

DIN EN 1337-3

ICS 91.010.30

Ersatzvermerk
siehe unten**Lager im Bauwesen –
Teil 3: Elastomerlager;
Deutsche Fassung EN 1337-3:2005**

Structural bearings –
Part 3: Elastomeric bearings;
German version EN 1337-3:2005

Appareils d'appui structuraux –
Partie 3: Appareils d'appui en élastomère;
Version allemande EN 1337-3:2005

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN 4141-14:1985-09, DIN 4141-14/A1:2003-05, DIN 4141-14/A1 Berichtigung 1:2005-02,
DIN 4141-15:1991-01, DIN 4141-140:1991-01, DIN 4141-140/A1:2003-05 und DIN 4141-150:1991-01
Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit

Gesamtumfang 92 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese DIN-EN-Norm ist vom Dezember 2005 an anwendbar.

Daneben dürfen DIN 4141-14:1985-09, DIN 4141-14/A1:2003-05, DIN 4141-15:1991-01, DIN 4141-140:1991-01, DIN 4141-140/A1:2003-05 und DIN 4141-150:1991-01 noch bis zum Dezember 2006 angewendet werden.

Die CE-Kennzeichnung von Bauprodukten in Deutschland kann erst nach der Veröffentlichung der Fundstelle dieser DIN-EN-Norm im Bundesanzeiger von dem dort genannten Termin an erfolgen.

Nationales Vorwort

Diese Norm (EN 1337-3:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI (Italien) gehalten wird.

Der NABau-Spiegelausschuss 00.91.00 „Lager im Bauwesen (DIN 4141) (Sp CEN/TC 167 Structural Bearings)“ hat durch deutsche Experten die Arbeiten begleitet.

Änderungen

Gegenüber DIN 4141-14:1985-09, DIN 4141-14/A1:2003-05, DIN 4141-14/A1 Ber 1:2005-02, DIN 4141-15:1991-01, DIN 4141-140:1991-01, DIN 4141-140/A1:2003-05 und DIN 4141-150:1991-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Inhalt wurde zusammengefasst und an die Bestimmungen für Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung angepasst;
- b) Die Regelungen sind ausschließlich auf das semiprobabilistische Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten umgestellt worden.

Frühere Ausgaben

DIN 4141-14:1985-09
DIN 4141-14/A1:2003-05
DIN 4141-14/A1 Ber 1:2005-02
DIN 4141-15:1991-01
DIN 4141-140:1991-01
DIN 4141-140/A1:2003-05
DIN 4141-150:1991-05

Deutsche Fassung

Lager im Bauwesen —
Teil 3: Elastomerlager

Structural bearings —
Part 3: Elastomeric bearings

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. Juni 2004 angenommen.

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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	7
3.2.1 Große lateinische Buchstaben	7
3.2.2 Kleine lateinische Buchstaben	8
3.2.3 Griechische Buchstaben	8
3.2.4 Indizes	9
3.3 Abkürzungen	9
4 Anforderungen	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Funktionelle Anforderungen	10
4.3 Lagerkennwerte	10
4.3.1 Schubmodul.....	10
4.3.2 Schubverbund (Haftfestigkeit unter Schubbeanspruchung)	12
4.3.3 Drucksteifigkeit	12
4.3.4 Dauerschwellfestigkeit	13
4.3.5 Statischer Verdrehwiderstand	14
4.3.6 Ozonbeständigkeit	15
4.3.7 PTFE/Elastomer-Haftverbund	15
4.4 Materialeigenschaften	15
4.4.1 Allgemeines	15
4.4.2 Physikalische und mechanische Eigenschaften des Elastomers	16
4.4.3 Bewehrungsbleche	17
4.4.4 Gleitflächen.....	17
5 Bemessungsgrundsätze	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Bemessungseinwirkungen.....	19
5.3 Bewehrte Elastomerlager	19
5.3.1 Lagertypen	19
5.3.2 Abmessungen und Aufbau bewehrter Lager	19
5.3.3 Bemessungsgrundlagen	22
5.4 Unbewehrte Elastomerlager.....	29
5.4.1 Abmessungen.....	29
5.4.2 Auflast	29
5.4.3 Schubdehnung	29
5.4.4 Stabilitätskriterien	29
5.4.5 Auf das Bauwerk einwirkende Kräfte und Verformungen	30
5.5 Unbewehrte Streifenlager.....	30
5.5.1 Abmessungen.....	30
5.5.2 Auflast	30
5.5.3 Schubdehnung	30
5.5.4 Stabilitätskriterien	31
5.5.5 Auf das Bauwerk einwirkende Verformungen und Kräfte	31
5.6 Verformungsgleitlager	31

6	Fertigungstoleranzen	31
6.1	Außenabmessungen	31
6.2	Dicke der Elastomerschichten	31
6.2.1	Innenschicht	32
6.2.2	Obere und untere Deckschicht bewehrter Lager	32
6.2.3	Toleranzen für die Gesamtdicke eines Lagerungssystems	32
6.2.4	Seitenüberdeckung bei bewehrten Lagern	33
6.3	Bewehrungsbleche	33
7	Besondere Anforderungen	33
7.1	Auflagerflächen – Toleranzen in den Kontaktflächen am Bauwerk	33
7.1.1	Allgemeines	33
7.1.2	Oberflächenbeschaffenheit	33
7.1.3	Oberflächenebenheit	34
7.1.4	Oberflächenlage	34
7.2	Verankerungen	34
7.3	Kennzeichnung und Etikettierung	34
8	Beurteilung der Konformität	34
8.1	Allgemeines	34
8.2	Kontrolle des Bauproduktes und der Herstellung	35
8.2.1	Allgemeines	35
8.2.2	Erstprüfungen	35
8.2.3	Produktionsüberwachungsprüfungen	35
8.2.4	Kontrolle der eingehenden Rohmaterialien	36
8.2.5	Fremdprüfung	36
8.3	Probenahme	36
8.3.1	Prüfkörper für die Fremdprüfung	36
8.4	Maßnahmen bei Nichtübereinstimmung mit den technischen Vorgaben	36
9	Kriterien für die Inspektion	38
Anhang A (normativ)	Elliptische Lager	39
Anhang B (normativ)	Verdreh-Begrenzungsfaktor	41
Anhang C (normativ)	Maximale Bemessungsverformung bei bewehrten Lagern	42
Anhang D (informativ)	Schubmodul	43
Anhang E (informativ)	Lagerformblatt	44
Anhang F (normativ)	Schubmodulprüfung	47
Anhang G (normativ)	Verfahren für die Prüfung des Schubverbundes	52
Anhang H (normativ)	Druckprüfung	56
Anhang I (normativ)	Dauerschwellprüfung	60
Anhang J (normativ)	Prüfung mit exzentrischer Lasteinleitung	63
Anhang K (normativ)	Prüfung des Rückstellmoments	67
Anhang L (normativ)	Ozonbeständigkeitsprüfung	70
Anhang M (normativ)	Haftverbundprüfung PTFE/Elastomer	74
Anhang N (normativ)	Werkseigene Produktionskontrolle	77
Anhang ZA (informativ)	Abschnitte dieser Europäischen Norm, die die Bestimmungen der EU-Bauproduktenrichtlinie betreffen	80
	Literaturhinweise	90

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1337-3:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 167 „Lager im Bauwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2006 zurückgezogen werden.

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

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

Die Europäische Norm EN 1337: „Lager im Bauwesen“ besteht aus den folgenden 11 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 Festpunktlager*
- *Teil 9: Schutz*
- *Teil 10: Inspektion und Instandhaltung*
- *Teil 11: Transport, Zwischenlagerung und Einbau*

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

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 1337 gilt für Elastomerlager mit oder ohne zusätzliche Vorrichtungen zur Erweiterung des Anwendungsgebietes der Lager, wie z. B. flache Gleitteile nach EN 1337-2 oder Gleitflächen nach 4.4.4, zur Verwendung im Brückenbau oder in Bauwerken mit vergleichbaren Auflagerbedingungen.

Dieser Teil von EN 1337 gilt für Elastomerlager mit einer Grundfläche bis (1 200 × 1 200) mm aus den unter 4.4.1 festgelegten Elastomeren. Er gilt für bewehrte Lager von Typ A, B und C, für Verformungsgleitlager der Typen E und D, für unbewehrte Lager und unbewehrte Streifenlager vom Typ F.

Dieser Teil der Norm regelt die Anwendung in einem Temperaturbereich von –25 °C bis +50 °C, kurzzeitig bis +70 °C.

Es ist bekannt, dass in einigen Regionen Nordeuropas die Lufttemperatur niedriger als –25 °C ist.

Im Falle der Anwendung bei sehr niedrigen Betriebstemperaturen (bis –40 °C) müssen die Eigenschaften der Lager unbedingt ebenfalls dem Schubmodul bei sehr niedrigen Temperaturen (siehe 4.3.1.3 und Anhang F) entsprechen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden aufgeführten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes unverzichtbar. Bei datierten Verweisungen gilt nur die zitierte Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1337-1:2000, *Lager im Bauwesen — Teil 1: Allgemeine Regelungen*

EN 1337-2:2004, *Lager im Bauwesen — Teil 2: Gleitteile*

prEN 1337-8, *Lager im Bauwesen — Teil 8: Führungslager und Festpunktlager*

EN 1337-9:1997, *Lager im Bauwesen — Teil 9: Schutz*

EN 1337-10, *Lager im Bauwesen — Teil 10: Inspektion und Instandhaltung*

EN 1337-11, *Lager im Bauwesen — Teil 11: Transport, Zwischenlagerung und Einbau*

EN 10025-1, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

ISO 34-1, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Weiterreisswiderstandes — Teil 1: Streifen-, winkel- und bogenförmige Probrkörper*

ISO 37, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Zugfestigkeitseigenschaften*

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

ISO 188, *Elastomere – Prüfung zur Bestimmung der beschleunigten Alterung und der Hitzebeständigkeit*

ISO 815, *Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Druckverformungsrestes bei wechselnden, erhöhten und tiefen Temperaturen*

ISO 1431-1, *Elastomere – Bestimmung des Widerstandes gegen Ozonrissbildung – Teil 1: Statische und dynamische Beanspruchung*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die in EN 1337-1: 2000 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Charge

individuelle Elastermischung 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 das nach Wegnahme dieser Beanspruchung nahezu vollständig zur Ausgangsgröße und Form zurückkehrt. In diesem Teil der Norm wird darunter die Mischung verstanden, aus der Lager oder Lagerteile gefertigt werden

3.1.3

Elastomerlager

Lager, bestehend aus einem vulkanisierten Elastomerblock, der durch eine 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 Block von vulkanisiertem Elastomer ohne Hohlräume

3.1.6

Verformungsgleitlager

bewehrtes Elastomerlager mit einer PTFE-Platte auf der Deckfläche, die direkt auf die obere Elastomerschicht aufvulkanisiert sein kann oder die an einer Stahlplatte befestigt ist und mit einer Gleitplatte in Berührung steht

3.1.7

Gleitplatte

Tragplatte, die unmittelbar an die obere Gleitfläche eines Lagers angrenzt. Sie kann als

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

ausgebildet sein.

3.1.8

Streifenlager

unbewehrtes Elastomerlager, dessen Länge mindestens zehnmal so groß wie die Breite ist

3.1.9**obere Gleitfläche**

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

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Symbole:

3.2.1 Große lateinische Buchstaben

A	Gesamtgrundfläche eines Elastomerlagers	mm^2
A'	wirksame Grundfläche eines bewehrtes Elastomerlagers (Fläche der Bewehrungsplatten).....	mm^2
A_r	reduzierte wirksame Grundfläche eines Elastomerlagers	mm^2
C_c	Drucksteifigkeit eines Lagers	N/mm
D	Gesamtdurchmesser eines runden Lagers	mm
D'	wirksamer Durchmesser eines runden bewehrten Lagers	mm
E	Elastizitätsmodul.....	MPa
E_b	Kompressionsmodul	MPa
E_{cs}	Sekantenmodul.....	MPa
E_d	Bemessungslasten	
F_{xd}, V_{yd}	Bemessungswerte der Horizontalkräfte	N: kN
$F_{x,y}$	maximale Horizontalkraft aus der vektoriellen Addition von v_x und v_y	N: kN
F_{zd}	Bemessungswert der Vertikalkräfte.....	N: kN
G	Nennwert des ideellen vereinbarten Schubmoduls eines Elastomerlagers	MPa
G_{dyn}	ideeller vereinbarter Schubmodul eines Elastomerlagers unter dynamischen Einwirkungen ..	MPa
G_e	Schubmodul des Elastomers.....	MPa
G_g	durch Prüfung bestimmter ideeller vereinbarter Schubmodul eines Elastomerlagers	MPa
K_{ce}	Auflastfaktor für elliptische Lager	
K_{de}	vertikaler Verformungsfaktor für elliptische Lager	
K_{se}	Rückstellmoment-Faktor für elliptische Lager	
K_f	Reibungsfaktor	
K_h	Faktor für Zugspannungen in Bewehrungsblech	
K_L	Faktor für die Belastungsart	
K_m	Momentenfaktor	
K_p	Korrekturfaktor für Bewehrungsbleche	
K_r	Verdrehfaktor	
K_s	Rückstellmoment-Faktor	
M_e	experimenteller Wert des Rückstellmomentes	$\text{N} \times \text{mm: kN} \times \text{m}$
M_d	Bemessungswert des Rückstellmomentes.....	$\text{N} \times \text{mm: kN} \times \text{m}$
R_d	Bemessungswert des Widerstandes	
R_{xy}	Kraft, die aus der Horizontalverformung des Lagers auf das Bauwerk einwirkt	
S	Formfaktor	
S_1	Formfaktor für die dicksten Innenschichten	
S_d	Bemessungswert einer Schnittkraft oder eines Momentes bei einem entsprechenden Vektor mehrerer Schnittkräfte oder Momente	

T_o	durchschnittliche Gesamtausgangsdicke des Lagers ohne obere und untere Deckschicht	mm
T_b	Gesamttenndicke des Lagers	mm
T_{bo}	mittlere Gesamtausgangsdicke des Lagers	mm
T_e	Nenndicke aller Elastomerschichten.....	mm
T_q	durchschnittliche Ausgangsdicke aller bei Schub wirkenden Elastomerschichten einschließlich der oberen und unteren Deckschicht, wenn bei diesen Schubverformung möglich ist	mm

3.2.2 Kleine lateinische Buchstaben

a	Gesamtbreite eines Lagers (kürzeres Maß bei rechteckigen Lagern)	mm
a_e	kleine Achse eines elliptischen Lagers	
a'	wirksame Breite eines bewehrten Lagers (Breite der Bewehrungsbleche).....	mm
b	Gesamtlänge eines Lagers (längeres Maß bei rechteckigen Lagern).....	mm
b_e	große Achse eines elliptischen Lagers	
b'	wirksame Länge eines bewehrten Lagers (Länge der Bewehrungsbleche).....	mm
c	Drucksteifigkeit.....	N/mm
f_y	Streckgrenze des Stahls	N/mm ²
l_p	lastfreier Lagerumfang	
n	Anzahl der Elastomerschichten	
t	Dicke eines unbewehrten Elastomer- oder Streifenlagers	mm
t_e	wirksame Dicke des Elastomers bei Druckbeanspruchung.....	mm
t_i	Dicke einer einzelnen Elastomerschicht in einem bewehrten Lager	mm
t_p	Dicke einer PTFE-Schicht.....	mm
t_s	Dicke des Bewehrungsblechs.....	mm
t_{so}	Dicke der äußeren Stahlplatte	mm
v_{cd}	gesamte vertikale Verformung.....	mm
v_x	maximale Horizontalbewegung in Richtung der Seite a	mm
v_y	maximale Horizontalbewegung in Richtung der Seite b	mm
v_z	Vertikalbewegung bzw. -verformung	mm
v_{xy}	maximale Horizontalbewegung aus der vektoriellen Addition von v_x und v_y	mm

3.2.3 Griechische Buchstaben

α	Winkelverdrehung eines Lagers	rad
α_a	Winkelverdrehung über die Breite a eines rechteckigen Lagers	rad
α_b	Winkelverdrehung über die Länge b eines rechteckigen Lagers.....	rad
α_{ab}	resultierende Winkelverdrehung über Breite a und Länge b eines rechteckigen Lagers	rad
α_d	Winkelverdrehung über den Durchmesser D eines runden Lagers	rad
γ_m	Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand	
δ	vertikale Verformung einer einzelnen Elastomerschicht	mm
Σ	Summe von Einzelwerten	
$\varepsilon_{\alpha d}$	Bemessungswert der Verformung einer Elastomerschicht durch Winkelverdrehung	
$\varepsilon_{c,d}$	Bemessungswert der Verformung einer Elastomerschicht infolge Druck	
$\varepsilon_{q,d}$	Bemessungswert der Schubverformung einer Elastomerschicht infolge Horizontalverschiebung	

$\varepsilon_{t,d}$	Gesamtverformung einer Elastomerschicht	
ε_z	Stauchung eines Lagers	
μ_d	Bemessungs-Reibungskoeffizient	
μ_e	Reibungskoeffizient für Elastomere	
σ_c	Druckspannung	MPa
σ_m	mittlere Druckspannung.....	MPa
σ_s	Zugspannung im Stahl.....	MPa
τ	Schubspannung.....	MPa

3.2.4 Indizes

d	Bemessung
dyn	dynamisch
k	charakteristisch
max	Maximum
min	Minimum
t	Gesamt...
u	im Grenzzustand der Tragfähigkeit

3.3 Abkürzungen

In diesem Dokument werden folgende Abkürzungen verwendet:

CR	Chloroprenkautschuk
NR	Naturkautschuk
pphm	ein Teil auf einhundert Millionen Volumenteile
PTFE	Polytetrafluorethylen
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Das geforderte Qualitätsniveau von Elastomerlagern ist im Wesentlichen in Form von Grenzwerten und nachprüfbar Kennwerten an ganzen Lagern definiert.

Die Spezifikationen für die Baustoffe, aus denen das Lager hergestellt wird, ergänzen die wesentlichen Anforderungen.

Um das angestrebte Leistungsniveau sicherzustellen, sind auch die folgenden Teile dieser Europäischen Norm zu berücksichtigen:

- Teil 1: Allgemeine Regelungen
- Teil 2: Gleitteile
- Teil 8: Führungslager und Festpunktlager
- Teil 9: Schutz
- Teil 10: Inspektion und Instandhaltung
- Teil 11: Transport, Zwischenlagerung und Einbau

4.2 Funktionelle Anforderungen

Elastomerlager sind so zu bemessen und herzustellen, dass sie Verschiebungen in jeder Richtung und Verdrehungen um jede Achse durch elastische Verformung ermöglichen, um die in der statischen Berechnung ermittelten Bemessungskräfte sicher von einem Bauteil zum anderen übertragen und die Bemessungswerte der Bewegungen aufnehmen zu können.

Sie können mit zusätzlichen Vorrichtungen zur Erweiterung ihres Anwendungsgebietes kombiniert werden, z. B. als kurzzeitig oder ständig wirkendes Gleitsystem oder als in jeder Richtung wirkendes Festhaltesystem.

Elastomerlager müssen unter normalen Umweltbedingungen und bei normaler Wartung während einer als wirtschaftlich vertretbaren Lebensdauer sicher funktionieren. Bei außergewöhnlichen Umwelt- und Anwendungsbedingungen können zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden (siehe EN 1337-9). Die Bedingungen sind dann genau festzulegen.

Obwohl Elastomerlager Schubverformungen aufnehmen können, dürfen sie nicht zur planmässigen Beanspruchung aus ständigen äusseren Schubkräften verwendet werden.

4.3 Lagerkennwerte

In diesem Abschnitt sind alle an ganzen Lagern zu ermittelnden Kennwerte festgelegt. Weiter wird angegeben, ob es sich um eine Eignungs- oder Produktionsüberwachungsprüfung handelt sowie deren Häufigkeit und die Art der Prüfkörper (siehe Abschnitt 8).

ANMERKUNG Der Temperaturbereich für Laborprüfungen wurde gegenüber dem üblicherweise festgelegten vergrößert, weil die Kennwerte der für die Lagerherstellung geeigneten Elastomere zwischen 15 °C und 30 °C kaum streuen. Im Falle unterschiedlicher Prüfergebnisse von zwei verschiedenen Laboratorien ist dem Temperaturbereich (23 ± 2) °C der Vorzug zu geben.

4.3.1 Schubmodul

Der Schubmodul (G_g) ist der „ideelle Schubmodul“ von Elastomerlagern, welcher durch Prüfung bei verschiedenen Temperaturen oder nach dem Altern nach dem in Anhang F (normativ) festgelegten Verfahren bestimmt wird.

ANMERKUNG Siehe informativen Anhang D.

4.3.1.1 Schubmodul bei Umgebungstemperatur

Bei einer Umgebungstemperatur von (23 ± 2) °C hat der ideelle Schubmodul G_g einem der nachstehenden Werte zu entsprechen:

$$G_g^* = 0,7 \text{ MPa} \quad G_g = 0,9 \text{ MPa} \quad G_g^* = 1,15 \text{ MPa}$$

* Gilt nur bei Festlegung durch den Tragwerksplaner.

Die Schubmodulprüfung ist in der Eignungsprüfung bei (23 ± 2) °C und in der Produktionsüberwachungsprüfung bei (23 ± 5) °C durchzuführen.

— Anforderungen: Der in der Prüfung ermittelte Schubmodul G_g muss innerhalb folgender Toleranzen liegen:

$$G_g = 0,9 \text{ MPa} \pm 0,15 \text{ MPa}$$

$$G_g^* = 0,7 \text{ MPa} \pm 0,10 \text{ MPa}$$

$$G_g^* = 1,15 \text{ MPa} \pm 0,20 \text{ MPa}$$

* Gilt nur bei Festlegung durch den Tragwerksplaner.

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

- Prüfbedingungen: Die Prüfungen dürfen frühestens einen Tag nach der Vulkanisation durchgeführt werden.

4.3.1.2 Schubmodul bei niedriger Temperatur

Bei niedriger Temperatur hat der ideale Schubmodul folgender Anforderung zu entsprechen:

$$G_g \text{ niedrige Temperatur} \leq 3 G_g$$

Diese Prüfung ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

- Vorbehandlung der Prüfkörper: Das unbelastete Lager muss 7 Tage lang bei $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$ in einer Kammer luftgekühlt werden.
Der Prüfkörper ist so zu lagern, dass die Luft frei zirkulieren kann.
- Prüfbedingungen: In einer Kühlkammer bei $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$ oder
bei einer Temperatur von maximal 25°C , vorausgesetzt, dass während der Prüfung die Temperatur an der Kantenoberfläche -18°C nicht übersteigt.
Mittlere Pressung: 6 MPa.

4.3.1.3 Schubmodul bei sehr niedriger Temperatur

Bei sehr niedriger Temperatur hat der ideale Schubmodul folgender Anforderung zu entsprechen:

$$G_g \text{ sehr niedrige Temperatur} \leq 3 G_g$$

Diese Prüfung ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

- Vorbehandlung der Prüfkörper: Das unbelastete Lager muss 7 Tage lang bei $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ in einer Kammer luftgekühlt werden.
Der Prüfkörper ist so zu lagern, dass die Luft frei zirkulieren kann.
- Prüfbedingungen: In einer Kühlkammer bei $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ oder
bei einer Temperatur von maximal 25°C , vorausgesetzt, dass während der Prüfung die Temperatur an der Oberfläche -18°C nicht übersteigt.
Mittlere Pressung: 6 MPa.

4.3.1.4 Schubmodul nach Alterung (3 Tage bei 70°C)

Mit dieser Prüfung wird die Veränderung des ideellen Schubmoduls nach dem beschleunigten Altern bestimmt. Sie ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

$$G_g \text{ nach dem Altern} \leq G_g \text{ vor dem Altern} + 0,15 \text{ MPa}$$

- Vorbehandlung der Prüfkörper: Das unbelastete Lager ist in einer beheizten Kammer über 3 Tage bei $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu lagern.
Die Prüfkörper sind so zu lagern, dass die Luft frei zirkulieren kann.
- Prüfbedingungen: Die Prüfung ist frühestens 2 Tage nach Beendigung des Alterungsverfahrens bei einer Labortemperatur von $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ durchzuführen.

4.3.2 Schubverbund (Haftfestigkeit unter Schubbeanspruchung)

Der Schubverbund von Elastomerlagern ist nach dem in Anhang G festgelegten Verfahren zu bestimmen.

4.3.2.1 Schubverbund bei Umgebungstemperatur

Die Schubverbundprüfung ist als Eignungs- und Produktionsüberwachungsprüfung bei einer Temperatur von $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchzuführen.

- Anforderungen: Der Verlauf der Kraft-Verformungskurve darf bis zur maximalen Schubbeanspruchung von 2 kein Maximum oder Minimum aufweisen. Bei maximaler Belastung müssen die Kanten des Lagers frei von Aufplatzungen im Elastomerbereich sein, die von den Vulkanisationsformen herrühren oder die durch Schubverbundfehler entstehen.
- Prüfbedingungen: Mittlere Pressung: 12 MPa.

4.3.2.2 Schubverbund nach künstlicher Alterung (3 Tage bei 70 °C)

Die Schubverbundprüfung nach dem Altern ist als Eignungsprüfung durchzuführen.

- Anforderungen: siehe 4.3.2.1;
- Vorbehandlung der Prüfkörper und Prüfbedingungen: siehe 4.3.1.4.

4.3.3 Drucksteifigkeit

Die Drucksteifigkeit von Elastomerlagern ist nach dem in Anhang H festgelegten Prüfverfahren zu bestimmen.

Eignungsprüfungen sind nach Prüfstufe 1 der Druckprüfung durchzuführen.

Produktionsüberwachungsprüfungen sind nach Prüfstufe 2 der Druckprüfung durchzuführen.

Wenn vom Tragwerksplaner gefordert, ist für besondere Projekte die Prüfstufe 3 der Druckprüfung anzuwenden.

4.3.3.1 Eignungsprüfung (Prüfstufe 1)

- Anforderungen:
 - Der Verlauf der Kraft-Verformungskurve darf bis zur maximalen Bemessungslast ($5 G_d A' S/1,5$) kein Maximum oder Minimum aufweisen.
 - Unter Maximallast müssen die Seitenflächen des Lagers frei von Rissen im Elastomer sein, die z. B. von den Vulkanisationsformen herrühren oder die durch Schubverbundfehler entstehen.
 - Planmäßig liegende Bewehrungsbleche.
 - Der Sekantenmodul (E_{cs}) ist aufzuzeichnen.
- Prüfbedingungen:
 - Bei Umgebungstemperatur: Der Sekantenmodul (E_{cs}) ist bei $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ zwischen 30 % und 100 % der Maximallast ($5 G_d A' S/1,5$) zu ermitteln.

4.3.3.2 Produktionsüberwachungsprüfung: Schnelle Druckprüfung (Prüfstufe 2)

Diese Prüfung wird vom Hersteller normalerweise an Lagern durchgeführt, um schlecht liegende Bewehrungsbleche, Schubverbundfehler zwischen Stahl und Elastomer, Oberflächenmängel sowie eine bei maximaler Gebrauchslast außerhalb der Toleranzgrenze liegende Steifigkeit zu ermitteln.

- Anforderungen: Es dürfen keine Schubverbundfehler, unplanmäßig positionierte Bewehrungsbleche oder Risse in der Elastomeroberfläche erkennbar sein. Die Stauchungswülste müssen gleichmäßig sein.
- Prüfbedingungen: Die Gebrauchslast ist bei Umgebungstemperatur $[(23 \pm 5) ^\circ\text{C}]$ auf das Lager aufzubringen und während einer Sichtprüfung im Hinblick auf die vorgenannten Schäden konstant zu halten. Falls Fehler vermutet werden, sind sie durch weitere geeignete Untersuchungen zu überprüfen.

Während dieser Prüfung ist die Verformung zwischen 30 % und 100 % der maximalen Gebrauchslast aufzuzeichnen und zur Überprüfung der Konsistenz der Steifigkeitswerte zu verwenden.

4.3.3.3 Sichtprüfung unter Auflast (Prüfstufe 3)

Sofern gefordert, wird diese Prüfung bei jedem Lager als Teil der üblichen Herstellungskontrolle durchgeführt. Hauptziel ist die Aussonderung fehlerhafter Lager durch eine visuelle Kontrolle, die schnell und wirtschaftlich ist.

- Anforderungen: Unter der maximalen Last dürfen keine Schubverbundfehler, unplanmäßig positionierte Bewehrungsbleche oder Fehler in der Elastomeroberfläche, die sich unter der Prüflast entwickelten, erkennbar sein. Die Stauchungswülste müssen gleichmäßig sein.
- Prüfbedingungen: Es ist die Gebrauchslast aufzubringen. Die Temperatur des Prüfraumes darf sich während der Prüfung um nicht mehr als $10 ^\circ\text{C}$ ändern.

4.3.4 Dauerschwellfestigkeit

Die Leistungsfähigkeit des Elastomerlagers unter wiederholter Lasteinleitung ist nach dem in Anhang I festgelegten Prüfverfahren zu bestimmen.

- Anforderungen: Der Sekantenmodul nach dem Ermüdungsversuch muss kleiner oder gleich dem Wert vor dem Versuch $+12 \%$ sein.
Es sind keine Fehler wie Schubverbundschäden, Risse usw. zulässig.
- Prüfbedingungen: Die Prüfung wird bei einer Labortemperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durchgeführt.
Der Temperaturanstieg im Lager sollte während des Versuchs $42 ^\circ\text{C}$ nicht überschreiten; dies kann durch Anpassung der Belastungsfrequenz erreicht werden.
Last-Zyklen: 2 000 000
Prüffrequenz: $<3 \text{ Hz}$
Die Prüfung ist zwischen folgenden Pressungen durchzuführen:
Unterspannung: 7,5 MPa
Oberspannung: 25 MPa

ANMERKUNG Die gegenüber der Praxis höheren Pressungen sind erforderlich, um die niedrigen Lastwechselzahlen bezogen auf die Lagerlebensdauer zu kompensieren.

4.3.5 Statischer Verdrehwiderstand

4.3.5.1 Allgemeines

Der statische Verdrehwiderstand von Elastomerlagern ist auf der Grundlage der Versuche mit exzentrischer Belastung und/oder des Rückstellmomentes nach den in den nachfolgenden Abschnitten festgelegten Prüfverfahren zu bestimmen.

Ziel der Prüfungen ist, das Verhalten von Elastomerlagern unter statischer Verdrehung zu bestimmen. In den meisten Anwendungsfällen reicht es aus, den statischen Verdrehwiderstand nach den Gleichungen in 5.3.3.6 und 5.3.3.7 zu berechnen. Wenn aber die Verdrehung kritisch werden kann und das Lager in erster Linie verwendet wird, um Verdrehungen zu realisieren, wie Lager Typ E und D, ist eine Eignungsprüfung durchzuführen. Beide Auswirkungen der Verdrehung sind zu beurteilen: der maximale Verdrehwinkel und das durch das Lager auf das Bauwerk einwirkende Rückstellmoment. Beides kann durch den Versuch mit exzentrischer Belastung beziehungsweise den Versuch zur Ermittlung des Rückstellmomentes bestimmt werden.

ANMERKUNG Bei einer vorgegebenen Lagerkonstruktion kann der Hersteller zur Beeinflussung des Verdrehverhaltens nur den Schubmodul des Elastomers verändern. Um das gewünschte Lagerverhalten zu erzielen, kann es jedoch notwendig sein, auf die Vorgaben nach 4.3.1 zu verzichten. Konsequenterweise wird dadurch auch die vertikale Verformung (5.3.3.7) beeinflusst.

4.3.5.2 Exzentrische Lasteinleitung

Diese Prüfung ist durchzuführen, um den maximalen Verdrehwinkel durch Ermittlung der Kontaktfläche und der mittleren Pressung in der Kontaktfläche unter einer vorgegebenen Exzentrizität oder durch Ermittlung der maximalen Exzentrizität bei einer definierten Kontaktfläche nachzuweisen.

Die exzentrische Lasteinleitung ist nach dem in Anhang J festgelegten Verfahren zu bestimmen.

— Anforderungen: Weder die Kontaktfläche noch der mittlere Kontaktdruck darf den vorgegebenen Wert übersteigen.

Wird kein Wert festgelegt, ist folgende Anforderung zu erfüllen:

Unter einem Verdrehungswinkel von 0,025 rad und bei einer Exzentrizität, die einem Sechstel des kleineren Maßes des Prüfkörpers entspricht, sind keine Fehler zulässig (Schubverbundschäden, Risse usw.).

— Prüfbedingungen: Bei Labortemperatur $[(23 \pm 2) ^\circ\text{C}]$ wird der Versuch mit einer Versuchsanordnung bekannter und niedriger Reibung durchgeführt, wobei die Lageroberseite gegenüber der Lagerunterseite verdreht werden kann und das Lager bei der Bemessungslast mit einer bestimmten oder mit verschiedenen Exzentrizitäten belastet werden kann.

4.3.5.3 Bestimmung des Rückstellmomentes

Ziel dieser Prüfung ist die experimentelle Bestimmung des Rückstellmomentes eines Lagers.

Die Prüfung ist nach dem in Anhang K festgelegten Verfahren durchzuführen.

— Anforderungen: Das experimentell ermittelte Rückstellmoment (M_0) darf den zwischen Hersteller und Verwender vereinbarten Wert nicht überschreiten.

— Prüfbedingungen: Bei Labortemperatur $[(23 \pm 5) ^\circ\text{C}]$ wird unter einer mittleren Pressung von 7 MPa ein Drehmoment in 10 Zyklen mit einer Frequenz von $\leq 0,03$ Hz eingeleitet, um die geforderte Verdrehung zu erzielen.

4.3.6 Ozonbeständigkeit

Die Ozonbeständigkeit von Elastomerlagern ist nach dem in Anhang L festgelegten Prüfverfahren zu bestimmen.

Ziel der Prüfung ist, die Ozonbeständigkeit eines ganzen Lagers unter gleichzeitiger Druck- und Schubbeanspruchung zu bestimmen.

- Anforderungen: Keine Risse im Elastomer.
Keine Risse oder Schubverbundfehler auf der Oberfläche der Lager.
- Prüfbedingungen: Mittlere Pressung: 1,3 $G S$;
Schubverformung: $v_x = 0,7 T_q$;
Prüftemperatur: $(40 \pm 2) ^\circ C$;
Ozonkonzentration: NR: 25 pphm<.
CR: 50 pphm;
Prüfdauer: 72 h.

4.3.7 PTFE/Elastomer-Haftverbund

Der PTFE/Elastomer-Haftverbund von Elastomerlagern ist nach dem in Anhang M festgelegten Prüfverfahren zu bestimmen.

Ziel dieser Prüfung ist, den korrekten Verbund der PTFE-Folie auf der Gleitfläche mit dem Elastomer nachzuweisen.

- Anforderungen: Der Verlauf der Kraft-Verformungskurve darf bis zu einer maximalen Schubbeanspruchung von 2 kein Maximum oder Minimum aufweisen. Unter Maximalbeanspruchung muss die PTFE/Elastomer Kontaktschicht frei von Verbundfehlern sein.
- Prüfbedingungen: Die Prüfungen sind bei der Temperatur von $(23 \pm 5) ^\circ C$ durchzuführen.
Mittlere Pressung: 6 MPa.

4.4 Materialeigenschaften

4.4.1 Allgemeines

Das bei der Herstellung von Elastomerlagern verwendete Rohpolymer muss entweder Naturkautschuk (NR) oder Chloroprenkautschuk (CR) sein und ist in der Projektdokumentation festzulegen. Verschnitte mit mehr als 5 % Fremdpolymer, das als Fertigungshilfsmittel zugegeben wird, sind unzulässig. Regenerat oder vorvulkanisiertes Elastomer darf nicht verwendet werden.

ANMERKUNG Naturkautschuk-Lager können mit einer CR-Deckschicht ummantelt sein, die in demselben Herstellungsgang anvulkanisiert wird.

4.4.2 Physikalische und mechanische Eigenschaften des Elastomers

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Elastomers müssen je nach verwendetem Rohpolymer den in Tabelle 1 angegebenen Anforderungen entsprechen. Bei Naturkautschuk-Lagern mit einer CR-Deckschicht braucht der Naturkautschuk nicht auf Ozonbeständigkeit geprüft zu werden.

Die CR-Mischung für die Deckschichten muss den Anforderungen an Chloroprenkautschuk entsprechen, das Innenmaterial muss den Materialanforderungen für Naturkautschuk, ausgenommen der Ozonbeständigkeit, entsprechen.

Die Häufigkeit der Prüfungen ist in Abschnitt 8 angegeben.

Die Sollwerte sind für eigens hergestellte Laborprüfkörper 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 mechanische Eigenschaften des Elastomers

Kennwerte	Sollwerte			Prüfverfahren
G-Schubmodul (MPa)	0,7	0,9 ^a	1,15	
Reißfestigkeit (MPa)				ISO 37 Prüfkörper Typ 2
Laborplatte	≥ 16	≥ 16	≥ 16	
Probe aus Lager	≥ 14	≥ 14	≥ 14	
Minimale Reißdehnung (%)				
Laborplatte	450	425	300	ISO 34-1 Streifenprobe (Verfahren A)
Probe aus Lager	400	375	250	
Minimaler Weitereißwiderstand (kN/m)				
CR	≥ 7	≥ 10	≥ 12	
NR	≥ 5	≥ 8	≥ 10	ISO 815 Ø 29 × 12,5 mm Abstand 9,38 - 25 %
Druckverformungsrest (%)				
24 h; 70 °C		CR ≤ 15 NR ≤ 30		
Verhalten nach der Alterung (Maximale Änderung gegenüber dem Wert für ungealterte Proben)				ISO 48 ISO 188
— <u>Härte</u> (IRHD)				
NR 7d, 70 °C		– 5/+ 10		
CR 3d, 100 °C		± 5		
— <u>Reißfestigkeit</u> (%)				
NR 7d, 70 °C		± 15		
CR 3d, 100 °C		± 15		
— <u>Reißdehnung</u> (%)				
NR 7d, 70 °C		± 25		ISO 1431-1
CR 3d, 100 °C		± 25		
Ozonbeständigkeit		Keine Risse		
<u>Dehnung</u> 30 % – 96 h (40 ± 2) °C NR 25 ppm CR 100 ppm				

^a Siehe 4.3.1.1.

4.4.3 Bewehrungsbleche

4.4.3.1 Innenliegende Bewehrungsbleche

Für die innenliegenden Bewehrungsbleche ist Stahl der Stahlsorte S 235 nach EN 10025 oder ein Stahl mit mindestens der gleichen Bruchdehnung zu verwenden. Die Mindestdicke beträgt 2 mm.

Die Festlegungen von 5.3.3.5 sind einzuhalten.

4.4.3.2 Außenplatten für Lager Typ C (siehe Tabelle 2)

Für die außenliegenden Bewehrungsplatten ist Stahl der Stahlsorte S 235 nach EN 10025 oder ein Stahl mit mindestens der gleichen Bruchdehnung zu verwenden.

Bei Elastomerlagern Typ C mit Innenschichten mit einer Dicke bis 8 mm beträgt die Mindestdicke der Außenplatten 15 mm.

Bei Elastomer-Innenschichten mit einer Dicke über 8 mm beträgt die Mindestdicke der Außenplatten 18 mm.

4.4.4 Gleitflächen

Dieser Abschnitt behandelt Gleitmaterial, das auf das Elastomer aufvulkanisiert oder in die Trägerplatte eingelassen ist, entsprechend Tabelle 2, Lager Typ D und E.

Die Gleitflächen von Lagern vom Typ D sind ausschließlich zur Aufnahme bleibender Verformungen (Kriechen, Schrumpfen usw.) zu verwenden.

Soweit nicht nachstehend in den Anforderungen für Lager vom Typ D und E festgelegt, gilt EN 1337-2.

4.4.4.1 Verbund der Gleitplatten aus austenitischem Stahl bei Lager Typ D und Typ E (siehe Tabelle 2)

Bei Verformungsgleitlagern kann ein Blech aus austenitischem Stahl mit einer Elastomerschicht an die Trägerplatte anvulkanisiert werden.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Mindestdicke der Gleitplatte: Siehe EN 1337-2:2004, 6.9.
- Dicke der Elastomerschicht zwischen Trägerplatte und dem Blech aus austenitischem Stahl, sofern vorhanden: $(2,5 \pm 0,5)$ mm.
- Mindestdicke des Blechs aus austenitischem Stahl: 2 mm.

4.4.4.2 Obere Gleitfläche bei Lager Typ D (siehe Bild 1 und Tabelle 2)

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Mindestdicke der PTFE-Schicht: $t_p > 1,5$ mm
- Höchstdicke der PTFE-Schicht: $t_p < 2,5$ mm
- Elastomerdicke unter der PTFE-Schicht: max. 3 mm
min. 0,5 mm (an jeder Stelle).
- Tiefe der Schmieraschen, wenn vorhanden: max. 2,5 mm
min. 1 mm.

4.4.4.3 Schmieraschen bei Lager Typ D (siehe Bild 1 und Tabelle 2)

Eingeprägte Schmieraschen im PTFE zur Aufnahme des Schmierstoffes müssen den nachfolgenden Anforderungen entsprechen.

Werden die Schmieraschen durch Warmpressen hergestellt, darf die Vulkanisierungstemperatur 200 °C nicht übersteigen.

Die Grundfläche der Schmieraschen muss 20 % bis 30 % der gesamten PTFE-Lagerfläche einschließlich der Schmieraschengrundfläche betragen.

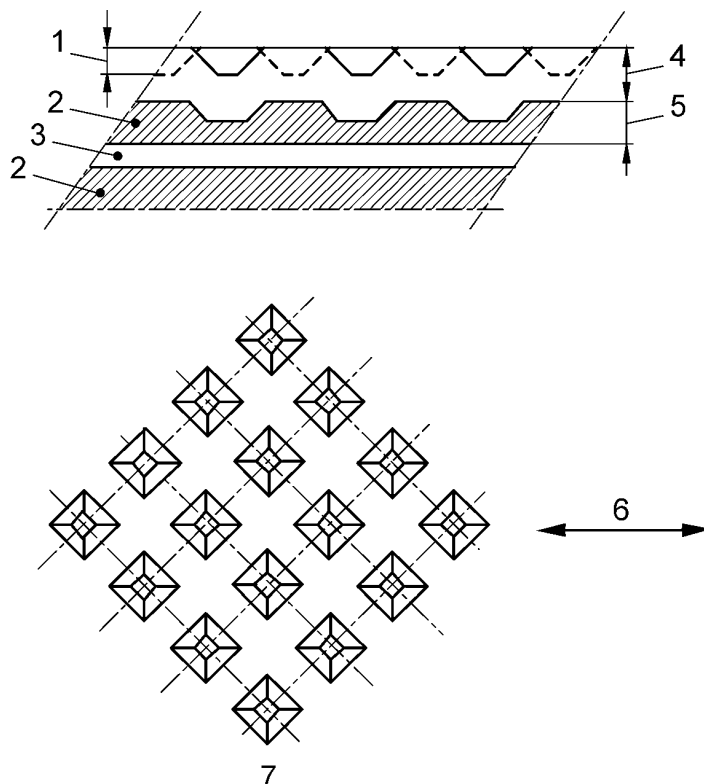
Das Volumen der Schmieraschen muss mindestens 10 %, jedoch nicht mehr als 20 % des PTFE-Volumens einschließlich des Volumens der Schmieraschen betragen.

PTFE-Schichten ohne Schmieraschen dürfen nur als Gleitmaterial für Lager Typ D verwendet werden, wenn dies vom Tragwerksplaner gefordert wird.

4.4.4.4 Reibungskoeffizient

Für Verformungsgleitlager ist der Reibungskoeffizient auf die gleiche Weise zu bestimmen und es sind die gleichen Anforderungen zu erfüllen wie sie für andere Gleitteile definiert sind (siehe EN 1337-2:2004, 6.9).

Beispiel für den Querschnitt der Außenschichten von Elastomerlagern Typ D (Ausschnitt)



Legende

- 1 1 mm < Tiefe der Schmierasche < 2,5 mm
- 2 Elastomerschichten
- 3 Bewehrungsblech
- 4 1,5 mm < t_p < 2,5 mm
- 5 0,5 mm < Dicke des Elastomers < 3 mm
- 6 Hauptgleitrichtung
- 7 Draufsicht

Bild 1 — Schmieraschen für Lagertyp D

5 Bemessungsgrundsätze

5.1 Allgemeines

Elastomerlager sind so zu bemessen, dass sie im Grenzzustand der Tragfähigkeit den einschlägigen Festlegungen dieses Abschnittes entsprechen.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit müssen Festigkeit und Stabilität der Lager den Bemessungslasten und Bewegungen des Bauwerks standhalten.

Um die Leistung und Dauerhaftigkeit von Lagern nach dieser Norm sicherzustellen, ist es notwendig, die in Abschnitt 6 festgelegten Toleranzen zu beachten.

5.2 Bemessungseinwirkungen

Elastomerlager sind so zu bemessen, dass die Bemessungswerte der Einwirkungen S_d (siehe Vordruck in Tabelle E.1) den Bemessungswert des Widerstandes R_d nicht übersteigen. Die Auswirkungen aus den Haupt- und Nebeneinwirkungen sowie die Mindestbewegungen entsprechend EN 1337-1:2000, 5.5 sind zu berücksichtigen.

Wenn die Einbauungenauigkeiten die Toleranzgrenzen nach 7.1 überschreiten, sind die Auswirkungen auf das Bauwerk zu ermitteln.

5.3 Bewehrte Elastomerlager

5.3.1 Lagertypen

Bewehrte Elastomerlager müssen einem der Typen nach Tabelle 2 oder einer Kombination davon entsprechen.

5.3.2 Abmessungen und Aufbau bewehrter Lager

Lager sind rechteckig oder rund; für besondere Anwendungsfälle sind elliptische oder achteckige (angenähert an elliptische) Formen zulässig. Spezielle Bemessungsregeln für elliptische Lager sind in Anhang A (normativ) aufgeführt. Achteckige Lager können für die Berechnung, außerdem Formfaktor und der Pressung, als elliptische betrachtet werden, wobei die größere Achse der Länge und die kleinere Achse der Breite entspricht.

Die einzelnen Lager sind mit Kautschukinnenschichten der gleichen Dicke (Dicke zwischen 5 mm und 25 mm) herzustellen.

Die empfohlenen Regellagergrößen für Lager Typ B sind in Tabelle 3 angegeben.

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

Die in den Bemessungsregeln verwendeten Symbole sind in Bild 2 angegeben.

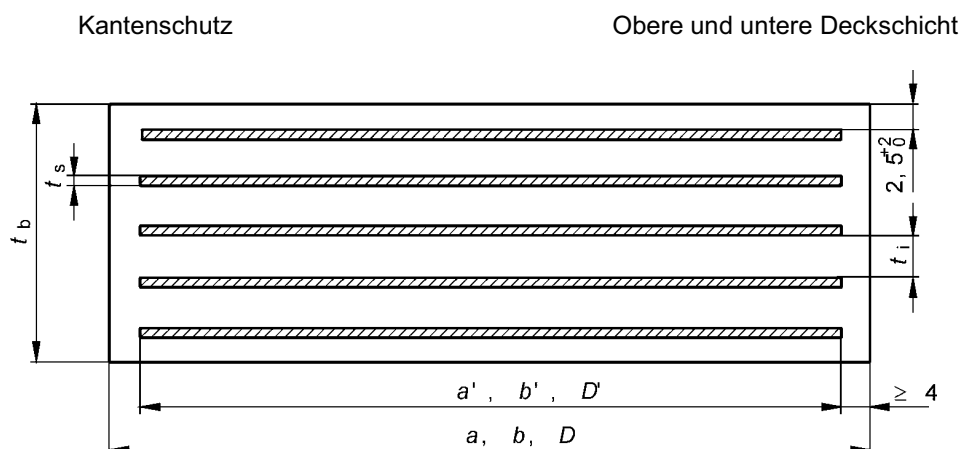


Bild 2 — Typischer Querschnitt eines Elastomerlagers Typ B

Tabelle 2 — Verschiedene Lagerquerschnitts-Typen

— Typ A: Bewehrtes Lager, vollständig mit Elastomer bedeckt, mit nur einem Bewehrungsblech aus Stahl	
— Typ B: Bewehrtes Lager, vollständig mit Elastomer bedeckt, mit mindestens zwei Bewehrungsblechen aus Stahl	
— Typ C: Bewehrtes Lager mit Außenplatten (profilierte Oberfläche oder zulässige Befestigungsmittel) ANMERKUNG Gezeigt sind Beispiele verschiedener Befestigungsmethoden; andere Lösungen können vereinbart werden.	
— Typ D: Typ B mit PTFE/Elastomerverbund	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

— Typ E: Typ C mit einer vulkanisierten Außenplatte und einer in den Stahl eingelassenen PTFE-Scheibe	
— Typ F: Unbewehrtes Elastomerlager und Streifenlager	

ANMERKUNG Alle Typen können untereinander kombiniert werden.

Tabelle 3 — Regellagergrößen für Lager Typ B

Abmessungen $a \times b$ (mm) oder D	Dicke in mm						Anzahl der Schichten	
	Unbelastetes Lager		Elastomer (Gesamt ^a)		Elastomer-schichten	Bewehrungs-bleche	min	max
	min	max	min	max				
100 × 150	30	41	16	24	8	3	2	3
100 × 200	30	41	16	24	8	3	2	3
150 × 200	30	52	16	32	8	3	2	4
Ø 200	30	52	16	32	8	3	2	4
150 × 250	30	52	16	32	8	3	2	4
150 × 300	30	52	16	32	8	3	2	4
Ø 250	30	52	16	32	8	3	2	4
200 × 250	41	74	24	48	8	3	3	6
200 × 300	41	74	24	48	8	3	3	6
200 × 350	41	74	24	48	8	3	3	6
Ø 300	41	74	24	48	8	3	3	6
200 × 400	41	74	24	48	8	3	3	6
250 × 300	41	85	24	56	8	3	3	7
Ø 350	41	85	24	56	8	3	3	7
250 × 400	41	85	24	56	8	3	3	7
300 × 400	57	105	36	72	12	4	3	6
Ø 400	57	105	36	72	12	4	3	6
300 × 500	57	105	36	72	12	4	3	6
Ø 450	57	105	36	72	12	4	3	6
300 × 600	57	105	36	72	12	4	3	6
350 × 450	57	121	36	84	12	4	3	7
Ø 500	57	121	36	84	12	4	3	7
400 × 500	73	137	48	96	12	4	4	8
Ø 550	73	137	48	96	12	4	4	8
400 × 600	73	137	48	96	12	4	4	8

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Abmessungen $a \times b$ (mm) oder D	Dicke in mm						Anzahl der Schichten	
	Unbelastetes Lager		Elastomer (Gesamt ^a)		Elastomer-schichten	Bewehrungs-bleche	min	max
	min	max	min	max				
450 × 600	73	153	48	108	12	4	4	9
Ø 600	73	153	48	108	12	4	4	9
500 × 600	73	169	48	120	12	4	4	10
Ø 650	73	169	48	120	12	4	4	10
600 × 600	94	199	64	144	16	5	4	9
Ø 700	94	199	64	144	16	5	4	9
600 × 700	94	199	64	144	16	5	4	9
Ø 750	94	199	64	144	16	5	4	9
Ø 850	94	220	64	160	16	5	4	10
800 × 800	110	260	80	220	20	5	4	10
Ø 900	110	260	80	200	20	5	4	10
900 × 900	100	285	80	220	20	5	4	11
^a Gesamtdicke ohne obere und untere Schicht (Dicke 2,5 mm)								

5.3.3 Bemessungsgrundlagen

Grundlage der Bemessung ist die Annahme, dass das Elastomer ein elastischer Werkstoff ist, dessen Verformung unter Last durch die Lagerform beeinflusst wird. Bewehrungsbleche im Lager sind mit dem Elastomer chemisch verbunden, um relative Bewegungen in der Kontaktfläche Stahl/Elastomer zu unterbinden.

Die obere und untere Deckschicht ist bei der Bemessung dann nicht zu berücksichtigen, wenn deren Dicke 2,5 mm oder weniger beträgt.

Alle bemessenen Lager einschließlich der Regellager nach Tabelle 3 müssen die nachfolgenden Anforderungen erfüllen.

a) Maximale Verformung

An jeder Stelle im Lager ergibt sich die Summe der Teilverformungen ($\varepsilon_{t,d}$) entsprechend den Bemessungslasten (E_d) nach der Gleichung:

$$\varepsilon_{t,d} = K_L (\varepsilon_{c,d} + \varepsilon_{q,d} + \varepsilon_{\alpha,d}) \quad (1)$$

Dabei ist

$\varepsilon_{c,d}$ die Verformung aus der Auflast entsprechend 5.3.3.2;

$\varepsilon_{q,d}$ die Schubverformung aus der Horizontalverschiebung entsprechend 5.3.3.3;

$\varepsilon_{\alpha,d}$ die Verformung aus der Winkelverdrehung entsprechend 5.3.3.4;

K_L ein Faktor für die Belastungsart. Für die Bestimmung von K_L siehe Anhang C (normativ).

$\varepsilon_{t,d}$ darf den Höchstwert für $\varepsilon_{u,d}$ nach folgender Gleichung nicht übersteigen:

$$\varepsilon_{u,d} = \frac{\varepsilon_{u,k}}{\gamma_m} \quad (2)$$

Dabei ist

$\varepsilon_{u,k}$ der maximal zulässige Wert von 7 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (siehe Anmerkung 1);

γ_m ein Teilsicherheitsbeiwert, dessen Wert im nationalen Anhang festgelegt ist. Der Richtwert für γ_m ist 1,00.

b) Maximale Zugspannung in den Bewehrungsblechen

Die Stahlplatten müssen im Grenzzustand der Tragfähigkeit bemessen werden, wie in 5.3.3.5. definiert.

c) Kriterien für die Stabilität (siehe 5.3.3.6)

Die Kriterien für die Stabilität sind unter folgenden Gesichtspunkten zu bewerten:

- Stabilität in Bezug auf Verdrehung;
- Stabilität in Bezug auf Knicken;
- Stabilität in Bezug auf Gleiten.

d) Auf das Bauwerk einwirkende Kräfte, Momente und Verformungen (siehe 5.3.3.7)

Die auf das Bauwerk einwirkenden Kräfte, Momente und Verformungen sind unter folgenden Gesichtspunkten zu bewerten:

- Pressung in den Kontaktflächen zwischen Lager und Bauwerk;
- auf das Bauwerk durch den horizontalen Verformungswiderstand des Lagers einwirkende Kraft;
- Rückstellmoment aufgrund der Lagerverdrehung;
- vertikale Verformung aufgrund der Auflast.

ANMERKUNG Der Schubmodul kann zur Aufnahme dynamischer Beanspruchungen (Bahnbaugeräte, Erdbeben) in Abhängigkeit von den Anregungsfrequenzen (in der Regel Frequenzen > 6 Hz) und den Verformungsamplituden modifiziert werden. Der Faktor ist von der Mischung abhängig und kann experimentell bestimmt werden.

5.3.3.1 Formfaktor

Mit dem Formfaktor S wird die Form des Elastomerlagers in den Festigkeits- und Verformungsberechnungen berücksichtigt. Er ist das Verhältnis der belasteten Oberfläche eines Elastomerlagers zum frei verformbaren Oberflächenbereich einschließlich eventueller Aussparungen.

Bei bewehrten Lagern wird der Formfaktor S für jede einzelne Elastomerschicht durch folgende Gleichung angegeben:

$$S = \frac{A_1}{l_p \cdot t_e} \quad (3)$$

Für unbewehrte Elastomerlager wird der Formfaktor S durch folgende Gleichung angegeben:

$$S = \frac{A}{l_p \cdot t_e} \quad (4)$$

Für Streifenlager wird der Formfaktor S durch folgende Gleichung angegeben:

$$S = \frac{a}{2t_e} \quad (5)$$

Dabei ist

- A_1 die wirksame Grundfläche des Lagers, d. h. die gemeinsame Fläche von Elastomer und Bewehrungsblech abzüglich von Öffnungsflächen, wenn diese nicht nachträglich wirksam verschlossen werden;
- A die Gesamtgrundfläche eines Elastomerlagers;
- a die Breite eines Streifenlagers;
- l_p der lastfreie Umfang des Lagers, einschließlich irgendwelcher Aussparungen, wenn diese nicht später wirksam geschlossen werden;
- t_e die wirksame Dicke einer einzelnen Elastomerschicht unter Auflast. Bei bewehrten Lagern wird bei Innenschichten die tatsächliche Dicke t_i und bei Deckschichten mit einer Stärke von ≥ 3 mm der 1,4fache Wert dieser Schicht angenommen; bei unbewehrten Lagern und bei Streifenlagern wird die wirksame Dicke mit $1,80 t_i$ angenommen. (Dabei ist t_i die Dicke einer einzelnen unbelasteten Elastomerschicht.)

ANMERKUNG Bei rechteckigen Lagern ohne Öffnungen ist

$$A_1 = a' \cdot b' \text{ und} \quad (6)$$

$$l_p = 2 \cdot (a' + b') \quad (7)$$

Dabei ist

- a' die effektive Breite des Lagers (= Breite der Bewehrungsbleche)
- b' die effektive Länge des Lagers (= Länge der Bewehrungsbleche)

5.3.3.2 Verformung unter Druck

Für die Berechnungen muss G einem der in Tabelle 1 angegebenen Werte entsprechen.

$\varepsilon_{c,d}$ ist die Bemessungsverformung durch Auflast; sie wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\varepsilon_{c,d} = \frac{1,5 \cdot F_{Z,d}}{G \cdot A_r \cdot S} \quad (8)$$

A_r ist die infolge von Einwirkungen reduzierte Grundfläche, die nach folgender Gleichung ermittelt wird:

$$A_r = A_1 \cdot \left(1 - \frac{v_{x,d}}{a'} - \frac{v_{y,d}}{b'} \right) \quad (9)$$

Dabei ist

- $v_{x,d}$ die maximale horizontale Lagerverformung in Richtung der Lagerseite a , hervorgerufen durch alle Bemessungslasten;
- $v_{y,d}$ die maximale horizontale Lagerverformung in Richtung der Lagerseite b , hervorgerufen durch alle Bemessungslasten.

5.3.3.3 Verformung durch Schub

Die Schubverformung $\varepsilon_{q,d}$ des Elastomers durch Horizontallasten darf 1,00 nicht übersteigen. Sie wird durch folgende Gleichung angegeben:

$$\varepsilon_{q,d} = \frac{v_{xy,d}}{T_q} \quad (10)$$

Dabei ist

- $v_{xy,d}$ die maximale horizontale Lagerverformung, ermittelt durch vektorielle Addition von $v_{x,d}$ und $v_{y,d}$; ($v_{x,d}$ und $v_{y,d}$ sind in 5.3.3.2 definiert);
- T_q die Gesamtdicke des Elastomers bei Schubbeanspruchung einschließlich der oben und unten liegenden Deckschichten, es sei denn, die Relativverschiebung zwischen den Aussenplatten des Lagers und dem Bauwerk ist durch Dübelscheiben o. ä. unterbunden.

ANMERKUNG Der maximal zulässige Wert für $\varepsilon_{q,d}$, der für den Grenzzustand der Tragfähigkeit als 1,00 festgelegt wird, wurde aus $\varepsilon_{q,k}$ durch Multiplikation mit $\gamma_f = 1,40$ abgeleitet.

5.3.3.4 Verformung aus Verdrehung

Die Nennbeanspruchung durch Winkelverdrehung wird durch folgende Gleichung angegeben:

$$\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(a'^2 \cdot \alpha_{a,d} + b'^2 \cdot \alpha_{b,d}) \cdot t_i}{2 \cdot \sum (t_i^3)} \quad (11)$$

Dabei ist

- $\alpha_{a,d}$ der Verdrehwinkel über die Breite a des Lagers;
- $\alpha_{b,d}$ (gegebenenfalls) der Verdrehwinkel über die Länge b des Lagers;
- t_i die Dicke einer einzelnen Elastomerschicht.

5.3.3.5 Dicke der Bewehrungsbleche

Damit die Bewehrungsbleche in einem bewehrten Lager die Zugbeanspruchungen unter Belastung aufnehmen, muss ihre Dicke mindestens wie folgt sein:

$$t_s = \frac{K_p \cdot F_{z,d} \cdot (t_1 + t_2) \cdot K_h \gamma_m}{A_r \cdot f_y} \quad \text{mit } t_s \geq 2 \text{ mm} \quad (12)$$

Dabei ist

- $F_{z,d}$ und A_r wie in 3.2 angegeben;
- t_1 und t_2 die Elastomerdicke auf beiden Seiten des Bewehrungsbleches;
- f_y die Streckgrenze des Stahls;

K_h der Faktor für die verursachten Zugspannungen im Bewehrungsblech mit den nachfolgenden Werten:

ohne Löcher: $K_h = 1$;

mit Löchern: $K_h = 2$;

γ_m der Teilsicherheitsbeiwert, der nach dem nationalen Anhang anzusetzen ist:

Der Richtwert für γ_m ist 1,00.

K_p ein Korrekturfaktor mit nachfolgendem Wert:

$K_p = 1,3$.

5.3.3.6 Grenzbedingungen

— Verdrehungsgrenzbedingung

Bei bewehrten Lagern ist die Verdrehungsbegrenzung dann erfüllt, wenn die gesamte vertikale Verformung $\sum v_{z,d}$ (siehe 5.3.3.7) der entsprechenden folgenden Gleichung entspricht:

Für rechteckige Lager:

$$\sum v_{z,d} - \frac{(a' \cdot \alpha_{a,d} + b' \cdot \alpha_{b,d})}{K_{r,d}} \geq 0 \quad (13)$$

Für runde Lager:

$$\sum v_{z,d} - \frac{D' \cdot \alpha_d}{K_{r,d}} \geq 0 \quad (14)$$

Dabei ist

D' der wirksame Lagerdurchmesser;

$K_{r,d}$ der Verdrehfaktor, definiert in Anhang B (normativ);

$\sum v_{z,d}$ die vertikale Gesamtverformung unter den Lastbedingungen, die α_a und α_b zur Folge haben.

— Stabilität

Bei bewehrten Lagern muss die Pressung $\frac{F_{z,d}}{A_r}$ folgender Gleichung entsprechen:

Für rechteckige Lager:

$$\frac{F_{z,d}}{A_r} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S_1}{3 \cdot T_e} \quad (15)$$

Bei runden Lagern ist a' durch den Durchmesser zu ersetzen.

— Stabilität in Bezug auf das Gleiten

Nicht verankerte Lager müssen folgende Gleichungen erfüllen:

$$F_{xyd} \leq \mu_e \cdot F_{z,d} \min$$