten unter Verdrehungs- und Bemessungsbeanspruchung	29
6.5 Kombination mit anderen Lagern oder Elementen	30
7 Prüfung	30
7.1 Allgemeines	30
7.2 Verhalten unter Scherung	30

7.2.1	Allgemeines	30
7.2.2	Schermodul bei Umgebungstemperatur	31
7.2.3	Schermodul bei niedriger Temperatur	31
7.2.4	Schermodul nach Alterung	31
7.2.5	Schermodul für unbewehrte Lager	31
7.3	Schubverbund (Haftfestigkeit unter Scherbeanspruchung)	31
7.3.1	Allgemeines	31
7.3.2	Schubverbund bei Umgebungstemperatur	32
7.3.3	Schubverbundfestigkeit nach Alterung	32
7.4	Verhalten unter Stauchung	32
7.4.1	Prüfverfahren	32
7.4.2	Typprüfung (Stufe 1 des Prüfverfahrens)	32
7.4.3	WPK-Druckprüfung (Stufe 2 des Prüfverfahrens)	33
7.4.4	Schnelle Produktionsprüfung (Stufe 3 des Prüfverfahrens)	33
7.5	Widerstand gegen wiederholte Druckbelastung	33
7.6	Verdrehungsverhalten	33
8	Fertigung, Zusammenbau, Toleranzen, Markierung und Kennzeichnung	34
8.1	Außenmaße	34
8.1.1	Allgemeines	34
8.1.2	Grundgröße des Lagers	34
8.1.3	Dicke des Lagers	34
8.1.4	Parallelität der Außenflächen	34
8.1.5	Ebenheit	34
8.2	Innenmaß	35
8.2.1	Allgemeines	35
8.2.2	Innere Elastomerschichten	35
8.2.3	Äußere Elastomerschichten	35
8.2.4	Bewehrungsbleche	36
8.3	Kennzeichnung und Etikettierung	36
8.4	Oberflächen	36
9	Transport, Lagerung und Einbau	36
10	Inspektion während des Betriebs	37
11	Instandhaltung	37
12	Bewertung und Verifizierung der Leistungsbeständigkeit	37
12.1	Allgemeines	37
12.2	Typprüfung	37
12.3	Werkseigene Produktionskontrolle	38
12.4	Bewertung der Leistung des Bauprodukts	38
Anhang A (informativ)	Schermodul	42
A.1	Allgemeines	42
A.2	Schermodul und Härte	42
A.3	Versteifungseinflüsse bei niedrigen Temperaturen	43
Anhang B (normativ)	Schermodul-Prüfverfahren	44
B.1	Allgemeines	44
B.2	Tieftemperaturprüfung	44
B.3	Prüfung bei sehr niedriger Temperatur	44
B.4	Prüfung nach Alterung	44
B.5	Prüfverfahren	45
B.5.1	Allgemeines	45
B.5.2	Verfahren A	45
B.5.3	Verfahren B	49
Anhang C (normativ)	Schubverbund-Prüfungsverfahren	53

C.1	Allgemeines	53
C.2	Prüfung nach Alterung.....	53
C.3	Prüfverfahren	53
C.3.1	Allgemeines	53
C.3.2	Verfahren A.....	53
C.3.3	Verfahren B.....	55
Anhang D (normativ)	Druckprüfungsverfahren für bewehrte Lager	58
D.1	Allgemeines	58
D.2	Einrichtung	58
D.2.1	Allgemeines	58
D.2.2	Abmessungen des unverformten Prüfkörpers	58
D.2.3	Konditionierung der Prüfkörper	58
D.2.4	Prüfverfahren	58
D.3	Prüfergebnisse.....	59
D.3.1	Sichtprüfung	59
D.3.2	Druckbeanspruchung (Prüfstufen 1 und 2).....	59
D.3.3	Drucksteifigkeit.....	60
D.3.4	Drucksekantenmodul (Prüfstufe 1).....	60
D.4	Prüfbericht.....	60
Anhang E (normativ)	Prüfverfahren mit wiederholter Drucklast	62
E.1	Anwendungsbereich.....	62
E.2	Kurzbeschreibung	62
E.3	Einrichtung	62
E.4	Prüfkörper	63
E.4.1	Abmessungen.....	63
E.4.2	Temperaturkontrolle.....	63
E.4.3	Konditionieren der Probekörper	63
E.4.4	Prüfverfahren	63
E.5	Prüfergebnisse.....	63
E.6	Prüfbericht.....	63
Anhang F (normativ)	Exzentrisches Lastprüfverfahren	65
F.1	Allgemeines	65
F.2	Prüfverfahren	65
F.3	Prüfeinrichtung.....	65
F.4	Bestimmung der Abmessungen.....	66
F.5	Konditionieren der Probekörper	66
F.6	Prüfverfahren	66
F.6.1	Kontaktfläche bei vorgegebener exzentrischer Lasteinleitung	66
F.6.2	Exzentrizität bei vollflächiger Auflagerung.....	66
F.7	Prüfergebnisse.....	66
F.8	Prüfbericht.....	67
Anhang G (normativ)	Prüfverfahren für das Rückstellmoment.....	68
G.1	Allgemeines	68
G.2	Prüfverfahren	68
G.2.1	Allgemeines	68
G.2.2	Verfahren A.....	68
G.2.3	Verfahren B.....	70
Anhang H (informativ)	Übliche Größen für Lager des Typs B	72
Anhang I (informativ)	Kraftdurchbiegungsverhältnis für Bewehrungslager	74
Anhang J (informativ)	Verdrehungsreaktion von Elastomerlagern.....	75
Anhang ZA (informativ)	Beziehung zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EG) Nr.305/2011.....	76

ZA.1	Anwendungsbereich und maßgebende Eigenschaften	76
ZA.2	Systeme zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)	81
ZA.3	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	82
	Literaturhinweise.....	87

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1337-3:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1337-3:2005 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrags erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Verordnung 305/2011/EU.

Zum Zusammenhang mit EU-Verordnung 305/2011 siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

prEN 1337, *Lager im Bauwesen* besteht aus den folgenden 8 Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Regelungen;*
- *Teil 2: Gleitteile;*
- *Teil 3: Elastomerlager;*
- *Teil 4: Rollenlager;*
- *Teil 5: Topflager;*
- *Teil 6: Kipplager;*
- *Teil 7: Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE.*
- *Teil 8: Führungslager und Festhaltekonstruktionen.*

Die wesentlichen technischen Änderungen sind nachfolgend aufgeführt:

- Komplette technische und redaktionelle Revision des gesamten Dokuments; es ist nicht möglich, alle implementierten Änderungen dieser Version von EN 1337-3 aufzulisten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Regeln für die Bemessung, Prüfung und Herstellung bewehrter Elastomerlager, unbewehrter Elastomerlager, Elastomerstreifenlager und Verformungsgleitlager fest.

Das Dokument gilt für bewehrte und unbewehrte Elastomerlager:

- mit rechteckiger oder runder Grundform mit rechteckigem Querschnitt und ebenen Abmessungen von bis zu 1 200 mm,
- die Temperaturen zwischen -25 °C und $+50\text{ °C}$ oder zwischen -40 °C und $+50\text{ °C}$ ausgesetzt sind,
- die Temperaturen unter -25 °C aufgrund klimatischer Veränderungen ausgesetzt sind,
- die für wiederholte Zeiträume von weniger als 8 h Temperaturen von bis zu 70 °C ausgesetzt sind.

Dieses Dokument wird in Kombination mit prEN 1337-1:2018 und anderen relevanten Teilen der Normenreihe EN 1337 verwendet.

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).

prEN 1337-1:2018, Lager im Bauwesen — *Teil 1: Allgemeine Regelungen*

prEN 1337-2:2018, Lager im Bauwesen — *Teil 2: Gleitteile*

EN 1990:2002¹⁾, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1993-2:2006, Eurocode 3 — *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken*

EN 1993 (alle Teile), Eurocode 3: *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

EN 10029, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10088 (alle Teile), *Nichtrostende Stähle*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN ISO 7500-1:2015, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmess-einrichtung (ISO 7500-1:2015)*

ISO 34-1:2010, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tear strength — Part 1: Trouser, angle and crescent test pieces*

ISO 37:2011, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties*

1) Diese Verweisung wird derzeit beeinflusst durch EN 1990:2002/A1:2005 und EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010.

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 188, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Accelerated ageing and heat resistance tests*

ISO 815-1:2008, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of compression set — Part 1: At ambient or elevated temperatures*

ISO 1431-1, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Resistance to ozone cracking — Part 1: Static and dynamic strain testing*

ISO 1827:2011, *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of shear modulus and adhesion to rigid plates — Quadruple-shear methods*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 1337-1:2018 und die folgenden Begriffe.

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

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

Charge

individuelle Elastormischung oder ein Verschnitt aus solchen für eine Lagerherstellung oder eine Anzahl identischer Produkte, die auf derselben Anlage hergestellt werden

3.1.2

Elastomer

makromolekulares Material, das bei geringer Beanspruchung eine erhebliche Verformung aufweist und nach Wegnahme dieser Beanspruchung nahezu vollständig zur Ausgangsgröße und Form zurückkehrt

3.1.3

Elastomerlager

Lager, bestehend aus einem vulkanisierten Elastomerelement, das durch ein oder mehrere Stahlbleche bewehrt sein kann

3.1.4

bewehrtes Lager

Elastomerlager, innen mit einem oder mehreren Stahlblechen verstärkt, die beim Vulkanisieren chemisch verbunden werden

3.1.5

unbewehrtes Elastomerlager

Elastomerlager, bestehend aus einem Element aus vulkanisiertem Elastomer ohne Hohlräume

3.1.6

Verformungsgleitlager

bewehrtes Lager mit einem Gleitteil

3.1.7

Gleitplatte

Tragplatte, die unmittelbar an die obere Gleitfläche eines Lagers angrenzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie kann wie folgt ausgebildet sein:

- a) als Platte aus austenitischem Stahl,
- b) als dünne Platte aus austenitischem Stahl, die auf einer Trägerplatte aus handelsüblichem Baustahl befestigt ist,
- c) als dünne Platte aus austenitischem Stahl, verbunden mit einer Elastomerschicht, die ebenfalls auf eine Trägerplatte aus handelsüblichem Baustahl vulkanisiert ist.

3.1.8

Streifenlager

unbewehrtes Lager, das als lineare Stütze dient und den Festlegungen für unbewehrte Lager unterliegt

3.1.9

Gleitfläche

eine auf das Elastomerlager vulkanisierte äußere Schicht, die im Zusammenhang mit der Gleitplatte Verschiebungen in der Gleitebene ermöglicht

3.1.10

wirksamer Bereich

die Grundfläche des Elastomers in Verbindung mit der Stahlplatte, einschließlich des Bereichs eventueller Fertigungslöcher (die später wirksam verschlossen werden)

3.1.11

reduzierter Bereich

der gemeinsame Bereich der wirksamen Fläche der oberen Bewehrungsplatte, projiziert auf die wirksame Fläche der unteren Bewehrungsplatte

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

3.2.1 Große lateinische Buchstaben:

A	Gesamtgrundfläche eines Elastomerlagers	mm^2
A_{eff}	effektive Grundfläche des bewehrten Lagers (Fläche der Stahlbewehrungsplatten ohne den Bereich eventueller Löcher, wenn diese nicht später wirksam verschlossen werden)	mm^2
$A_{\text{eff,red}}$	reduzierte wirksame Grundfläche eines Elastomerlagers	mm^2
C	Drucksteifigkeit eines Lagers	MPa
E	Elastizitätsmodul	MPa
E_b	Bulk-Modul	MPa
E_{cs}	Sekantenstauchmodul	MPa
E_d	innere Bemessungslastwirkungen durch Einwirkungen und erzwungene Verformungen	MPa
F	Kraft	MPa
F_{xy}	innere durch die Scherverformung erzeugte Kraft	MPa

$V_{x;d}, V_{y;d}$	horizontale Bemessungskräfte	N
$V_{xy;d}$	resultierende horizontale Bemessungskräfte aus der Vektoraddition der Kräfte in x- und y-Richtung	N
$N_{z;d}$	vertikale Bemessungskraft	MPa
G_{nom}	Nennwert des konventionellen vereinbarten Schermoduls eines Elastomerlagers	MPa
G_{dyn}	konventioneller vereinbarter Schermodul eines Elastomerlagers unter dynamischen Einwirkungen	MPa
G_{el}	Schermodul des Elastomers	MPa
G_d	Bemessungsschermodul des Elastomers oder Schermodul des Elastomers zu Bemessungszwecken	MPa
G_{exp}	durch Prüfung bestimmter ideeller vereinbarter Schermodul eines Elastomerlagers	MPa
M_f	durch Reibungskraft verursachtes Moment in dem zylindrischen oder Kalottenlager für die Rückstellmomentprüfung	Nmm
$M_{rt;exp}$	experimenteller Wert des Rückstellmoments	Nmm
$M_{rt;d}$	Bemessungswert des Rückstellmoments	Nmm
R_d	Bemessungswert des Widerstands	
$R_{t,exp}$	experimentelle Mindestreißfestigkeit	N/mm
S	Formfaktor	–
$V_{xy;Sd}$	Ergebnis der auf Horizontalverschiebungen in x- und y-Richtung reagierenden Kräfte	N
T	Temperatur	°C

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben:

a	kleinere Abmessung eines rechteckigen Lagers	mm
a_{eff}	wirksame Breite eines bewehrten Lagers (Breite der Bewehrungsstahlplatten)	mm
a_1	wirksame Länge des Hebelarms in der Rückstellmomentprüfung	mm
b	größere Abmessung eines rechteckigen Lagers	mm
b_{eff}	wirksame Länge eines bewehrten Lagers (Länge der Bewehrungsstahlplatten)	mm
c	Drucksteifigkeit	N/m
d	Durchmesser eines runden Lagers	mm
d_{eff}	wirksamer Durchmesser eines runden bewehrten Lagers	mm
e	Exzentrizität der vertikalen Kraft	mm
f_u	Zugfestigkeit	N/mm ²
f_y	Streckspannung	N/mm ²
$h_{m0;tot;netto}$	durchschnittliche Gesamtausgangsdicke des Lagers ohne obere und untere Deckschicht	mm
$h_{m0;tot}$	mittlere Gesamtausgangsdicke des Lagers	mm

$h_{m0;tot;eff}$	Summe der Nenndicken der an der Scherverformung beteiligten Elastomerschichten einschließlich der oberen und unteren Schichten im unbelasteten Zustand	mm
$h_{nom;tot}$	Gesamtnenndicke des Lagers	mm
$h_{nom;tot;el}$	Gesamtnenndicke des Elastomers in einem Lager	mm
k_{dyn}	Faktor für das dynamische Verhalten des Elastomers	–
k_f	Reibungszahl	–
$k_{N;t}$	Faktor für induzierte Zugspannungen in Bewehrungsplatten	–
k_M	Momentenfaktor	–
k_{cor}	Spannungskorrekturfaktor für Stahlbewehrungsplatten	–
k_{rot}	Umlauffaktor	–
k_G	Korrekturfaktor in Verbindung mit dem Schermodul	–
k_{Si}	Formfaktor für die innere Schicht	–
$k_{M;rt}$	Rückstellmomentfaktor	–
k_{temp}	Faktor für Temperatureinwirkungen auf das Elastomer	–
u_{st}	kraftfreier Umfang der Stahlverstärkungsplatten einschließlich des Umfangs aller Löcher, wenn diese nicht später wirksam verschlossen werden.	mm
n	Anzahl der Elastomerschichten	–
t_{el}	Dicke des unbewehrten Lagers	mm
$t_{el;eff}$	wirksame Dicke des Elastomers bei Druckbeanspruchung	mm
$t_{el;i}$	Dicke einer einzelnen Elastomerschicht in einem bewehrten Lager	mm
t_{PTFE}	Dicke der PTFE-Platte	mm
t_s	Dicke der Bewehrungsplatte	mm
$t_{s;o}$	Dicke der äußeren Stahlbewehrungsplatte	mm
w_{tot}	gesamte vertikale Durchbiegung	mm
u_a	relative horizontale Verschiebung in Richtung der Abmessung a	mm
u_b	relative horizontale Verschiebung in Richtung der Abmessung b	mm
u_z	vertikale Bewegung	mm
w	Durchbiegung in vertikaler Richtung	mm
w_i	vertikale Durchbiegung einer einzelnen Elastomerschicht	mm
u_{ab}	resultierende horizontale relative Bemessungsverschiebung durch Vektoraddition von u_a und u_b	mm

3.2.3 Griechische Buchstaben:

α	Winkelverdrehung eines Lagers	rad
α_a	Winkelverdrehung um eine Achse parallel zur Seite „a“ eines rechteckigen Lagers	rad

α_b	Winkelverdrehung um eine Achse parallel zur Seite „b“ eines rechteckigen Lagers	rad
α_d	Winkelverdrehung über den Durchmesser d eines runden Lagers	rad
γ_m	Teilfaktor für den Widerstand des Materials	–
$\varepsilon_{\alpha;d}$	Bemessungswert der Beanspruchung einer Elastomerplatte durch Winkelverdrehung	–
$\varepsilon_{c;d}$	Bemessungswert der Beanspruchung einer Elastomerplatte durch Druck	–
$\varepsilon_{a;d;\varepsilon b;d}$	Bemessungsscherbeanspruchung in einer Elastomerplatte durch horizontale Verschiebung in Richtung der a- und/oder b-Abmessung	–
ε_u	Bruchdehnung	–
ε_q	Scherbeanspruchung des Lagers	–
ε_z	Stauchung eines Lagers	–
μ_{el}	Reibungszahl für Elastomere	–
σ_c	Druckspannung für Beton	N/mm ²
$\sigma_{c;m}$	Mittelwert der Druckspannung für Beton	N/mm ²
σ_s	Zug- und Druckspannung für Stahl	N/mm ²
τ	Scherspannung	N/mm ²

3.2.4 Indizes:

a	in Richtung der Seite mit der Abmessung a, in der vertikalen Ebene durch Seite a	–
b	in Richtung der Seite mit der Abmessung b, in der vertikalen Ebene durch Seite b	–
c	Beton, Stauchung	–
d	Bemessung	–
dyn	dynamisch	–
exp	experimentell	–
min	Minimum	–
max	Maximum	–
tot	gesamt	–
u	im Grenzzustand der Tragfähigkeit	–
x, y, z	in Richtung der x-, y-, z-Achse	–

3.2.5 Abkürzungen:

CR	Polychloropren gummi
NR	Naturgummi
pphm	ein Teil auf einhundert Millionen Volumenteile
PTFE	Polytetrafluorethylen
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit

4 Arten von Elastomerlagern

4.1 Allgemeines

Elastomerlager müssen so gestaltet und hergestellt sein, dass sie die festgelegten Lasten übertragen und ihnen widerstehen (Lastkapazität) und horizontale Verschiebungen in jede Richtung (horizontale Verdrehungskapazität) und Drehbewegungen um jede Achse (Rotationsvermögen) durch elastische Verformung aufnehmen. Die Lager können mit zusätzlichen Lagervorrichtungen wie etwa Gleitteilen oder Festhalteelementen kombiniert werden, um ihren Anwendungsbereich zu erweitern.

Die Eigenschaften der Arten A bis E (siehe 4.2) können kombiniert werden.

Die horizontale Verdrehungskapazität wird als Scherbeanspruchungsgrenze angegeben, siehe 6.3.5.1 und 6.4.6.1.

Obwohl Elastomerlager Scherverformungen aufnehmen können, dürfen sie nicht verwendet werden, um Widerstand gegen eine dauerhaft angewendete äußere Scherkraft zu bieten.

ANMERKUNG Auch wenn Elastomer ein nichtlinearer viskoelastischer Stoff ist, wird für einige Bemessungsregeln ein vereinfachter aber konservativer linearer Ansatz für die Simulation des Lagerverhaltens angewendet.

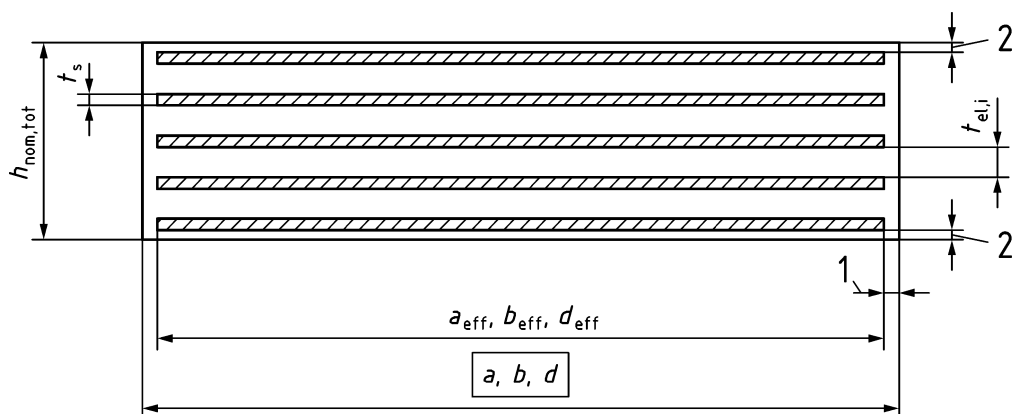
4.2 Bewehrte Elastomerlager

4.2.1 Allgemeines

Lager haben üblicherweise eine rechteckige oder runde Grundfläche.

Die Nenndicke der inneren Elastomerschichten muss mindestens 5 mm und darf nicht mehr als 25 mm betragen. Alle inneren Schichten müssen die gleiche Nenndicke haben. Die Nennkantenüberdeckungsdicke muss 5 mm betragen. Die obere und untere Bedeckungsdicke muss mindestens 2,5 mm betragen.

Bei bewehrten Lagern ist es zulässig, die belastete Fläche ohne Veränderung der Flächenmaße durch gleichförmige Aussparungen zu reduzieren.



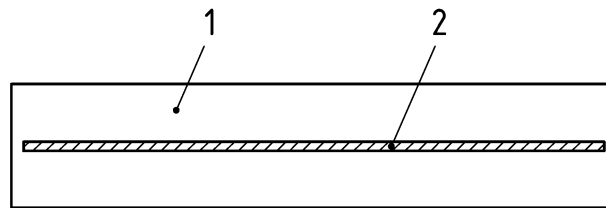
Legende

- 1 Kantenüberdeckung
- 2 obere und untere Überdeckung

Bild 1 — Beispiel für den typischen Querschnitt eines Elastomerlagers

4.2.2 Typ A

Dies ist ein bewehrtes Lager, vollständig mit Elastomer bedeckt, mit nur einem Bewehrungsblech aus Stahl (siehe Bild 2).



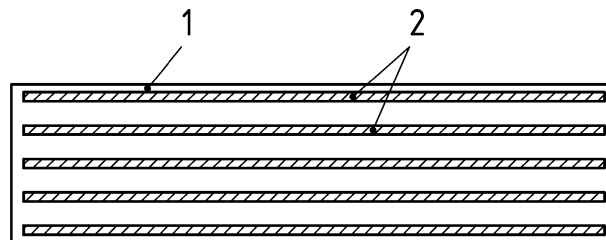
Legende

- 1 Elastomer-Werkstoff
- 2 Bewehrungsplatte

Bild 2 — Typ A

4.2.3 Typ B

Dies ist ein bewehrtes Lager, vollständig mit Elastomer bedeckt, mit mindestens zwei Bewehrungsplatten aus Stahl (siehe Bild 3). Die üblichen Größen für Lager des Typs B sind in Anhang H angegeben.



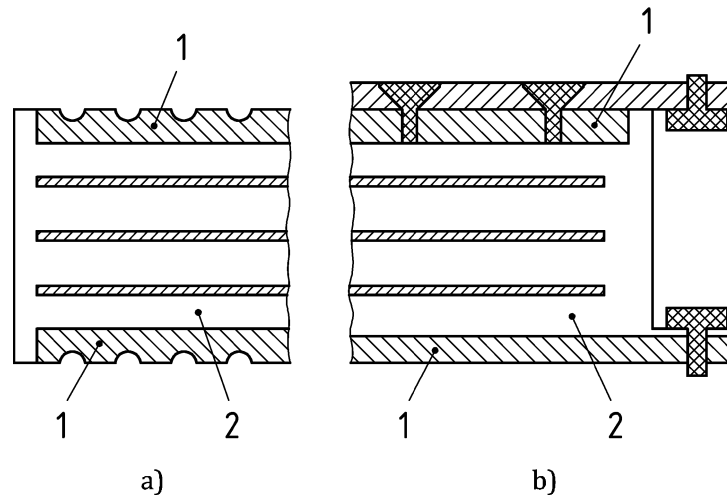
Legende

- 1 Elastomer-Werkstoff
- 2 Bewehrungsplatte

Bild 3 — Typ B

4.2.4 Typ C

Lager des Typs B mit einer oder zwei äußeren Stahlplatten, vulkanisiert auf das Elastomer, die profiliert sind oder andere Befestigungsverfahren zulassen (siehe Bild 4).



Legende

- 1 Äußere Stahlplatte
- 2 Elastomerlager

Bild 4 — Beispiele für Typ C

4.2.5 Bewehrte Lager mit Gleitteilen

4.2.5.1 Allgemeines

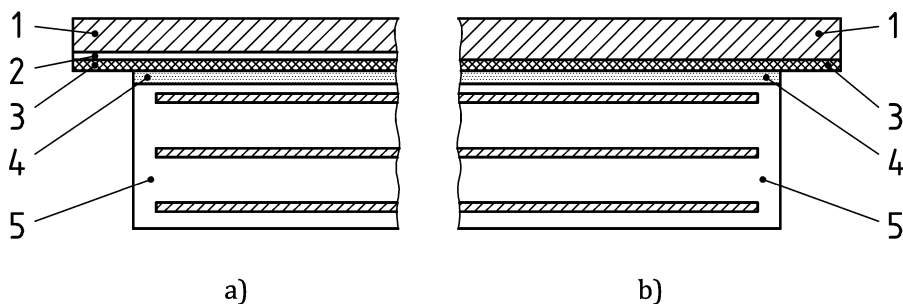
Elastomerlager dürfen mit Gleitteilen kombiniert werden, um einen größeren Bewegungsbereich zu erhalten, als allein durch die Scherdurchbiegung des Elastomers möglich gewesen wäre.

Elastomerlager dürfen mit Führungen oder Festhalteeinrichtungen kombiniert werden, um die Bewegung einer oder zweier Achsen zu beschränken.

Die Gleitteile einschließlich der Führungen und Festhalteeinrichtungen müssen die Anforderung nach prEN 1337-2:2018 erfüllen.

4.2.5.2 Typ D

Ein Lager des Typs A, B oder C kombiniert mit einem Gleitteil (siehe Bild 5). Das Gleitteil muss die Anforderung nach prEN 1337-2:2018 erfüllen. Die PTFE-Platte kann mit oder ohne Schmiertaschen sein.



a) Austenitische Stahlplatte verbunden mit der Trägerplatte durch Vulkanisierung

b) Austenitische Stahlplatte verbunden mit der Trägerplatte durch Schrauben, Nieten, Schweißverbindungen oder Klebemittel

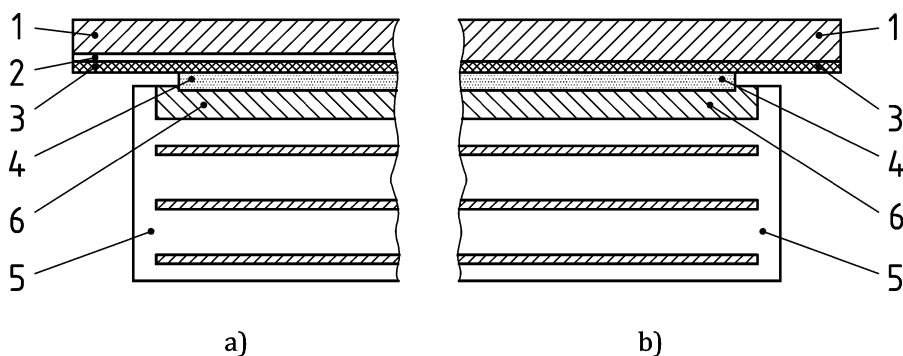
Legende

- 1 Trägerplatte für Edelstahl,
- 2 Elastomerschicht,
- 3 Austenitische Stahlplatte,
- 4 Geklebte PTFE-Platte
- 5 Elastomerlager

Bild 5 — Beispiele für Typ D

4.2.5.3 Typ E

Typ C mit Gleitteil (siehe Bild 6). Das Gleitteil muss die Anforderung nach prEN 1337-2:2018 erfüllen.



Legende

- 1 Trägerplatte für Edelstahl,
- 2 Elastomerschicht,
- 3 Austenitische Stahlplatte,
- 4 PTFE-Platte
- 5 Elastomerlager
- 6 Trägerplatte für PTFE

Bild 6 — Beispiele für Typ E

4.2.5.4 Festes Elastomerlager

Mit Festhalteeinrichtungen wird ein freies Elastomerlager zu einem festen Lager. Die Festhalteeinrichtungen dürfen außen oder innen an dem Elastomerlager angebracht werden und sind mechanisch an der Grundplatte zu befestigen.

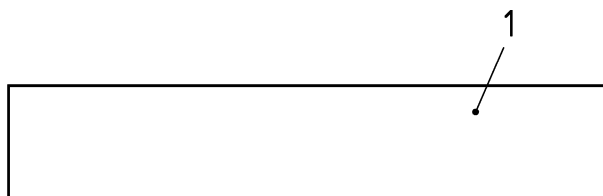
WARNUNG — Eine innere Festhalteeinrichtung, die Verschleiß, Korrosion, Alterung und/oder Ermüdung ausgesetzt ist, kann nicht in Betrieb inspiert werden.

4.2.5.5 Geführtes Elastomerlager

Mit Führungen wird ein freies Elastomerlager zu einem geführten Elastomerlager. Die Führungen dürfen außen oder innen am Elastomerlager angebracht werden und sind mechanisch an der Grundplatte zu befestigen.

4.3 Unbewehrte oder Streifenlager

Unbewehrte und Streifenlager bestehen aus einem massiven Elastomer-Element ohne Bewehrungsplatten (siehe Bild 7). Diese Lager eignen sich nur für geringen Druck und vornehmlich statische Einwirkungen wie etwa statische Lasten mit Temperaturwirkungen, Kriechen oder Schwinden. Sie eignen sich nicht für dynamische Anwendungen wie etwa Straßen- oder Eisenbahnbrücken. Lager des Typs F mit nicht-rechteckigem Querschnitt sind nicht Gegenstand dieser Norm.



Legende

1 Elastomer-Werkstoff

Bild 7 — Typ F

Diese Lager sollten nur für Gebäude und ähnliche Bauwerke verwendet werden.

5 Werkstoffeigenschaften

5.1 Allgemeines

Das für die Herstellung von Elastomerlagern verwendete Elastomer muss entweder NR oder CR wie das Rohpolymer sein. Verschnitte mit mehr als 5 % Fremdpolymer, das als Fertigungshilfsmittel zugegeben werden darf, sind unzulässig. Regenerat oder vorvulkanisiertes Elastomer darf nicht verwendet werden.

Naturgummilager können mit einem Überzug aus Polychloropren geschützt werden. In diesem Fall muss die Baugruppe aus NR-Schichten, Stahlplatten und CR-Überzug gleichzeitig durch Vulkanisierung verbunden werden.

Die Bewehrung muss aus Baustahl bestehen.

5.2 Eigenschaften des Elastomers

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Elastomers müssen je nach verwendetem Rohpolymer den in Tabelle 1 angegebenen Anforderungen entsprechen. Bei NR-Lagern mit einer CR-Deckschicht braucht das Naturgummi nicht auf Ozonbeständigkeit geprüft zu werden. Die Polychloropren-Mischung für die Deckschichten muss den Anforderungen an CR entsprechen, das Innenmaterial muss den Materialanforderungen für NR, mit Ausnahme der Ozonbeständigkeit, entsprechen.

Die Häufigkeit der Prüfungen ist in Abschnitt 12 angegeben.

Die Sollwerte sind für eigens hergestellte Formprüfkörper oder für die aus den fertigen Lagern entnommenen Proben angegeben. Im zweiten Fall sind sie aus der oberen und unteren Fläche oder der ersten Innenschicht und aus einer Schicht des Lagerzentrums zu entnehmen.

Tabelle 1 — Physikalische und chemische Eigenschaften von Elastomer

Eigenschaften		Konventionelles Schermodul G_{nom}			Prüfverfahren
		MPa			
		0,7	0,9 ^a	1,15	
		Anforderungen			
Zugfestigkeit f_u Formprüfkörper Prüfstück aus Lager		≥ 16 MPa ≥ 14 MPa	≥ 16 MPa ≥ 14 MPa	≥ 16 MPa ≥ 14 MPa	ISO 37:2011, Typ 2
Mindestbruchdehnung ε_u Formprüfkörper Prüfstück aus Lager		450 % 400 %	425 % 375 %	300 % 250 %	
Mindestreißfestigkeit $R_{t,\text{exp}}$ NR CR		≥ 5 kN/m ≥ 7 kN/m	≥ 8 kN/m ≥ 10 kN/m	≥ 10 kN/m ≥ 12 kN/m	ISO 34-1:2010, Streifenprobe, Verfahren A
Druck- verformung 24 h; 70 °C	NR CR	$\leq 30 \text{ \%} \leq 15 \text{ \%}$			ISO 815-1:2008, Typ A
Beschleunigte Alterung		Maximale Änderung gegenüber dem Wert für ungealterte Proben			
Härte	NR 7 d, 70 °C CR 3 d, 100 °C	$-5/+10$ IRHD ± 5 IRHD			ISO 37:2011, Typ 2 ISO 48 ISO 188
Zugfestigkeit		$\pm 15 \text{ \%} \pm 15 \text{ \%}$			
Bruchdehnung		$\pm 25 \text{ \%} \pm 25 \text{ \%}$			
Ozon- beständigkeit Dehnung bei 30 %, 96 h, 40 °C ± 2 °C	NR 25 pphm CR 100 pphm	Keine Risse			ISO 1431-1
Sofern nicht anders angegeben, müssen die Prüfstücke aus einer Formprobe entnommen werden.					
^a Bevorzugter Wert.					
ANMERKUNG Verschiedene Alterungs- und Ozonprüfbedingungen werden berücksichtigt, um eine zufriedenstellende Bewertung der Dauerhaftigkeit eines aus NR oder CR hergestellten Elastomerlagers zu erhalten.					

Der Schermodul für Elastomer-Werkstoff für unbewehrte Lager muss in Übereinstimmung mit ISO 1827 geprüft werden.

Einwirkungen niedriger Temperaturen auf Lager sind durch Messungen in Übereinstimmung mit ISO 1827:2011 bei -10 °C und der zu erwartenden niedrigsten Betriebstemperatur des Lagers nach Aufbewahrung unter den geeigneten Konditionierungsbedingungen für einen Zeitraum von 10 Tagen zu bestimmen.

5.3 Bewehrungsbleche

Die Bewehrungsplatten müssen aus Stahl in Übereinstimmung mit der Normenreihe EN 10025 oder EN 10088 mit einer Bruchdehnung von mindestens 15 % bestehen. Stahl nach anderen Normen darf verwendet werden, wenn die Vergleichbarkeit nachgewiesen wird.

Alle scharfen Kanten und Ecken müssen entfernt werden.

Bei Elastomerlagern des Typs C mit inneren Elastomerschichten mit einer Nenndicke bis 8 mm muss die Mindestnenndicke der äußeren Platten $t_{s,0}$ 15 mm betragen.

Bei dickeren Elastomerschichten muss die Mindestnenndicke der äußeren Platten $t_{s,0}$ 18 mm betragen.

6 Bemessung

6.1 Allgemeines

Die Bemessungsregeln basieren auf der Annahme, dass das Elastomer ein viskoelastisches Material ist, dessen Durchbiegung unter Druckbelastung durch seine Form und den Schermodul beeinflusst wird und für das die vereinfachte Simulation eine ausreichend genaue Darstellung für den vorgesehenen Verwendungszweck ist. Um jede relative Bewegung an dem Übergang zwischen Stahl/Elastomer zu verhindern, wird das Elastomer auf den Bewehrungsplatten vulkanisiert.

Die Bemessungsberechnungen dürfen nicht auf die äußere obere und untere Schicht angewendet werden, wenn ihre Dicke nicht mehr als 2,5 mm beträgt.

Wird ein Elastomerlager mit einem Gleitteil nach prEN 1337-2:2018 kombiniert, ist die Wechselwirkung der einzelnen Komponenten – insbesondere im Hinblick auf die relative Verformung und Dehnung – zu berücksichtigen. Zusätzliche mechanische und geometrische Effekte, z. B. infolge seitlicher Kräfte in Führungen (Reibung, Beziehung zwischen Einwirkung und Widerstand), die zu Exzentrizitäten zusätzlich zu den Exzentrizitäten aus dem Widerstand gegen Verdrehung des Elastomerlagers nach 6.3.5 und 6.3.6 führen, sind zu berücksichtigen.

Der ausgewählte Werkstoff muss in Übereinstimmung mit den in den relevanten Teilen von EN 1993 wie etwa EN 1993-1-10 festgelegten Grundsätzen verifiziert werden.

6.2 Parameter

6.2.1 Schermodul

Für Bemessungszwecke muss der Schermodul bestimmt werden mit

$$G_d = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{dyn}} \cdot G_{\text{nom}} \quad (1)$$

Dabei ist

k_{temp} = 1,0 außer für Bereiche mit durchschnittlichen Betriebstemperaturen unter -10 °C über einen Zeitraum von mehr als sechs Wochen, für die k_{temp} durch Prüfung in Übereinstimmung mit ISO 1827 für die entsprechenden Temperaturbereiche bestimmt werden muss.

k_{dyn} = 1,0 für statische Lasten und dynamische Lasten $\leq 3\text{ Hz}$;

k_{dyn} = 2,0 für Frequenzen $> 3\text{ Hz}$; genauere Werte für k_{dyn} dürfen durch Werkstoffprüfungen für Frequenzen von mehr als 3 Hz bestimmt werden.

Für Einwirkungen durch Bremswirkungen und Zentrifugalkräfte darf $k_{\text{dyn}} = 1,0$ angenommen werden.

Prüfungen müssen die Proportionen statischer und dynamischer Lasten und Verformungen, die Frequenz, das Gemisch und die Temperatur berücksichtigen.

ANMERKUNG Weitere Informationen sind in Anhang A und B enthalten.

6.2.2 Bulk-Modul

Der Bulk-Modul ist der Quotient des hydrostatischen Drucks durch Bulk-Kompression. Der Bulk-Modul muss berücksichtigt werden, wenn Gummi gestaucht wird. Der allgemein für den Bulk-Modul E_b verwendete Wert ist 2 000 MPa.

6.3 Bewehrte Elastomerlager

6.3.1 Bemessungsgrundlagen

Die Bemessung bewehrter Elastomerlager basiert auf:

- der Aufsummierung der Bemessungsbeanspruchungen durch vertikale und horizontale Lasten und Verdrehung;
- der Festigkeit der Bewehrungsplatten;
- den Stabilitätskriterien;
- kein Durchrutschen zwischen den Lastübertragungsbereichen und dem Hauptbauwerk;
- keine Teilablösung zwischen den Lastübertragungsbereichen und dem Hauptbauwerk.

6.3.2 Wirksamer Bereich

6.3.2.1 Allgemeines

Der wirksame Bereich für Lager muss nach 6.3.2.2 und 6.3.2.3 berechnet werden. Für Lager mit Löchern muss der wirksame Bereich entsprechend reduziert werden.

6.3.2.2 Rechteckige Lager

Bei rechteckigen Lagern ohne Öffnungen ist:

$$A_{\text{eff}} = a_{\text{eff}} \cdot b_{\text{eff}} \quad (2)$$

6.3.2.3 Runde Lager

Bei runden Lagern ohne Löchern ist:

$$A_{\text{eff}} = (\pi \cdot d_{\text{eff}}^2)/4 \quad (3)$$

6.3.2.4 Reduzierter wirksamer Bereich für rechteckige Lager

$$A_{\text{eff;red}} = A_{\text{eff}} \left(1 - \frac{u_{x;d}}{a_{\text{eff}}} - \frac{u_{y;d}}{b_{\text{eff}}} \right) \quad (4)$$

Dabei ist

$u_{x,d}$ die maximale relative horizontale Verschiebung der Teile des Lagers in Richtung der Abmessung a des Lagers aufgrund aller Bemessungslasteinwirkungen;

$u_{y,d}$ die maximale relative horizontale Verschiebung der Teile des Lagers in Richtung der Abmessung b des Lagers aufgrund aller Bemessungslasteinwirkungen.

6.3.2.5 Reduzierter wirksamer Bereich für runde Lager

$$A_{\text{eff,red}} = \frac{1}{2} \left[\frac{4 \cdot A_{\text{eff}}}{\pi} \cdot \arcsin \left(\frac{\sqrt{d_{\text{eff}}^2 - u_{xy,d}^2}}{d_{\text{eff}}} \right) - \left(u_{xy,d} \sqrt{d_{\text{eff}}^2 - u_{xy,d}^2} \right) \right] \quad (5)$$

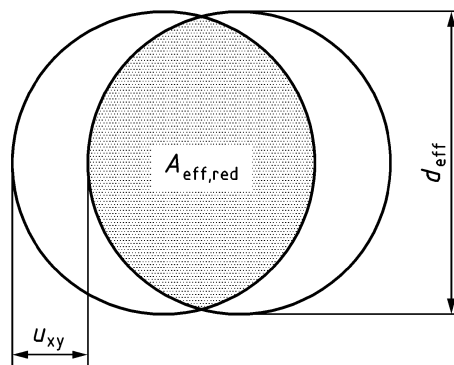


Bild 8 — Reduzierter wirksamer Bereich für runde Lager

6.3.2.6 Wirksame Dicke

Die wirksame Dicke $t_{\text{el,eff}}$ einer einzelnen Elastomerschicht in einem bewehrten Lager unter Kompression wird als die Nenndicke $t_{\text{el,i}}$ für innere Schichten und $1,4 t_{\text{el,i}}$ für äußere Schichten genommen.

Die wirksame Dicke $t_{\text{el,eff}}$ einer einzelnen Elastomerschicht in einem bewehrten Lager unter Scherung wird als die Nenndicke $t_{\text{el,i}}$ für innere Schichten und äußere Schichten genommen.

6.3.3 Formfaktor

Der Formfaktor k_S ist ein Parameter, der die Form der Elastomerschicht in den Bemessungsberechnungen berücksichtigt. Er ist das Verhältnis der wirksamen Grundfläche einer Elastomerschicht zu ihrem kraftfreien Oberflächenbereich einschließlich Löchern.

Bei bewehrten Lagern ohne Löcher wird der Formfaktor k_S für jede einzelne Elastomerschicht wie folgt angegeben:

$$k_S = \frac{A_{\text{eff}}}{u_{\text{st}} \cdot t_{\text{el,i;eff}}} \quad (6)$$

Für rechteckige Lager:

$$u_{\text{st}} = 2(a_{\text{eff}} + b_{\text{eff}}) \quad (7)$$

Für runde Lager:

$$u_{st} = \pi \cdot d_{eff} \quad (8)$$

Für Lager mit Löchern muss u_{st} die äußere Umfangsfläche und die Umfangsfläche der Löcher beinhalten.

6.3.4 Verhalten unter vertikaler Last

6.3.4.1 Beanspruchungen

Die Bemessungsbeanspruchung $\varepsilon_{c,d}$ durch Bemessungsdrucklast wird wie folgt angegeben:

$$\varepsilon_{c,d} = \frac{1,5 \cdot N_{z,d}}{G_d \cdot A_{eff,red} \cdot k_S} \quad (9)$$

6.3.4.2 Durchbiegung

Die vertikale Durchbiegung von Elastomerlagern ist die Summe der vertikalen Durchbiegung der einzelnen Schichten und kann anhand der Gleichung (10) angenähert werden.

$$u_{z,d} = \sum \frac{N_{z,d} \cdot t_{el,i,eff}}{A_{eff}} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot k_{Si}^2} + \frac{1}{E_b} \right) \quad (10)$$

ANMERKUNG Eine genauere Beziehung zwischen den vertikalen Verschiebungen und der Normalkraft ist in Anhang I angegeben und ein Prüfverfahren in Anhang D festgelegt.

6.3.4.3 Dicke der Bewehrungsplatte

Die Mindestdicke der Bewehrungsplatte muss bei ULS anhand der Gleichung (11) berechnet werden.

$$t_S \geq k_{cor} \cdot \frac{N_{z,d} a_{eff}}{2 \cdot k_{Si} A_{eff}} \cdot \frac{\gamma_{M2}}{f_u} \quad \text{jedoch } t_S > 2,0 \text{ mm} \quad (11)$$

Dabei ist

$k_{cor} = 1,8$ für rechteckige und $k_{cor} = 1,4$ für runde Lager;

Der Teilfaktor γ_{M2} ist in EN 1993-2:2006, 6.1, festgelegt.

Der empfohlene Wert von γ_{M2} in EN 1993-2:2006 ist 1,25.

Bewehrte Elastomerlager können Löcher enthalten. Die Wand der Löcher muss vor Korrosion geschützt werden. Für Lager mit Löchern muss die Dicke der Bewehrungsplatte erhöht werden, um die Reduzierung der Querschnittsfläche auszugleichen.

Für einen Prozentsatz der Löcher zwischen 0 und 10 % muss der Erhöhungsfaktor eine lineare Interpolation zwischen 1 und 2; zwischen 10 % und 20 % muss der Erhöhungsfaktor 2 betragen. Der Prozentsatz der Löcher darf nicht mehr als 20 % betragen.

6.3.4.4 Knickfestigkeit

Für bewehrte Lager muss der Druck $\frac{N_{z,d}}{A_{eff,red}}$ bei ULS dem folgenden Ausdruck entsprechen:

Für rechteckige Lager:

$$\frac{N_{z;d}}{A_{\text{eff};\text{red}}} < \frac{2 \cdot a_{\text{eff}} \cdot G_d \cdot k_S}{3 \cdot h_{m0;\text{tot};\text{el}}} \quad (12)$$

Für runde Lager:

$$\frac{N_{z;d}}{A_{\text{eff};\text{red}}} < \frac{2 \cdot d_{\text{eff}} \cdot G_d \cdot k_S}{3 \cdot h_{m0;\text{tot};\text{el}}} \quad (13)$$

Der Formfaktor k_S in den Gleichungen (12) und (13) ist für innere Schichten zu berücksichtigen.

6.3.5 Verhalten unter horizontalen Lasten

6.3.5.1 Scherbeanspruchung

Die Bemessungsscherbeanspruchung $\varepsilon_{q;d}$ des Elastomers durch horizontale Verschiebung ist durch den anhand der Gleichung (14) berechneten Wert begrenzt.

$$\varepsilon_{q;d} = \frac{u_{xy;d}}{h_{m0;\text{tot};\text{eff}}} \leq 1,0 \quad (14)$$

ANMERKUNG Der Bemessungsgrenzwert für $\varepsilon_{q;d}$ festgelegt als 1,00 für ULS wurde aus dem Wert von 0,7 für SLS abgeleitet.

6.3.5.2 Schersteifigkeit

Bei einer Scherverformung ist das Ergebnis der der horizontalen Verschiebung widerstehenden Kräfte $F_{xy;d}$ gegeben durch:

$$F_{xy;d} = \frac{A \cdot G_d \cdot u_{xy;d}}{h_{m0;\text{tot};\text{eff}}} \quad (15)$$

6.3.5.3 Rutschwiderstand für Lager ohne positive Fixierungsmittel

Der Rutschwiderstand von Elastomerlagern ohne positive Fixierungsmittel ist durch die Gleichung (16) zu verifizieren.

$$\frac{N_{z;d}}{A_{\text{eff}}} \geq 2 \text{ MPa} \quad (16)$$

Dabei ist

$N_{z;d}$ die Mindestnormaldruckkraft durch die Grundkombination der Einwirkung in ULS;

und

$$V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{Rd}}$$

Diese Bedingung muss bei der Grundkombination bei der ULS-Kategorie EQU erfüllt werden, siehe EN 1990:2002, A.2, beeinflusst durch EN 1990:2002/A1:2005 und EN 1990:2002/A1:2005/AC:2010.

Für Elastomerlager in Kontakt mit Beton, zementhaltigen Werkstoffen und mit Grundierung beschichtetem Stahl, frei von Verschmutzungen, Fett usw. gelten die Gleichungen (17) bis (19).

$$V_{Rd} = \mu_{el} \cdot N_{Ed} \quad (17)$$

$$\mu_{el} = 0,7 \cdot \left(\frac{N_{Ed}}{A_{eff,red}} \right)^{-0,8} \quad \text{für Elastomerlager in Kontakt mit Beton oder 0,35, je nachdem,} \\ \text{welcher Wert geringer ist} \quad (18)$$

$$\mu_{el} = 0,5 \cdot \left(\frac{N_{Ed}}{A_{eff,red}} \right)^{-0,7} \quad \text{für Elastomerlager in Kontakt mit Stahl oder 0,20, je nachdem,} \\ \text{welcher Wert geringer ist} \quad (19)$$

Dabei ist

μ_{el} die Reibungszahl für Elastomer zu Beton und Elastomer zu Stahl basierend auf der Kurvenanpassung.

N_{Ed} der entsprechende Wert der vertikalen Last für V_{Ed} . Als konservativer Ansatz kann N_{Ed} als $N_{Ed,min}$ verwendet werden.

ANMERKUNG Siehe prEN 1337-1:2018, 6.11.

Der Faktor $(N_{Ed}/A_{eff,red})$ steht für Werte in MPa, die Werte sind jedoch dimensionslos zu verwenden.

6.3.6 Verhalten unter Verdrehungen

6.3.6.1 Bemessungsbeanspruchung

6.3.6.1.1 Rechteckige Lager

Die Bemessungsbeanspruchung durch Verdrehung ist nach Gleichung (20) zu berechnen.

$$\varepsilon_{\alpha;d} = \frac{(a_{eff}^2 \cdot \alpha_{b;d} + b_{eff}^2 \cdot \alpha_{a;d}) \cdot t_{el;i;eff}}{2 \sum t_{el;i;eff}^3} \quad (20)$$

Ein Mindestrotationswinkel von 0,003 rad um eine Achse parallel zur längeren Abmessung (Seite b) des Lagers ist anzunehmen.

6.3.6.1.2 Runde Lager

Im Fall gleichzeitiger Winkelverdrehungen $\alpha_{y;d}$ und $\alpha_{x;d}$ muss die resultierende Bemessungsverdrehung $\alpha_{xy;d}$ nach Gleichung (21) berechnet werden,

$$\alpha_{xy;d} = \sqrt{\alpha_{x;d}^2 + \alpha_{y;d}^2} \quad (21)$$

und entsteht um eine Achse, die einen nach Gleichung (22) berechneten Winkel bildet,

$$\beta = \arctan \left(\frac{\alpha_{y;d}}{\alpha_{x;d}} \right) \quad (22)$$

mit der x-Achse.

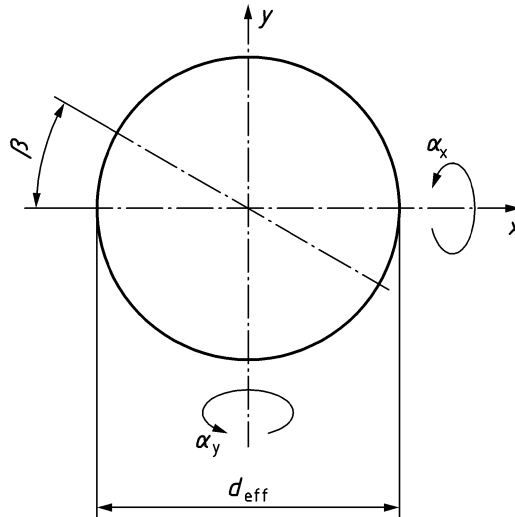


Bild 9 — Wechselwirkung zwischen Verdrehungen um die x- und y-Achse bei runden Lagern

Die Bemessungsbeanspruchung durch Verdrehung ist nach Gleichung (23) zu berechnen.

$$\varepsilon_{\alpha;d} = \frac{d_{\text{eff}}^2 \cdot \alpha_{xy;d} \cdot t_{el;i;\text{eff}}}{2 \sum t_{el;i;\text{eff}}^3} \quad (23)$$

6.3.6.2 Reaktion auf Verdrehung

6.3.6.2.1 Allgemeines

Die Gleichungen (24) bis (27) dürfen zur Bestimmung der Exzentrizitäten der oberen und unteren Oberflächen des Lagers aufgrund einwirkender Verdrehungen verwendet werden. Für Lager mit Formfaktoren außerhalb des Gültigkeitsbereichs der Gleichungen sollte die Berechnung nach Anhang J verwendet werden.

Der berechnete Wert der Exzentrizität ist für die meisten Zwecke konservativ. Wenn jedoch genauere Werte benötigt werden, sollten diese experimentell nach Anhang F und Anhang G bestimmt werden.

Die Effekte der auf das Lager angewendeten Einwirkungen und erzwungenen Verformungen führen zu Wechselwirkungen zwischen dem Lager und angrenzenden tragenden Bauteilen, die für die Bemessung dieser tragenden Bauteile anzuwenden sind.

6.3.6.2.2 Rechteckige Lager

Die Exzentrizität $e_{\alpha;b;d}$ aufgrund einer Bemessungsverdrehung $\alpha_{b;d}$ um eine Achse parallel zu Seite b wird durch die Gleichungen (24) und (25) berechnet.

$$e_{\alpha;b;d} = 2,04 \cdot G_d k_s^{0,8} \frac{\alpha_{\text{eff}}^3 b_{\text{eff}} \alpha_{b;d}^{0,76}}{n t_{el;i;\text{eff}} N_{z;d}} (0,956 - 0,037 k_s) \quad \text{für } k_{s,i} \leq 9,5 \quad (24)$$

$$e_{\alpha;b;d} = 2,04 \cdot G_d k_s^{0,8} \frac{\alpha_{\text{eff}}^3 b_{\text{eff}} \alpha_{b;d}^{0,76}}{n t_{el;i;\text{eff}} N_{z;d}} (0,695 - 0,010 k_s) \quad \text{für } 9,5 < k_{s,i} \leq 14,5 \quad (25)$$

Die Exzentrizität $e_{\alpha;b;d}$ aufgrund der Bemessungsverdrehung $\alpha_{a;d}$ um eine Achse parallel zur Seite a wird in der gleichen Weise bestimmt, indem a durch b ersetzt wird.

6.3.6.2.3 Runde Lager

Die Exzentrizität $e_{\alpha;d;d}$ aufgrund einer Bemessungsverdrehung $\alpha_{d;d}$ um den Durchmesser d wird durch die Gleichungen (26) und (27) berechnet:

$$e_{\alpha;d;d} = 1,20 \cdot G_d k_s^{0,8} \frac{d_{\text{eff}}^4 \alpha_{d;d}^{0,76}}{n t_{\text{el};i;\text{eff}} N_{z;d}} (0,956 - 0,037 k_s) \quad \text{für } k_{S,i} \leq 9,5 \quad (26)$$

$$e_{\alpha;d;d} = 1,20 \cdot G_d k_s^{0,8} \frac{d_{\text{eff}}^4 \alpha_{d;d}^{0,76}}{n t_{\text{el};i;\text{eff}} N_{z;d}} (0,695 - 0,010 k_s) \quad \text{für } k_{S,i} \geq 9,5 \quad (27)$$

6.3.7 Begrenzung der Verdrehung

Für bewehrte Lager wird die Begrenzung der Verdrehung bei der charakteristischen Kombination bei SLS durch die Gleichung (28) für rechteckige Lager und Gleichung (29) für runde Lager berechnet.

$$w_{\text{tot};d} - \frac{(a_{\text{eff}} \cdot \alpha_{a;d} + b_{\text{eff}} \cdot \alpha_{b;d})}{3} \geq 0 \quad (28)$$

$$w_{\text{tot};d} - \frac{(d_{\text{eff}} \cdot \alpha_{xy;d})}{4} \geq 0 \quad (29)$$

Dabei ist

$$w_{\text{tot};d} \quad \sum u_{z;d} \text{ resultierend aus } N_{z;d}, \text{ gleichzeitig mit } \alpha_{a;d} \text{ und } \alpha_{b;d}.$$

6.3.8 Beanspruchungskombinationskriterium

Die Summe der Beanspruchungen ($\varepsilon_{\text{tot};d}$) aufgrund der Bemessungseinwirkungen (E_d) wird durch Gleichung (30) berechnet:

$$\varepsilon_{\text{tot};d} = (\varepsilon_{c;d} + \varepsilon_{q;d} + \varepsilon_{\alpha;d}) \quad (30)$$

$\varepsilon_{\text{tot};d}$ darf den maximalen Wert $\varepsilon_{u;d}$ von Gleichung (31) nicht überschreiten:

$$\varepsilon_{u;d} = 7 \quad \text{bei ULS} \quad (31)$$

6.4 Bemessung von unbewehrten und Streifenlagern

6.4.1 Bemessungsgrundlagen

Die Bemessung unbewehrter Elastomerlager basiert auf:

- dem durch vertikale Lasten verursachten Bemessungsdruck;
- den durch Scher- und Verdrehungsverformung verursachten Bemessungsbeanspruchungen;
- den Stabilitätskriterien;
- keinem Durchrutschen zwischen den Lastübertragungsbereichen und dem Hauptbauwerk;
- keiner Teilablösung zwischen den Lastübertragungsbereichen und dem Hauptbauwerk.

Unbewehrte Elastomerlager sind im Allgemeinen quadratisch, rechteckig und kreisförmig. Ihre Dicke muss mindestens 8 mm betragen.

Alle Gleichungen und Kriterien für unbewehrte Lager können unter Verwendung der tatsächlichen Abmessungen auf Streifenlager angewendet werden.

prEN 1337-1:2018, 4.5, gilt nicht für die Umrechnung.

6.4.2 Wirksame Dicke

Bei unbewehrten Lagern beträgt die wirksame Dicke $t_{el,eff} = 1,8 \cdot t_{el}$

6.4.3 Reduzierter Bereich

Die Gleichung (32) gilt für rechteckige Lager.

$$A_{red} = A \left(1 - \frac{u_{x;d}}{a} - \frac{u_{y;d}}{b} \right) \quad (32)$$

Die Gleichung (33) gilt für runde Lager.

$$A_{red} = \frac{1}{2} \left[\frac{4 \cdot A}{\pi} \cdot \arcsin \left(\frac{\sqrt{d^2 - u_{xy,d}^2}}{d} \right) - \left(u_{xy,d} \sqrt{d^2 - u_{xy,d}^2} \right) \right] \quad (33)$$

Dabei ist

$u_{x;d}$ die maximale horizontale relative Verschiebung der Teile des Lagers in Richtung der Abmessung a des Lagers aufgrund aller Bemessungslasteinwirkungen;

$u_{y;d}$ die maximale relative horizontale Verschiebung der Teile des Lagers in Richtung der Abmessung b des Lagers aufgrund aller Bemessungslasteinwirkungen.

6.4.4 Formfaktor

Für unbewehrte Lager wird der Formfaktor k_S durch die Gleichung (34) angegeben.

$$k_S = \frac{A}{u_{st} \cdot t_{el,eff}} \quad (34)$$

Die Gleichung (35) gilt für rechteckige Lager.

$$u_{st} = 2 (a + b) \quad (35)$$

Gleichung (35 a) gilt für runde Lager.

$$u_{st} = \pi d_{eff} \quad (35a)$$

Für Lager mit Löchern muss u_{st} die äußere Umfangsfläche und die Umfangsfläche der Löcher beinhalten. Der Prozentsatz der Löcher darf nicht mehr als 20 % betragen.

6.4.5 Verhalten unter vertikaler Last

6.4.5.1 Bemessungsdruck

Bei ULS müssen die beiden durch die Gleichungen (36) und (37) gegebenen Bedingungen erfüllt sein.

$$\frac{N_{z;d}}{A} \leq 2,8 \cdot G_d \cdot k_s \quad (36)$$

$$\frac{N_{z;d}}{A} \leq 7 \cdot G_d \quad (37)$$

G_d muss zwischen 0,7 MPa und 1,15 MPa liegen und in Übereinstimmung mit ISO 1827 bestimmt werden.

ANMERKUNG Der Grenzwert wurde aus G für SLS durch Multiplikation mit dem genäherten Faktor $\gamma_Q = 1,40$ abgeleitet.

6.4.5.2 Vertikale Durchbiegung

Die vertikale Durchbiegung wird nach Gleichung (38) berechnet.

$$u_{z;d} = \frac{N_{z;d} \cdot t_{el;eff}}{A} \left(\frac{1}{5 \cdot G \cdot k_s^2} + \frac{1}{E_b} \right) \quad (38)$$

6.4.5.3 Stabilitätskriterien

Hinsichtlich des Knickens muss die Dicke des Lagers geringer als das 0,25-Fache der minimalen seitlichen Abmessung sein.

6.4.6 Verhalten unter horizontaler Last

6.4.6.1 Scherbeanspruchung

Die Bemessungsscherbeanspruchung $\varepsilon_{q;d}$ des Elastomers durch horizontale Verschiebung ist durch den nach Gleichung (39) berechneten Wert begrenzt.

$$\varepsilon_{q;d} = \frac{u_{xy;d}}{t_{el;eff}} \leq 0,5 \quad (39)$$

6.4.6.2 Scherreaktionskraft

Im Fall einer Scherverformung ist die Reaktionskraft $F_{xy;d}$ gegeben durch:

$$F_{xy;d} = \frac{A \cdot G_d \cdot u_{xy;d}}{t_{el;eff}} \quad (40)$$

6.4.6.3 Gleitwiderstand

Die Reibungszahl μ_{el} ist nach Gleichung (19) zu bestimmen.

6.4.6.4 Mindestkontaktdruck

$$\frac{N_{z;d,min}}{A} \geq \frac{(a+b)}{b} \quad \text{für rechteckige Lager} \quad (41)$$

ANMERKUNG 1 Gleichung (41) ist eine empirische Relation basierend auf [1].

$$\frac{N_{z;d;\min}}{A} \geq \frac{\pi}{2} \quad \text{für runde Lager} \quad (42)$$

ANMERKUNG 2 Gleichung (42) wird aus Gleichung (41) abgeleitet.

6.4.7 Verhalten unter Verdrehungs- und Bemessungsbeanspruchung

Die Bemessungsbeanspruchung durch Verdrehen wird anhand der Gleichung (43) berechnet.

$$\varepsilon_{\alpha;d} = \frac{(a^2 \cdot \alpha_{a;d} + b^2 \cdot \alpha_{b;d}) \cdot t_{el;eff}}{2 \cdot t_{el;eff}^3} \leq 0,5 \quad (43)$$

Für unbewehrte Lager ist die Verdrehungsbegrenzung bei SLS gegeben durch die Gleichung (44) für rechteckige Lager.

$$w_{tot;d} - \frac{(a_{eff} \cdot \alpha_{a;d} + b_{eff} \cdot \alpha_{b;d})}{3} \geq 0 \quad (44)$$

Dabei ist

$$w_{tot;d} \quad \Sigma u_{z;d} \text{ resultierend aus } N_{z;d} \text{ gleichzeitig mit } \alpha_{a;d} \text{ und } \alpha_{b;d}.$$

Die Bemessungsbeanspruchung durch Verdrehen für runde Lager wird nach Gleichung (45) berechnet.

$$\varepsilon_{\alpha;d} = \frac{(a^2 \cdot \alpha_{a;d} + b^2 \cdot \alpha_{b;d}) \cdot t_{el;eff}}{2 \cdot t_{el;eff}^3} \leq 0,5 \quad (45)$$

Für runde unbewehrte Lager wird in Anwesenheit der beiden Winkelverdrehungen $\alpha_{y,d}$ und $\alpha_{x,d}$ die resultierende Bemessungsverdrehung $\alpha_{xy;d}$ anhand der Gleichung (46) berechnet,

$$\alpha_{xy;d} = \sqrt{\alpha_{x,d}^2 + \alpha_{y,d}^2} \quad (46)$$

und tritt um eine Achse auf, die einen nach Gleichung (47) berechneten Winkel

$$\beta = \arctan \left(\frac{\alpha_{y,d}}{\alpha_{x,d}} \right) \quad (47)$$

mit der x-Achse bildet.

Die Bemessungsbeanspruchung durch Verdrehung ist nach Gleichung (48) zu berechnen.

$$\varepsilon_{\alpha;d} = \frac{d^2 \cdot \alpha_{xy;d}}{2 \cdot t_{el;eff}^2} \quad (48)$$

Die Verdrehungsbegrenzung ist durch Gleichung (49) gegeben.

$$w_{totd} - \frac{d^2 \cdot \alpha_{xy;d}}{2 t_{el;eff}^2} \geq 0 \quad (49)$$

Dabei ist

$$w_{tot;d} \quad \varepsilon_{uz;d} \text{ resultierend aus } N_{z;d} \text{ gleichzeitig mit } \alpha_{a;d} \text{ und } \alpha_{b;d}.$$

6.5 Kombination mit anderen Lagern oder Elementen

Werden Elastomerlager mit anderen Lagern oder Elementen wie etwa Gleitteilen, Festhalteeinrichtungen und/oder Führungen kombiniert, muss die Bemessung die wechselwirkenden Kräfte beinhalten.

7 Prüfung

7.1 Allgemeines

Abschnitt 7 definiert die Typprüfungen (TT) und die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) sowie ihre Häufigkeit, die Art der Proben und die Prüfbedingungen.

Die Umgebungstemperatur für Typprüfungen beträgt $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ und für WPK-Prüfungen $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Die Lager dürfen vor, während und nach den Prüfungen keine

- ungleichmäßigen Wölbungen;
- Fehler;
- oder Schäden aufweisen.

Die Typ- und WPK-Prüfungen müssen für jedes spezifische Gummigemisch (Ausgangsstoff) durchgeführt werden.

7.2 Verhalten unter Scherung

7.2.1 Allgemeines

Der Schermodul G ist der grundlegende Bemessungsparameter für Gummi in dieser Norm. Der Parameter wird normalerweise in Übereinstimmung mit ISO 1827 gemessen, doch bei bewehrten Brückenlagern, die einer Scherverformung ausgesetzt sind, empfiehlt es sich eher, den Modul mit Lagern in voller Größe zu messen. Die Verzerrung der Bewehrungsstahlplatten bedeutet, dass es sich hierbei nicht um eine einfache Scherverformung handelt, sodass die Werte von den anhand der ISO-Prüfung ermittelten Werten abweichen werden.

Der Schermodul wird von der Verformungsrate und Temperatur beeinflusst. Für Elastomerlager ist die Verformungsrate kein wesentlicher Faktor, wenn die angewendete Bewegungsfrequenz weniger als 3 Hz beträgt.

Die Temperatureinflüsse sind besonders bei niedrigen Temperaturen hoch (siehe 6.2.1).

Die Ergebnisse sind in einem Graphen aufzuzeichnen, in dem die Schubkraft über der Schubverformung aufgetragen wird, um Versagenspunkte anzuzeigen. Zusätzlich ist das Auftreten von Fehlern bei der augenscheinlichen Überprüfung unter Angaben der Lage am Lager aufzuzeichnen.

Der experimentelle Schermodul G_{exp} wird anhand des in Anhang B festgelegten Prüfverfahrens ermittelt. Auf der Grundlage von G_{exp} (gemessen bei Umgebungstemperatur) wird der Elastomer-Werkstoff des Lagers in einer der drei Kategorien für G_{nom} nach Tabelle 1 klassifiziert. Das Verhältnis zwischen G_{nom} und G_{exp} wird in Anhang A festgelegt.

Für bewehrte Lager werden die Prüfergebnisse G_{exp} anhand des Prüfverfahrens in Anhang B und für unbewehrte Lager anhand des geänderten Prüfverfahrens auf der Grundlage von ISO 1827 nach 7.2.5 ermittelt.

7.2.2 Schermodul bei Umgebungstemperatur

Der durch die Prüfung erhaltene Schermodulwert G_{exp} muss sich auf einen der folgenden Werte beziehen:

0,7 MPa oder 0,9 MPa oder 1,15 MPa.

Die Prüfung muss im Fall von Typprüfungen bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und bei Routineprüfungen bei $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchgeführt werden.

Der durch die Prüfung ermittelte Schermodul G_{exp} muss den folgenden Toleranzen entsprechen:

$G_{\text{exp}} = 0,9\text{ MPa} \quad \pm \quad 0,15\text{ MPa} \quad (\text{allgemein verbunden mit einer Härte IRHD } 60 \pm 5)$

$G_{\text{exp}} = 0,7\text{ MPa} \quad \pm \quad 0,10\text{ MPa} \quad (\text{allgemein verbunden mit einer Härte IRHD } 50 \pm 5)$

$G_{\text{exp}} = 1,15\text{ MPa} \quad \pm \quad 0,20\text{ MPa} \quad (\text{allgemein verbunden mit einer Härte IRHD } 70 \pm 5)$

0,9 MPa gilt als der bevorzugte Wert.

Die Oberflächen des Prüfkörpers müssen frei von Poren, Rissen oder Fehlern und Schäden sein, die von der Formung oder von Schubverbundmängeln herrühren.

7.2.3 Schermodul bei niedriger Temperatur

7.2.3.1 Schermodul bei niedriger Temperatur

In einer ersten Typprüfung darf der gemessene Schermodul bei niedriger Temperatur das 3-Fache des gemessenen Werts bei einer Umgebungstemperatur von $(23 \pm 2)\text{ °C}$ nicht übersteigen.

7.2.3.2 Schubmodul bei sehr niedriger Temperatur

In einer ersten Typprüfung darf der gemessene Schermodul bei sehr niedriger Temperatur das 3-Fache des gemessenen Werts bei einer Umgebungstemperatur von $(23 \pm 2)\text{ °C}$ nicht übersteigen.

7.2.4 Schermodul nach Alterung

In einer ersten Typprüfung darf der gemessene Schermodul nach Alterung den Wert ohne Alterung nicht um mehr als 0,15 MPa übersteigen, siehe B.5.2.4.2.

7.2.5 Schermodul für unbewehrte Lager

Für unbewehrte Lager sind die in ISO 1827 festgelegten Prüfkörper zu verwenden.

Für die Bestimmung des Schermoduls für unbewehrte Lager gilt das Verfahren nach ISO 1827 mit einer erhöhten Scherverformung von $u_{\text{xm}} = (0,7 \times h_{\text{m0;tot;eff}})$. Die Prüfergebnisse sind in Übereinstimmung mit Anhang B zu bestimmen.

7.3 Schubverbund (Haftfestigkeit unter Scherbeanspruchung)

7.3.1 Allgemeines

Der Schubverbund ist nach dem in Anhang C festgelegten Verfahren zu bestimmen.

7.3.2 Schubverbund bei Umgebungstemperatur

Die Schubverbundprüfung muss als Typprüfung und WPK-Prüfung bei einer Temperatur von $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und einem mittleren Druck von 12 MPa durchgeführt werden.

Die Ergebnisse sind in einem Graphen aufzuzeichnen, in dem die Schubkraft über der Schubverformung aufgetragen wird, um Versagenspunkte anzuzeigen. Zusätzlich ist das Auftreten von Fehlern bei der augenscheinlichen Überprüfung unter Angaben der Lage am Lager aufzuzeichnen.

7.3.3 Schubverbundfestigkeit nach Alterung

Die Schubverbundprüfung nach dem Altern ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

Die Ergebnisse sind in einem Graphen aufzuzeichnen, in dem die Schubkraft über der Schubverformung aufgetragen wird, um Versagenspunkte anzuzeigen. Zusätzlich ist das Auftreten von Fehlern bei der augenscheinlichen Überprüfung unter Angaben der Lage am Lager aufzuzeichnen.

7.4 Verhalten unter Stauchung

7.4.1 Prüfverfahren

Für Typprüfungen ist die Stufe 1 des Druckprüfverfahrens anzuwenden.

WPK-Prüfungen sind nach Prüfstufe 2 der Druckprüfung durchzuführen.

Für schnelle Produktionsprüfungen ist bei Bedarf die Stufe 3 des Druckprüfverfahrens anzuwenden.

7.4.2 Typprüfung (Stufe 1 des Prüfverfahrens)

Diese Typprüfung dient dazu, die Druckbeanspruchungseigenschaften des Lagers zu bestimmen. Die Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von $23 ^\circ\text{C} \pm 5 ^\circ\text{C}$ und einer maximalen vertikalen Prüflast von $N_{z;\text{exp}} = 5 \cdot G_{\text{nom}} \cdot A_{\text{eff}} \cdot k_s / 1,5$ durchgeführt werden. Das Prüfverfahren ist im Einzelnen in Anhang D, Stufe 1 festgelegt.

Der Sekantenmodul E_{cs} muss aus den Ergebnissen zwischen 30 % und 100 % der maximalen Prüflast abgeleitet werden.

Die Prüfergebnisse müssen zeigen, dass die Kraft-Durchbiegungs-Kurve monoton ist, und das Lager muss frei von sichtbaren Mängeln wie etwa Spalten und verschobenen Bewehrungsplatten sein. Die Stauchungswülste müssen gleichmäßig sein.

Vier Werte des Schermoduls E_{cs} sind aus den Messungen mit den in Tabelle 2 angegebenen Stufen abzuleiten.

Tabelle 2 — Aus Versuchen abgeleiteter Sekantenmodul

Sekantenmodul	Lastbereich in % der maximalen Prüflast der Prüfstufe 1	Kontaktdruck aus Prüflasten der Prüfstufe 2
$E_{cs,1}$	20 bis 40	5 MPa bis 15 MPa
$E_{cs,2}$	40 bis 60	
$E_{cs,3}$	60 bis 80	
$E_{cs,4}$	80 bis 100	

7.4.3 WPK-Druckprüfung (Stufe 2 des Prüfverfahrens)

Diese WPK-Druckprüfung dient dazu, verschobene Bewehrungsplatten, Verbundversagen an den Übergängen zwischen Stahl und Elastomer, Oberflächenfehler und unzureichende Steifigkeit zu identifizieren. Diese Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ und mit einer maximalen vertikalen Last von $N_{z,exp}$ entsprechend einem Kontaktdruck von 15 MPa durchgeführt werden. Das Prüfverfahren ist im Einzelnen in Anhang D, Stufe 2 festgelegt.

Während dieser Prüfung ist die Durchbiegung zwischen den Prüflasten entsprechend 5 MPa und 15 MPa aufzuzeichnen und zur Überprüfung der Konsistenz der Steifigkeitswerte zu verwenden.

Bei maximaler Prüflast dürfen keine Schubverbundfehler, unplanmäßig positionierte Bewehrungsbleche oder Spalten in der Elastomeroberfläche erkennbar sein. Die Stauchungswülste müssen gleichmäßig sein.

Sofern eine Abnahmeprüfung erforderlich ist, wird empfohlen, diese Prüfung zu verwenden.

7.4.4 Schnelle Produktionsprüfung (Stufe 3 des Prüfverfahrens)

Das Hauptziel dieser Prüfung besteht in der schnellen und effizienten Aussortierung mangelhafter Lager durch Sichtprüfung.

Die Prüfung ist mit der maximalen Prüflast entsprechend der vertraglichen charakteristischen Last durchzuführen. Einzelheiten zu dem Prüfverfahren sind in Anhang D, Stufe 3 angegeben. Die Temperatur des Raums, in dem die Lager geprüft werden, darf während der gesamten Prüfung nicht um mehr als 10 °C schwanken.

Bei charakteristischer Last dürfen keine erkennbaren Verbundfehler, verschobenen Bewehrungsplatten oder Spalten in der Oberfläche des Elastomers auftreten. Die Stauchungswülste müssen gleichmäßig sein.

7.5 Widerstand gegen wiederholte Druckbelastung

Diese Typprüfung muss durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass das Lager seine Funktion während der erwarteten Nutzungsdauer erfüllt (siehe Anhang E).

Nach der Prüfung darf sich der Druck-Sekantenmodul nicht um mehr als 12 % verändert haben und es dürfen keine Oberflächenfehler oder inneren Fehler, d. h. Verbundfehler, Risse, auftreten.

7.6 Verdrehungsverhalten

Für die meisten Zwecke ist das anhand der Gleichungen in 6.3.6 berechnete statische Verdrehungsverhalten ausreichend. Wenn jedoch das Verdrehungsverhalten ein kritischer Aspekt für Elastomerlager in

Kombination mit Gleitteilen in Übereinstimmung mit prEN 1337-2:2018 ist und der Hauptgrund für die Nutzung des Lagers in der Verdrehung für Elastomerlager besteht (Typ D und E), kann eine Prüfung durchgeführt werden. Zwei Aspekte des Verdrehungsverhaltens können beurteilt werden: der maximale Verdrehungswinkel und das von dem Lager auf das Bauwerk ausgeübte Rückstellmoment. Diese beiden Aspekte können durch die exzentrische Lastprüfung (siehe Anhang F) bzw. die Rückstellmomentprüfung (siehe Anhang G) bestimmt werden.

8 Fertigung, Zusammenbau, Toleranzen, Markierung und Kennzeichnung

8.1 Außenmaße

8.1.1 Allgemeines

Die fünf Messpunkte auf der Hauptoberfläche der Lager in verschiedenen Formen sind:

- Rechteckig: an den Ecken und in der Mitte,
Rund: an den Ecken eines eingeschriebenen Quadrats und in der Mitte.

8.1.2 Grundgröße des Lagers

Die Grundabmessungen sind an 3 Punkten entlang zweier angrenzender Kanten zu messen.

Die Toleranz beträgt: $-2 \text{ mm}/+4 \text{ mm}$

8.1.3 Dicke des Lagers

Die mittlere Dicke ist der arithmetische Mittelwert der einzelnen Werte an den Messpunkten.

Die Toleranz der mittleren Dicke ($h_{m0,tot}$) ist:

	$h_{m0,tot} \leq 100 \text{ mm}$	$\pm 2 \text{ mm}$
100 mm	$< h_{m0,tot} \leq 150 \text{ mm}$	$\pm 3 \text{ mm}$
150 mm	$< h_{m0,tot}$	$\pm 4 \text{ mm}$

8.1.4 Parallelität der Außenflächen

Die Differenz der Dicke zweier angrenzender Ecken darf nicht mehr als 1 mm oder 0,3 % des Abstands zwischen den beiden Ecken betragen, je nachdem, welcher Wert größer ist.

8.1.5 Ebenheit

Die Ebenheit eines Lagers wird bestimmt, indem man ein Lineal in der Diagonale der Auflagefläche des Lagers auflegt. Der Spalt zwischen dem Lineal und der Lagerfläche darf 0,3 % der Diagonale (oder des Durchmessers) oder den nachstehend festgelegten Wert nicht übersteigen, wobei der größere Wert maßgebend ist.

	$h_{m0,tot} \leq 50 \text{ mm}$	$\pm 1,0 \text{ mm}$
50 mm	$< h_{m0,tot} \leq 100 \text{ mm}$	$\pm 1,5 \text{ mm}$
100 mm	$< h_{m0,tot} \leq 150 \text{ mm}$	$\pm 2,0 \text{ mm}$
150 mm	$< h_{m0,tot}$	$\pm 2,5 \text{ mm}$

Im Fall der Kombination mit Gleitteilen müssen die oben angegebenen Toleranzwerte halbiert werden.

Im Fall einer konvexen Fläche kann das Lineal am Berührungspunkt so gehalten werden, dass die Spalthöhen an jedem Ende gleich sind.

8.2 Innenmaß

8.2.1 Allgemeines

Für die Messung der Innenmaße muss das Lager in Teile geschnitten werden. Wird ein Prüfkörper verwendet, muss dieser in vier gleiche Teile zerschnitten werden und die Schnittbreite muss bei der Bestimmung der Abmessungen berücksichtigt werden. Wenn zwei Lager verwendet werden, müssen diese jeweils in zwei gleiche Teile zerschnitten werden; ein Schnitt ist entlang der Hauptachse und der andere entlang der kürzeren Achse zu führen. Im Fall von runden Lagern muss der Schnitt entlang des Durchmessers erfolgen. Im Fall von rechteckigen Lagern muss die Kantenüberdeckung abgeschnitten werden, um die Stahlbewehrungsplatten freizulegen.

8.2.2 Innere Elastomerschichten

Die Dicke $t_{el,i}$ an irgendeinem Punkt ist der Abstand zwischen den einfassenden Bewehrungsplatten.

Für jede Schicht muss die individuelle Dicke $t_{el,i}$ an den fünf Messpunkten gemessen und die mittlere Dicke $t_{el,i,mean}$ berechnet werden. Die Abweichung der individuellen Dicke von der Nenndicke $t_{el,i,nom}$ und der mittleren Dicke darf die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht übersteigen.

Tabelle 3 — Dicketoleranzen

Individuelle Dicketoleranz	Nenndicke $t_{el,i,nom}$	Mittlere Dicketoleranz $t_{el,i,mean}$
$5 \text{ mm} \leq t_{el,i} < 10 \text{ mm}$	$\pm 0,15 \text{ mm} \times t_{el,i}$ oder $\pm 0,9 \text{ mm}$ je nachdem, welcher Wert größer ist	$\pm 0,15 \text{ mm} \times t_{el,i}$ oder $\pm 0,9 \text{ mm}$ je nachdem, welcher Wert größer ist
$10 \text{ mm} \leq t_{el,i} < 15 \text{ mm}$	$\pm 0,12 \text{ mm} \times t_{el,i}$ oder $\pm 1,5 \text{ mm}$ je nachdem, welcher Wert größer ist	$\pm 0,12 \text{ mm} \times t_{el,i}$ oder $\pm 1,5 \text{ mm}$ je nachdem, welcher Wert größer ist
$15 \text{ mm} \leq t_{el,i} \leq 25 \text{ mm}$	$\pm 0,10 \text{ mm} \times t_{el,i}$	$\pm 0,10 \text{ mm} \times t_{el,i}$

8.2.3 Äußere Elastomerschichten

8.2.3.1 Dicke der oberen und unteren Schichten bewehrter Lager

Die Minstdicke der oberen und unteren Elastomerschichten beträgt: 2,5 mm.

Die Toleranz dieser Dicke beträgt: $-0/+2,0 \text{ mm}$.

8.2.3.2 Seitenüberdeckung bei bewehrten Lagern

Der Abstand zwischen der Kante jeder Stahlbewehrungsplatte und der äußeren Oberfläche des Elastomers an jedem Punkt darf nicht weniger als 4,0 mm und nicht mehr als 8,0 mm betragen.

8.2.4 Bewehrungsbleche

8.2.4.1 Grundabmessungen und Dicke

Toleranz beim Nennwert der Länge und Breite: +2,0 mm/–1,0 mm

Die Toleranz der Nennwerte für die Dicke muss die Anforderungen nach EN 10029, Klasse A erfüllen.

8.2.4.2 Ebenheit

Die Ebenheit einer Stahlbewehrungsplatte wird durch Aufsetzen eines Lineals entlang zweier Diagonalen (oder zwei Durchmesser im rechten Winkel zueinander) der Stahlplattenoberfläche ermittelt. Der Spalt zwischen Lineal und Blechoberfläche darf 1 % der Diagonale (oder des Durchmessers) oder 1,5 mm nicht überschreiten, wobei der größere Wert maßgebend ist.

8.3 Kennzeichnung und Etikettierung

Jedes Elastomerlager muss über ein aufvulkanisiertes Etikett auf der Ober- und Unterseite und vorzugsweise auf der Seite mit Angabe des Namens des Herstellers und der Herstellungsnummer verfügen. Darüber hinaus muss der Name oder das Symbol des Herstellers auf einer der Seiten angegeben sein.

Die Markierung muss dauerhaft sein.

Sofern die obere und untere Fläche nicht mit Elastomer versehen ist, muss ein unlösbares Etikett mit vorgenannten Angaben am Lager angebracht werden.

8.4 Oberflächen

Ein Elastomerlager in unbelastetem Zustand muss eine glatte Oberfläche ohne Risse, Fehler oder andere Anzeichen von Mängeln aufweisen.

9 Transport, Lagerung und Einbau

Für Transport und Lagerung siehe prEN 1337-1:2018.

Damit die Lager ihre vorgesehene Funktion erfüllen, müssen die Anforderungen in Übereinstimmung mit prEN 1337-1:2018 und die folgenden Anforderungen erfüllt werden.

- Lager dürfen im Mörtelbett oder direkt auf geeignete Auflagerflächen versetzt werden. Im letzten Fall müssen die Auflagerflächen den nachfolgenden Anforderungen genügen.
- Die tragenden Flächen müssen sauber und ohne Oberflächenwasser und lose Partikel sein.
- Vorstehende Oberflächenfehler dürfen nicht größer als 100 mm² sein und nicht mehr als 1 mm über die umgebende Oberfläche erhaben sein. Die Gesamtfläche der Fehlerstellen darf 2 % der Lagerfläche nicht überschreiten.
- Der Spalt zwischen der vorgesehenen Kontaktfläche und einem in der Diagonalen aufgelegten Lineal darf (auf die betrachtete Länge bezogen) 1 mm oder 0,15 % der Auflagerfläche nicht übersteigen, wobei der größere Wert maßgebend ist.
- Die tragende Fläche des Lagers muss auf 0,3 % parallel zu ihrer vorgesehenen Ebene sein.

Falls erforderlich muss eine Schicht Mörtel oder ein vergleichbares Kontaktflächenmaterial zwischen dem Lager und den Komponenten platziert werden, um alle eventuellen Parallelitäts- oder Ebenheitsabweichungen auszugleichen, wenn Fertigelemente auf den Lagern platziert werden.

10 Inspektion während des Betriebs

Bei einer Inspektion der in prEN 1337-1:2018 aufgeführten Punkte sind folgende Kriterien zu prüfen:

- Die oberen und unteren lasttragenden Oberflächen müssen in vollem Kontakt zu der Auflagerfläche (untere tragende Oberfläche) und dem Überbau (obere tragende Fläche) sein. Im Fall eines unzureichenden Kontakts zwischen den vorgenannten Oberflächen muss der Winkel zwischen dem Überbau und der Auflagerfläche mit den Bemessungsvorgaben verglichen werden.
- Die Scherdurchbiegung jedes Lagers ist auf die Einhaltung der Bemessungsvorgaben zu überprüfen.
- Alle zugänglichen Kanten sind augenscheinlich zu überprüfen. Jede Art von Rissen, Spalten oder ungleichmäßigen Wülsten ist mit Größe und Lage zu notieren.
- Die Auflagerfläche und der Überbau sind auf Anzeichen einer ursprünglichen anderen Lagerposition zu untersuchen (Schwarzfärbungen können ein Anzeichen für ein Verrutschen sein).
- Sofern zutreffend:
 - Überprüfung der Gleitflächen auf Sauberkeit und Größe der Bewegung innerhalb der Bemessungsvorgaben sowie Niederschrift dazu.
 - Überprüfung des Schutzanstrichs und/oder der Verkleidung (Schutz gegen Staub) auf Anzeichen einer Beschädigung sowie Niederschrift dazu.

11 Instandhaltung

Elastomerlager in Übereinstimmung mit dieser Norm bedürfen während der angenommenen Nutzungsdauer keiner Instandhaltung. Dies gilt nicht für andere Lager oder mit dem Elastomerlager kombinierte Elemente.

Im Fall einer Instandhaltung des Korrosionsschutzes dürfen Elastomerlager nicht durch Sandstrahlen beschädigt werden und keinen Korrosionsschutz erhalten.

12 Bewertung und Verifizierung der Leistungsbeständigkeit

12.1 Allgemeines

Es gilt prEN 1337-1:2018, 12.1.

12.2 Typprüfung

Es gilt prEN 1337-1:2018, 12.2.

Für die Typprüfung (TP) einschließlich der Probenahme des Produkts gelten die Tabellen 4, 6, 8 und 10.

Die Anzahl der Proben richtet sich nach den verwendeten Prüfverfahren.

Für die Prüfung sind speziell hergestellte Prüfkörper zu verwenden. Die Prüfkörper sind in Tabelle 8 festgelegt.

Im Fall von Lagern mit Gleitteilen gilt prEN 1337-2:2018.

12.3 Werkseigene Produktionskontrolle

Es gilt prEN 1337-1:2018, 12.3.

Im Fall von Lagern mit Gleitteilen gilt prEN 1337-2:2018.

Für die werkseigene Produktionskontrolle gelten die Tabellen 5, 7, 8, 9 und 10.

Weitere Prüfungen der Proben sind in Übereinstimmung mit dem vorgeschriebenen Prüfplan durchzuführen.

Speziell hergestellte Prüfkörper sind in Übereinstimmung mit Tabelle 8 zu prüfen.

Die Probenahme von Lagern im Bauwesen muss stichprobenartig aus der Herstellung der Lager im Bauwesen erfolgen, siehe Tabelle 9.

12.4 Bewertung der Leistung des Bauprodukts

Es gilt prEN 1337-1:2018, 12.4.

Tabelle 4 — Typprüfung von Elastomerwerkstoffen nach 5.2

Art der Prüfung	Norm	Probekörper
Härte	ISO 48	Geformtes und Prüfstück aus dem Lager
Zugfestigkeit	ISO 37:2011, Prüfkörper 2	
Bruchdehnung	ISO 37:2011, Prüfkörper 2	
Reißfestigkeit	ISO 34-1:2010, Verfahren A (Streifenprobe)	
Druckverformungsprüfung	ISO 815-1:2008, Typ A	
Beschleunigte Alterung	ISO 188	
Ozonbeständigkeit	ISO 1431-1	
Diese Werte unterliegen der Verantwortung des Herstellers oder müssen in Übereinstimmung mit einem Zertifikat nach EN 10204:2004, 3.1 angegeben werden.		

Tabelle 5 — Werkseigene Produktionskontrolle von Elastomerwerkstoffen nach 5.2

Art der Prüfung	Norm	Probe- körper	Häufigkeit
Härte	ISO 48	Geformt	jede Charge
Zugfestigkeit	ISO 37:2011, Prüfkörper 2		
Bruchdehnung	ISO 37:2011, Prüfkörper 2		
Reißfestigkeit	ISO 34-1:2010, Verfahren A (Streifenprobe)		jede 10. Charge, mindesten einmal pro Jahr
Druckverformungs- prüfung	ISO 815-1:2008, Typ A		
Beschleunigte Alterung	ISO 188		
Ozonbeständigkeit	ISO 1431-1		
Diese Werte unterliegen der Verantwortung des Herstellers oder müssen in Übereinstimmung mit einem Zertifikat nach EN 10204:2004, 3.1 angegeben werden.			

Tabelle 6 — Typprüfung von Elastomerlagern

Art der Prüfung	Standard	Unterabschnitt in prEN 1337-3:2018	Probenarten
Schermodul ^a	bei Umgebungstemperatur	7.2.2	I, II, III
	bei niedriger Temperatur	7.2.3.1	I
	bei sehr niedriger Temperatur	7.2.3.2	I
	nach dem Altern	7.2.4	I, II, III
Schubverbund ^a	bei Umgebungstemperatur	7.3.2	I, II, III
	nach dem Altern	7.3.3	I, II, III
Druckprüfung ^a	Prüfstufe 1	7.4.2	I, II, III
Zyklische Druckbelastungs- prüfung ^a		7.5	I
^a Im Fall von NR-Lagern mit CR-Abdeckung gilt diese Prüfung auch als für NR-Lager mit NR-Abdeckung repräsentativ.			

Tabelle 7 — Werkseigene Produktionskontrolle von Elastomerlagern

Art der Prüfung	Standard	Unterabschnitt in prEN 1337-3:2018	Probenarten
Schermodul	bei Umgebungstemperatur	7.2.2	Aus der laufenden Produktion in Übereinstimmung mit der in Tabelle 9 angegebenen Gesamtdicke
Schubverbundprüfung	bei Umgebungstemperatur	7.3.2	Siehe Tabelle 9
Prüfung der Druckfestigkeit	Prüfstufe 2	7.4.3	—
Das erstproduzierte Lager in jeder Klasse ist zu prüfen. Sobald eine Lagermenge nach Tabelle 5 hergestellt wurde, ist wieder eine Prüfsérie durchzuführen.			

Tabelle 8 — Festlegung der Größen der Lagerprobenarten für Prüfungen

Typ	a	b	Anzahl der Elastomerschichten	t_{EL}	t_s
	mm	mm		mm	mm
I ^a	200	300	3	8	3
II ^a	400	500	5	12	4
III ^a	600	700	7	16	5
^a Lagerart B. Wenn der Hersteller diese Regellagergrößen nicht herstellt, sollten Lager, die diesen Größen am nächsten kommen, aus dem Produktionsprogramm genommen werden.					

Tabelle 9 — Routineprüfungen und Prüfhäufigkeit für vollständige Lager

Gesamtdicke des Elastomers in einem Lager	Lagerkategorien			
	$h_{\text{nom;tot,el}} \leq 50 \text{ mm}$	$50 \text{ mm} < h_{\text{nom;tot,el}} \leq 100 \text{ mm}$	$100 \text{ mm} < h_{\text{nom;tot,el}} \leq 150 \text{ mm}$	$h_{\text{nom;tot,el}} > 150 \text{ mm}$
Druckprüfung, Stufe 2 ^a	150 dm ³	250 dm ³	300 dm ³	350 dm ³
Schermodul ^a	1 500 dm ³	2 500 dm ³	3 000 dm ³	3 500 dm ³
Schubverbund	4-mal pro Jahr an einer Probe des Typs I			
Die Prüfungen zur Ermittlung der Drucksteifigkeit und der Schubsteifigkeit müssen am ersten hergestellten Lager in jeder Kategorie der Dicke des Elastomers durchgeführt werden. Weitere Prüfungen müssen nach dem Verbrauch des Gummis nach der Tabelle vorgenommen werden.				
^a Nach zehn positiven Prüfergebnissen darf die Häufigkeit um 50 % reduziert werden. Falls eine Prüfung fehlschlägt, wird wieder die ursprüngliche Häufigkeit angewendet.				

Tabelle 10 — Spezielle Prüfung von Ausgangsstoffen und Bestandteilen

Bestandteil	Norm	Art der Prüfbescheinigung nach EN 10204:2004
Stahl für Bewehrungsplatten	EN 10025 Normenreihe oder EN 10088 Normenreihe (siehe 5.3)	2.2
Äußere Stahlplatten	EN 10025 Normenreihe oder EN 10088 Normenreihe (siehe 5.3)	3.1

Anhang A (informativ)

Schermodul

A.1 Allgemeines

Der Schermodul G ist der grundlegende Bemessungsparameter für Elastomer in diesem Dokument. Der Modul wird üblicherweise in Übereinstimmung mit ISO 1827 bestimmt. Bei Lagern, die Scherverformungen unterliegen, wird jedoch empfohlen, den Modul auf der Grundlage von Messungen der Scherfestigkeit an Lagern in voller Größe zu berechnen. Die Verformung von Lagern in voller Größe ist keine einfache Scherverformung und der Wert wird daher von dem durch die Prüfung nach ISO 1827 erhaltenen Wert abweichen.

Der Schermodul wird von der Verformungsrate und Temperatur beeinflusst. Für Elastomerlager ist die Verformungsrate üblicherweise kein wesentlicher Faktor, da die angewendete Bewegungsfrequenz im Allgemeinen weniger als 3 Hz beträgt.

Die Temperatureinflüsse sind besonders bei niedrigen und sehr niedrigen Temperaturen erheblich (siehe 6.2.1).

Die Prüfergebnisse für G_{exp} müssen innerhalb des Bereichs für G_{nom} einschließlich der gegebenen Toleranzen (siehe Tabelle A.1) liegen.

Für bewehrte Lager werden die Prüfergebnisse G_{exp} durch das Prüfverfahren in Anhang B und für unbewehrte Lager durch das geänderte Prüfverfahren auf der Grundlage von ISO 1827 ermittelt.

Die Beziehung zwischen G_{nom} und G_{d} ist in 6.2 angegeben.

A.2 Schermodul und Härte

Die Beziehung zwischen der Härte und dem Schermodul ist nicht genau und die in Tabelle A.1 angegebenen Beziehungen sind Annäherungen.

Tabelle A.1 — Beziehung zwischen Härte und Schermodul

Härte IRHD	G_{nom} (siehe Tabelle 3) MPa	G_{exp} (bestimmt aus Anhang F) MPa
50 ± 5	0,70	$0,70 \pm 0,10$
60 ± 5	0,90	$0,90 \pm 0,15$
70 ± 5	1,15	$1,15 \pm 0,20$

A.3 Versteifungseinflüsse bei niedrigen Temperaturen

Sämtliche Elastomere versteifen, wenn sich die Umgebungstemperatur der Glasübergangstemperatur nähert. Dieser Vorgang ist zeitunabhängig, es sei denn, es findet wieder eine Wärmezufuhr statt. Sowohl NR als auch CR versteifen ebenfalls durch Kristallisierung; in diesem Fall sind Größenordnung und Geschwindigkeit jedoch zeitabhängig. Weiterhin ist die Kristallisationsgeschwindigkeit von der verwendeten Elastomermischung abhängig. Bei einem derart komplexen Verhalten ist es unmöglich, mit einer einzigen Prüfung sämtliche Zustände zu beschreiben.

Zusätzliche Prüfungen sollten in Regionen durchgeführt werden, in denen die mittlere Tagestemperatur für mehr als sechs Wochen unter -10 °C liegt.

Anhang B (normativ)

Schermodul-Prüfverfahren

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung des Schermoduls (G_{exp}) von Lagern.

Bei Lagern, die zu groß für die Platzierung in der Prüfeinrichtung sind, darf die Grundgröße durch Halbieren der Proben reduziert werden.

B.2 Tieftemperaturprüfung

Das unkomprimierte Lager muss in einer Kammer bei $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ für 7 Tage luftgekühlt und so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

Die Prüfung muss in einer Kammer bei $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ oder in einem Raum mit einer maximalen Umgebungstemperatur von $+25\text{ °C}$ unter der Voraussetzung durchgeführt werden, dass die Kantenoberflächentemperatur während der Prüfung nicht über -18 °C ansteigt. In diesem Fall darf der erste Zyklus der Spannungs-Dehnungskurve die wirksame Tieftemperatur für den Vergleich mit Prüfungen bei anderen Temperaturen anzeigen.

Der mittlere Druck während der Prüfung muss 6 MPa betragen.

Diese Prüfung ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

B.3 Prüfung bei sehr niedriger Temperatur

Das unkomprimierte Lager muss in einer Kammer bei $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ für 7 Tage luftgekühlt und so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

Die Prüfung muss in einer Kammer bei $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ oder in einem Raum bei einer maximalen Umgebungstemperatur von $+25\text{ °C}$ unter der Voraussetzung durchgeführt werden, dass die Oberflächentemperatur an den Kanten nicht über -18 °C ansteigt. In diesem Fall darf der erste Zyklus der Spannungs-Dehnungskurve die wirksame sehr niedrige Temperatur für den Vergleich mit Prüfungen bei anderen Temperaturen anzeigen.

Der mittlere Druck während der Prüfung muss 6 MPa betragen.

Wenn dieser spezifische Verwendungszweck von dem Hersteller gefordert wird, muss diese Prüfung als Typprüfung durchgeführt werden.

B.4 Prüfung nach Alterung

Die Prüfung ist frühestens 2 Tage nach dem Ende des Alterungsverfahrens bei einer Umgebungstemperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durchzuführen.

Der mittlere Druck während der Prüfung muss 6 MPa betragen.

Diese Prüfung ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

B.5 Prüfverfahren

B.5.1 Allgemeines

Es bestehen drei mögliche Prüfverfahren für die Durchführung der Prüfung, Verfahren A (siehe B.5.2), Verfahren B (siehe B.5.3).

B.5.2 Verfahren A

B.5.2.1 Allgemeines

Die Prüfung besteht aus der Messung des Scherwiderstands eines nominell identischen Elastomerlagerpaars unter einer wachsenden Scherkraft. Aus diesen Messungen wird der Schermodul G_{exp} berechnet.

Der Hersteller des Lagers muss eine Maßzeichnung des Lagers einschließlich einer Schnittzeichnung liefern.

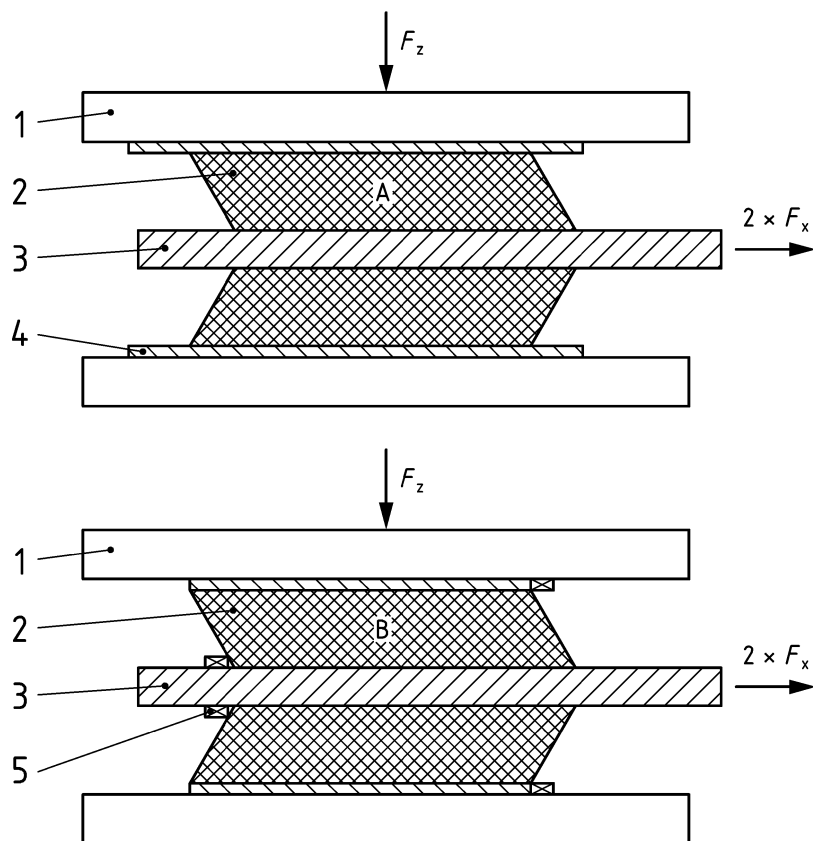
B.5.2.2 Prüfeinrichtung

Die in Bild B.1 schematisch dargestellte Prüfeinrichtung muss in der Lage sein, in ein Lagerpaar, das durch eine bewegliche Platte getrennt ist, unter kontrollierten Bedingungen eine Druckkraft und ebenso eine Schubverformung einzuleiten. Es muss möglich sein, die Drucklast und die Scherkraft in Verbindung mit der Scherdurchbiegung zu messen. Die Messeinrichtung muss mindestens die Anforderungen nach EN ISO 7500-1:2015, Klasse 2 erfüllen. Die Druckplatten müssen dick genug sein, um sicherzustellen, dass die Lager unter maximaler Last gleichmäßig belastet werden; die Grundrissabmessungen müssen größer als die belasteten Prüfkörper sein.

Der Prüfkörper darf während der Prüfung nicht verrutschen.

Wenn ein Durchrutschen bewehrter Lager durch einen Metallstreifen verhindert wird, muss dessen Dicke die Dicke der äußeren Stahlplatte und der Abdeckung übersteigen.

Wenn ein Prüfaufbau instabil ist, muss ein zusätzliches Lagerpaar verwendet werden, um den Aufbau zu stabilisieren.



Legende

- 1 Platten
- 2 Probekörper
- 3 bewegliche Platte
- 4 Futterplatten mit Riefen gegen Durchrutschen
- 5 Metallstreifen, um Durchrutschen zu verhindern

Bild B.1 — Schematische Darstellung der Schermodul-Prüfeinrichtung – Verfahren A



- Bild B.2 — Schematische Darstellung der Schermodul-Prüfeinrichtung – Verfahren B**

Die Gesamtdicke des Elastomers in Scherung muss aus der Nenndicke der Schichten berechnet werden. Die äußeren Schichten sind nicht in Scherung, wenn Metallstreifen verwendet werden.

Die Grundrissabmessungen sind über die Kanten zu ermitteln.

B.5.2.4.1 Für Prüfungen bei Umgebungstemperatur

Das Lager muss bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ aufbewahrt werden.

Es muss so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

Die Minstdauer zwischen der Vulkanisierung und der Prüfung muss dem 6-Fachen der Vulkanisierungszeit in Stunden oder 24 h betragen, je nachdem, welcher Wert höher ist. Wenn die Vulkanisierungszeit unbekannt ist, muss die Dauer mindestens 7 Tage betragen.

B.5.2.4.2 Für Prüfungen nach beschleunigter Alterung

Das Lager muss für 14 Tage bei einer Temperatur von $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ konditioniert werden.

Es muss so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

Nach der Alterung muss das Lager bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ konditioniert werden.

Die Minstdauer zwischen der Alterung und der Prüfung muss 2 Tage betragen.

B.5.2.4.3 Für Prüfungen bei Tieftemperatur oder sehr niedriger Temperatur

— Tieftemperatur:

Das Lager muss für 168 h (0, +8) bei einer Temperatur von $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ aufbewahrt werden.

Es muss so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

— Sehr niedrige Temperatur:

Das Lager muss in einer Kammer bei $-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ für 168 h (0, +8) luftgekühlt werden.

Es muss so gestützt werden, dass die Luft frei um das Lager zirkulieren kann.

Nach der Konditionierung bei niedriger oder sehr niedriger Temperatur sind die Prüfungen auszuführen, ehe die Kantenflächen eine Temperatur nach B.5.2.5 erreicht haben.

B.5.2.5 Prüfverfahren

Die Lager sind symmetrisch zu jeder Seite der beweglichen Platte einzurichten, wobei die Scherrichtung rechtwinklig zur längeren Seite des Lagers verlaufen muss.

Es ist eine mittlere Druckbeanspruchung von 6 MPa aufzubringen.

Die Lager müssen einer Scherung mit konstanter Geschwindigkeit von nicht mehr als 100 mm/min bis zur maximalen Prüfdurchbiegung $u_{xm} = (0,7 \times h_{m0;tot;eff})$ ausgesetzt werden. Anschließend muss die Scherkraft reduziert werden. Dann muss die Druckkraft aufgehoben und die Prüfkörper müssen für fünf Minuten unberührt gelassen werden. Im Anschluss muss die Druckkraft erneut angewendet und die Proben müssen erneut auf u_{xm} geschert werden.

Der horizontale Kraft-/Verformungsverlauf ist kontinuierlich oder mindestens über 10 gleichartige Durchbiegungsschritte während des Lastteils im zweiten Zyklus aufzuzeichnen.

Nach der Konditionierung der Proben bei niedriger oder sehr niedriger Temperatur muss die Prüfung durchgeführt werden, bevor die Kantenoberflächentemperatur -18 °C erreicht. Ein Schaum mit geringer Steifigkeit darf verwendet werden, um die Kanten zum Zwecke dieser Prüfung zu isolieren.

B.5.2.6 Prüfergebnisse

B.5.2.6.1 Scherspannung

Die Scherspannung τ wird anhand der Gleichung (B.1) berechnet.

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (\text{B.1})$$