

Lager im Bauwesen

Bewehrte Elastomerlager

Bauliche Durchbildung und Bemessung

DIN
4141
Teil 14

Structural bearings; laminated elastomeric bearings

Appareils d'appui pour ouvrages d'art; appuis en élastomère fretté

Diese Norm wurde im NABau-Fachbereich II „Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)“ ausgearbeitet.

Zu den Normen der Reihe DIN 4141 gehören:

- DIN 4141 Teil 1 Lager im Bauwesen; Allgemeine Regelungen
 DIN 4141 Teil 2 Lager im Bauwesen; Lagerung für Ingenieurbauwerke im Zuge von Verkehrswegen (Brücken)
 DIN 4141 Teil 3 Lager im Bauwesen; Lagerung für Hochbauten
 DIN 4141 Teil 4*) Lager im Bauwesen; Transport, Zwischenlagerung und Einbau
 DIN 4141 Teil 14 Lager im Bauwesen; Bewehrte Elastomerlager, Bauliche Durchbildung und Bemessung
 Folgeteile in Vorbereitung

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	6 Regellager	4
2 Begriffe und Formelzeichen	1	7 Transport und Einbau	4
3 Bauliche Durchbildung	1	8 Überwachung (Güteüberwachung), Kennzeichnung, Lieferschein	5
4 Baustoffe	2	Zitierte Normen und andere Unterlagen	10
5 Zulässige Beanspruchungen/ Statischer Nachweis	2	Erläuterungen	10

1 Anwendungsbereich

Diese Norm regelt die Verwendung von bewehrten Elastomerlagern für den Brücken- und Hochbau in einem Temperaturbereich zwischen -25°C und $+50^{\circ}\text{C}$, kurzzeitig bis $+70^{\circ}\text{C}$.

Diese Norm gilt nur im Zusammenhang mit DIN 4141 Teil 1, Teil 2 und Teil 3.

2 Begriffe und Formelzeichen

Elastomerlager sind verformbare Bauteile (Verformungslager). Jede von außen einwirkende Last, die, neben der zentralen Stauchung, eine Relativbewegung (Verschiebung, Verdrehung) der durch das Lager miteinander verbundenen Bauteile bewirkt, erzeugt eine Lagerverformung.

- A* Grundfläche des Lagers
a, b Seitenabmessungen bei Lagern mit rechteckigem Grundriß; *a* ist die kleinere Seite oder (bei der Berechnung des Rückstellmomentes *M*) die Seite senkrecht zur Drehwinkelachse
D Lagerdurchmesser bei Lagern mit kreisrundem Grundriß
d Dicke (= Bauhöhe) des unbelasteten Lagers
F Auflast
G Schubverformungsmodul (Rechengröße für die Ermittlung der Rückstellkräfte)
n Anzahl der Elastomerschichten zwischen den Bewehrungsblechen
r Seitliche Elastomer-Überdeckung
s Dicke der einzelnen inneren Bewehrungsbleche

- T* Elastomerdicke = Summe aller Einzelschichtdicken des Elastomers
t Elastomerschichtdicke zwischen zwei Bewehrungsblechen
x Dicke der einzelnen äußeren Bewehrungsbleche (Deckbleche) (bei verankerten Lagern)
 α Drehwinkel je Elastomerschicht
 γ Schubverformungswinkel des Lagers
 σ_m Mittlere Lagerpressung
 $\min \sigma$ Mittlere Lagerpressung bei der rechnerisch kleinsten Auflast

3 Bauliche Durchbildung

Bewehrte Elastomerlager sind im Grundriß viereckig (rechteckig, quadratisch) oder kreisrund und haben **ebene**, in gleichem Abstand voneinander und symmetrisch zur Ebene in mittlerer Höhe (Lagerebene) angeordnete Bewehrungseinlagen aus Stahlblech, die durch Warmvulkanisation mit den Elastomerschichten verbunden werden.

Bei unverankerten Lagern sind die Bewehrungseinlagen nur innen, bei verankerten Lagern zusätzlich auch außen (Deckbleche) angeordnet.

Elastomerlager mit Grundflächen von $\geq 350 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$ bzw. 400 mm Durchmesser müssen mindestens 3 Elastomerschichten haben.

Die Ränder der Bewehrungseinlagen müssen sorgfältig bearbeitet sein, um Kerbwirkungen zu vermeiden.

*) Z. Z. Entwurf

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Kautschuktechnik (FAKAU) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Bewehrte Elastomerlager dürfen senkrecht zur Lagerebene durch die Elastomerschichten und Bewehrungsbleche durchbohrt werden (vergleiche Abschnitt 5.1).

Die Lager dürfen unverankert oder verankert (d. h. konstruktiv gegen Bewegungen in der Berührungsfuge zwischen Lager und anschließendem Bauteil gesichert) eingebaut werden.

Unverankerte Lager sind auswechselbar. Auch bei verankerten Lagern kann – entsprechend DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 7.5 – die Auswechselbarkeit des Lagers oder einzelner Lagerteile baulich ausgebildet werden.

Der Aufbau unverankerter Lager ist aus Bild 1 ersichtlich.

Beispiele für verankerte Lager sind in Bild 2 dargestellt.

Elastomerlager sind entsprechend DIN 4141 Teil 1 zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 8).

Freiliegende Stahlteile sind entsprechend den einschlägigen Bestimmungen ausreichend gegen Korrosion zu schützen.

4 Baustoffe

4.1 Elastomer

Es ist ein Elastomer auf Basis Chloropren-Kautschuk zu verwenden; das Elastomer muß eine gute Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkungen der Witterung und des Ozons besitzen und alterungsbeständig sein.¹⁾

4.2 Stahl

Für die Bewehrungseinlagen (Stahlbleche) ist Stahl St 50-2, St 52-3 oder St 60-2 nach DIN 17 100 zu verwenden.

5 Zulässige Beanspruchungen/ Statischer Nachweis

5.1 Anrechenbare Grundfläche

Bohrungen durch die Lager rechtwinklig zur Lagerebene brauchen bei der Bemessung nicht berücksichtigt zu werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Gesamtquerschnitt der Löcher $\leq 5\%$ der Lagerfläche
- Lochdurchmesser ≤ 80 mm
- Lochachse innerhalb des Kernquerschnittes der Lagerfläche
- Schutz der Bohrungswandung vor Witterungseinflüssen.

¹⁾ Eine Norm, in der die Zusammensetzung des Elastomers und die Überwachung der Fertigung festgelegt wird, ist in Vorbereitung. Bis zum Erscheinen dieser Norm gelten die Richtlinien für die Güteüberwachung von bewehrten Elastomerlagern im Rahmen der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung, veröffentlicht z. B. in „Lager im Bauwesen“, Eggert/Grote/Kauschke, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.

5.2 Beanspruchung rechtwinklig zur Lagerebene

Bei einer Auflast F ist die mittlere Lagerpressung

$$\sigma_m = \frac{F}{A} \quad (1)$$

$$A = a \cdot b \text{ bzw.} \quad (2)$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3)$$

Die mittlere Lagerpressung σ_m darf in der Regel die Werte der Tabelle 5 nicht überschreiten.

Eine Erhöhung dieser Pressung bis zu 50 % ist zulässig, wenn durch Zwischenschaltung einer Gleitschicht Beanspruchungen nach Abschnitt 5.3 weitgehend ausgeschaltet werden. Hierfür ist ein besonderer Nachweis, z. B. eine bauaufsichtliche Zulassung, erforderlich. Die in den an den Lagern liegenden Bauteilen auftretenden Spaltzugspannungen sind zu ermitteln. Dabei ist in der Fuge eine Druckspannungsverteilung nach einer quadratischen Parabel zu berücksichtigen.

5.3 Beanspruchung parallel zur Lagerebene

Bei einer Parallelverschiebung v zwischen Überbau und Unterbau ergibt sich die Schubverformung zu

$$\tan \gamma = \frac{v}{T} \quad (4)$$

und die zugehörige Kraft in der Lagerebene zu

$$F_{xy} = A \cdot G \cdot \tan \gamma \quad (5)$$

mit $G = 1 \text{ N/mm}^2$

Bei Lagern mit einer Elastomerdicke $T \leq a/5$ bzw. $D/5$ gilt

$$\text{zul } \tan \gamma = 0,7 \quad (6)$$

Für dickere Lager $T \leq \frac{a}{3}$ bzw. $\frac{D}{3}$ gilt

$$\text{zul } \tan \gamma = 0,7 - \left(\frac{T}{a} - 0,2 \right) \text{ bzw.} \quad (7)$$

$$= 0,7 - \left(\frac{T}{D} - 0,2 \right) \quad (8)$$

Schubverformungen in mehreren Richtungen sind vektoriell zu addieren.

Die Bauwerksverschiebungen v parallel zur Lagerebene sind nach den für das aufzulagernde Bauteil geltenden technischen Baubestimmungen zu ermitteln. Dabei brauchen die für Bewegungslager (Rollnlager, Gleitlager u. ä.) vorgeschriebenen Sicherheitszuschläge nicht in Ansatz gebracht zu werden.

Planmäßige Beanspruchungen parallel zur Lagerebene aus ständigen äußeren Lasten einschließlich des Erddrucks sind unzulässig. Beanspruchungen parallel zur Lagerebene aus Zwang und kurzzeitigen äußeren Lasten sind jedoch zulässig, sofern die dabei auftretenden Verschiebungen in konstruktiver Hinsicht zulässig sind.

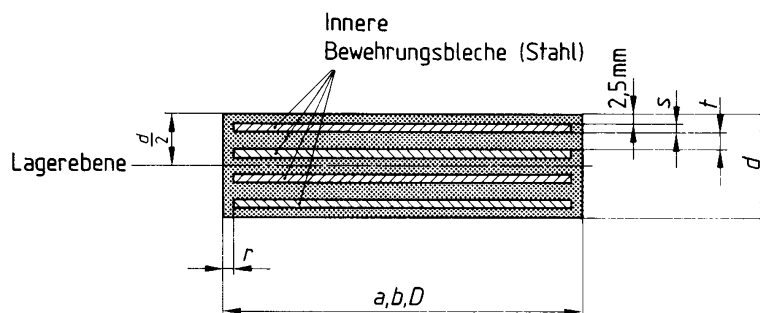
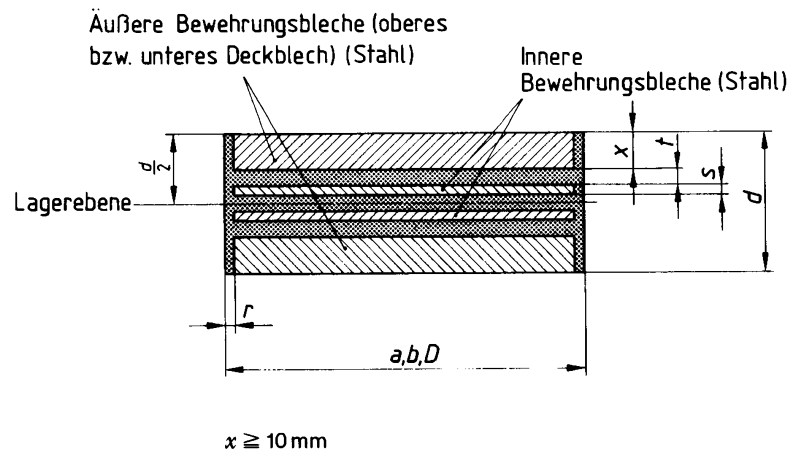
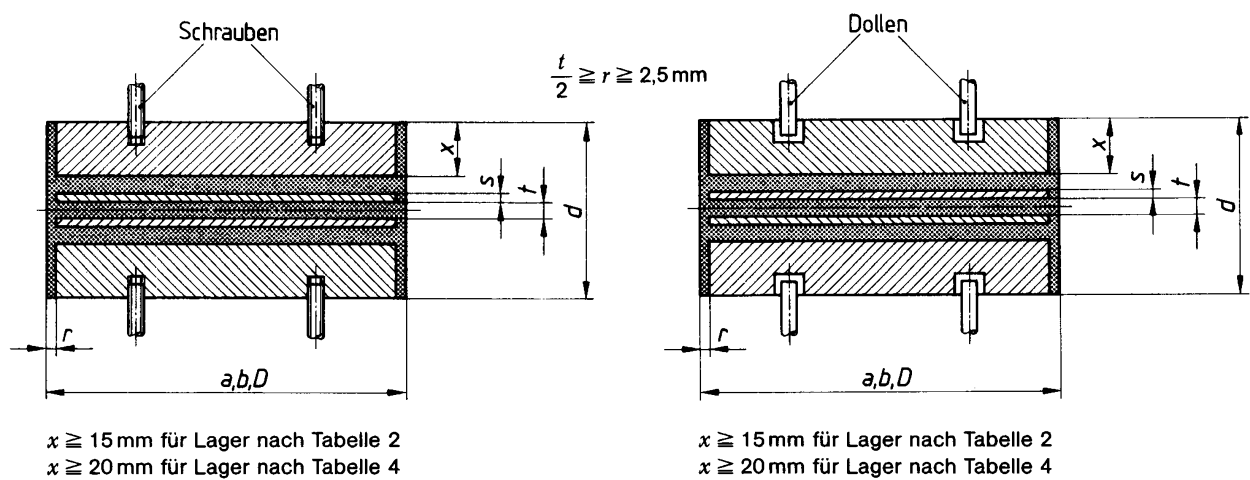


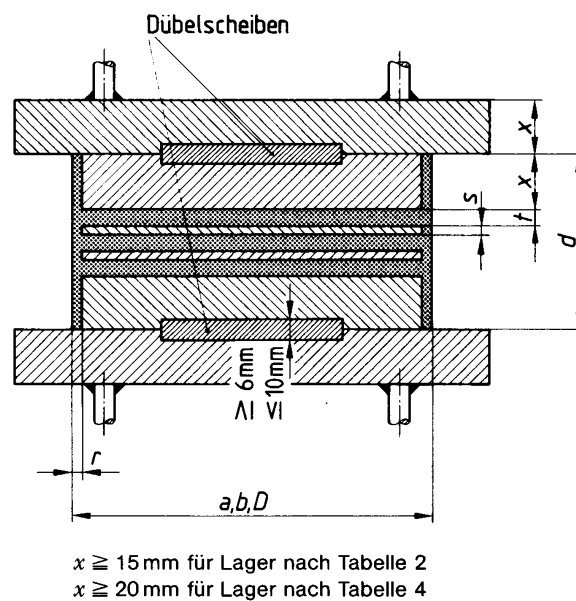
Bild 1. Bewehrte Elastomerlager ohne Verankerung



a) Vollflächig verankertes bewehrtes Elastomerlager



b) Bewehrtes Elastomerlager mit Verankerung durch Dollen oder Schrauben



c) Bewehrtes Elastomerlager mit Verankerung durch runde Dübelscheiben

Bild 2. Bewehrte Elastomerlager mit Verankerung

5.4 Verdrehung

Bei einer Verdrehungsdifferenz ϑ zwischen Überbau und Unterbau ist der Drehwinkel je Elastomerschicht

$$\alpha = \frac{\vartheta}{n} \quad (9)$$

Die Drehwinkel α dürfen die Werte nach Tabelle 5 nicht überschreiten. Wird von der Pressungserhöhung nach Abschnitt 5.2 Gebrauch gemacht, so ist

$$\vartheta = n \cdot \alpha \leq 0,005$$

einzuhalten.

Am fertigen Bauwerk durch Imperfektionen auftretende bleibende Parallelitätsabweichungen zwischen den an das Lager angrenzenden Bauwerksflächen dürfen zusammen mit dem planmäßigen Drehwinkel das 1,3fache des zulässigen Drehwinkels nach Tabelle 5 nicht überschreiten; außerdem darf dabei der Verkehrslastanteil das 0,5fache der in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Aus der Verdrehung der Lager beträgt das rechnerische Rückstellmoment

$$\text{– für rechteckige Lager} \quad M = \frac{a^5 \cdot b \cdot G}{50 \cdot t^3} \cdot \alpha \quad (10)$$

$$\text{– für kreisrunde Lager mit } G \text{ nach Abschnitt 5.3} \quad M = \frac{D^6 \cdot G}{100 \cdot t^3} \cdot \alpha \quad (11)$$

5.5 Gleitsicherheit

Zur Vermeidung des Gleitens von unverankerten Lagern müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) Bei Elastomerlagern mit Grundflächen von max 300 mm × 400 mm bzw. max 350 mm Durchmesser

$$\sigma_m \geq 3,0 \text{ N/mm}^2$$

- b) Bei Elastomerlagern mit größeren Grundflächen

$$\sigma_m \geq 5,0 \text{ N/mm}^2$$

Für Bauwerke mit hoher dynamischer Beanspruchung nach DS 804, z. B. für Eisenbahnbrücken, können höhere Anforderungen notwendig werden.

Bei kleineren mittleren Pressungen sind die Lager zu verankern, und es ist ein Nachweis nach DIN 4141 Teil 1/09.84, Abschnitt 6, zu führen.

5.6 Stauchung

Zusätzlich zu einer Setzung des Lagers von etwa 1 mm infolge Anpassung an die das Lager berührenden Flächen des Bauteils können unter der zulässigen Last Stauchungen von etwa 2 % der Elastomerdicke T auftreten.

Da die Verformungskennlinien nicht linear sind, ist der Stauchungsanteil von Verkehrslasten kleiner als ihr Anteil an der Gesamtlast.

Der Einfluß der Stauchung des Lagers auf das angrenzende Bauteil ist erforderlichenfalls nachzuweisen.

5.7 Lastverteilung auf mehrere Lager

(vergleiche DIN 4141 Teil 2/09.84, Abschnitt 3.6)

Werden unter einem Bauteil mehr als 2 Lager in einer Auflagerlinie angeordnet mit einem Verhältnis

$$\frac{\max(A/T)}{\min(A/T)} \leq 1,2$$

so darf die Lastverteilung ohne Berücksichtigung der Lagerstauchung ermittelt werden. Im anderen Fall sind besondere – in dieser Norm nicht geregelte – Nachweise erforderlich (siehe auch Abschnitt 7.4 und Abschnitt 7.5).

6 Regellager

Für Regellager sind die Angaben zur baulichen Durchbildung in den Tabellen 1 bis 5 zusammengestellt. Für diese Lager erstreckt sich der statische Nachweis auf die Pressung, Schubverformung und Verdrehung.

Zwischengrößen dürfen im Rahmen dieser Norm hergestellt werden, wenn t und s dem nächstkleineren flächengleichen Lager entsprechen.

7 Transport und Einbau

7.1 Die entsprechenden Bestimmungen in DIN 4141 Teil 4 (z. Z. Entwurf) sind zu beachten.

7.2 Um unplanmäßige Beanspruchungen der Lager auszuschließen, müssen die an den Lagern anliegenden Flächen der Bauteile parallel zueinander und eben sein.

Sind diese Flächen der Bauteile beim Einbau der Lager nicht mehr plastisch verformbar (kein Mörtelbett oder Ortbeton), so darf ihre größte Abweichung u von einer Ebene bezogen auf die Lagermaße höchstens sein

$$u \leq 0,003 \cdot a \text{ bzw. } 0,003 \cdot D$$

und $u \leq 1,0 \text{ mm}$

Die Parallelitätsabweichungen sind in Abschnitt 5.4 geregelt.

7.3 Die Auflagerflächen sind planmäßig so vorzusehen, daß unter dem Einfluß der ständigen Last einschließlich des Erd drucks im angenommenen unverformten Zustand des Bauwerks keine Schubverformung des Lagers stattfindet. (Vergleiche auch Abschnitt 5.3, letzter Absatz.)

7.4 Die Anordnung von zwei oder mehreren Lagern hintereinander in Längsrichtung (Richtung der Haupttragwirkung) des aufzulagernden Bauteils für ein und denselben rechnerischen Auflagerpunkt ist in Ausnahmefällen möglich, aber nur, wenn die Last-Stauchungskurven der Lager für den zu erwartenden Beanspruchungsbereich bekannt sind (z. B. aufgrund von Versuchen) und wenn mit deren Hilfe nachgewiesen wird, daß auch bei ungünstigster Lastkombination die zulässige Beanspruchung der einzelnen Lager nicht überschritten wird.

7.5 Bei im Grundriß statisch unbestimmter Lagerung eines Fertigteils ist in der Regel zwischen den überzähligen Lagern und dem darunter befindlichen Bauteil eine Mörtelschicht auszuführen. Während des Aushärtens dieser Mörtelschicht muß die Lagerung von Hilfskonstruktionen übernommen werden. Das Mörtelbett kann entfallen, wenn die planmäßige Lastübertragung durch alle Lager auf andere Weise sichergestellt wird.

7.6 Die Seitenflächen der Lager dürfen nicht in ihrer planmäßigen Verformung (Schrägstellung, Verdrehung) behindert sein.

7.7 Werden die Lager unterstopft, so ist auf gute Mörtelqualität besonders zu achten. Die Last der von den Lagern abzutragenden Konstruktion darf nicht nur über Keile – auch nicht zeitweilig – direkt das Lager belasten, es sei denn, es wird eine ausreichend dicke Stahlplatte (mindestens 20 mm) zwischengeschaltet. Keile müssen nach Erhärten des Unterstopfmateri als wieder entfernt werden.

7.8 Schweißarbeiten an den Deckblechen verankerter Lager sind unzulässig.

7.9 Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, daß die Lager nicht mit Fetten, Lösungsmitteln o. ä. benetzt werden, insbesondere nicht mit Schälöl.