

DIN EN 15129-6



ICS 91.120.25

Entwurf

Einsprüche bis 2021-12-29
Vorgesehen als
teilweiser Ersatz für
DIN EN 15129:2018-07

**Erdbebenvorrichtungen –
Teil 6: Gleitisolatoren;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15129-6:2021**

Anti-seismic devices –
Part 6: Sliding isolators;
German and English version prEN 15129-6:2021

Dispositifs anti-sismiques –
Partie 6: Isolateurs coulissants;
Version allemande et anglaise prEN 15129-6:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-10-29 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 oder Am DIN-Platz, 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 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15129-6:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 340 „Erdbebensicherung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) 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.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15129:2018-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung des Anwendungsbereichs mit Definition der Materialeigenschaften;
- b) die Tests O, P2 und S wurden entfernt;
- c) der Test P1 heißt jetzt Test C;
- d) die Gleitprüfungen D1 und D2 werden jetzt bei $0,33 \cdot d_0$ und $0,67 \cdot d_0$ durchgeführt;
- e) bei den Gleitprüfungen werden der dynamische Reibungskoeffizient und der effektive Radius bewertet, beide gemittelt über die 3 Prüfzyklen (der dynamische Reibungskoeffizient von Zyklus 1 wird nicht mehr bewertet und die Steifigkeit aufgrund des effektiven Radius wird durch den effektiven Radius ersetzt);
- f) die Toleranzgrenzen der bewerteten ECs werden entfernt (nur für D3 definiert);
- g) der statische Reibungskoeffizient (2018) wird jetzt als maximaler Reibungskoeffizient bezeichnet;
- h) Streichung von Abschnitten, die sich auf Konstruktionsaspekte beziehen;
- i) Streichung von informativen Anhängen.

Titel de: Erdbebenvorrichtungen — Teil 6: Gleitisolatoren
Titel en: Anti-seismic devices — Part 6: Sliding isolators
Titel fr: Dispositifs anti-sismiques — Partie 6: Isolateurs coulissants

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole	11
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	11
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	11
3.2.3 Griechische Buchstaben	11
3.2.4 Indizes	11
3.3 Abkürzungen	12
4 Merkmale	12
4.1 Wesentliche Merkmale von Gleitisolatoren	12
4.2 Tragfähigkeit	12
4.3 Rotationsvermögen	12
4.4 Dynamischer Reibbeiwert	13
4.5 Maximaler Langzeit-Reibbeiwert und akkumulierter Gleitweg	13
4.6 Verschiebungsvermögen	14
4.7 Effektiver Radius	14
4.8 Maximale horizontale Kraft	14
4.9 Reibungswiderstandskraft	14
4.10 Dauerhaftigkeit	14
5 Bewertungsverfahren	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Tragfähigkeit	15
5.3 Rotationsvermögen	16
5.4 Dynamischer Reibbeiwert	17
5.5 Maximaler Langzeit-Reibbeiwert und akkumulierter Gleitweg	19
5.6 Verschiebungsvermögen	21
5.7 Effektiver Radius	22
5.8 Maximale horizontale Kraft	22
5.9 Reibungswiderstandskraft	23
5.10 Dauerhaftigkeit	23
6 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Leistungsbeurteilung	24
6.2.1 Allgemeines	24
6.2.2 Prüfproben, Prüfung und Bewertungskriterien	25
6.3 Überprüfung der Leistungsfähigkeit	25
6.3.1 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	25
6.3.2 Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle	27
6.3.3 Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle	27
Anhang A (normativ) Informationen zur Prüfung	28
A.1 Horizontale Verschiebung unter vertikaler Druckkraft	28
A.2 Krafteinleitungsplatten	28

A.3	Erweiterte Anwendungsregeln	29
A.4	Inhalt des Prüfberichts.....	29
A.5	Beispiele für Temperaturprofile für die in 5.5 beschriebene Prüfung.....	30
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011		31
ZA.1	Anwendungsbereich und maßgebende Merkmale	31
ZA.2	System der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (en: Assessment and Verification of Constancy of Performance, AVCP).....	32
ZA.3	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP).....	32
Literaturhinweise.....		34

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15129-6:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 340 „Erdbebensicherung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt EN 15129:2018, das in 6 Teile getrennt ist:

- Teil 1: *Allgemeine Bemessungsregelungen*
- Teil 2: *Starre Verbindungsvorrichtung*
- Teil 3: *Verschiebungsabhängige Vorrichtungen*
- Teil 4: *Geschwindigkeitsabhängige Vorrichtungen*
- Teil 5: *Elastomere Isolatoren*
- Teil 6: *Gleitisolatoren*

Dieser Teil 6 ersetzt 8.3 und 8.4 von EN 15129:2018.

Die folgenden technischen Änderungen wurden vorgenommen:

- Aktualisierung des Anwendungsbereichs mit Definition der Materialaspekte;
- Prüfungen O (Unversehrtheit des Gegenwerkstoffs), P2 (Nachweis der Eigenschaften) und S (Gebrauch) entfernt;
- Prüfung P1 (Bezugswert) wird jetzt als Prüfung C (Vergleich) bezeichnet;
- die Gleitprüfungen D1 und D2 werden jetzt bei $0,33 \cdot d_0$ und $0,67 \cdot d_0$ durchgeführt (zuvor bei $0,25 \cdot d_{bd}$ und $0,50 \cdot d_{bd}$; d_{bd} wird durch d_0 ersetzt);
- mit den Gleitprüfungen werden der dynamische Reibbeiwert und der effektive Radius bewertet, beide gemittelt über die 3 Prüfzyklen (der dynamische Reibbeiwert von Zyklus 1 wird nicht mehr bewertet und die Steifigkeit aufgrund des effektiven Radius wird durch den effektiven Radius ersetzt);
- die Toleranzgrenzen der bewerteten EC werden entfernt (nur für D3 definiert);
- der statische Reibbeiwert (2018) wird nun als maximaler Reibbeiwert bezeichnet;
- Designaspekte bezogene Abschnitte entfernt;
- informative Anhänge entfernt.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) von **Gleitisolatoren** in Bezug auf ihre Merkmale fest. Gleitisolatoren mit Hauptfunktionen nach 3.1.2 sind für den Einsatz für **Hochbauten und Ingenieurbauwerken** bestimmt.

Dieses Dokument umfasst die folgenden Typen von Gleitisolatoren:

1. Pendelgleiter (CSS, 3.1.1) (kugelkalottenförmig und zylindrisch) der folgenden Typen:
 - a) Pendelgleiter mit einfach gekrümmter Gleitfläche,
 - b) Pendelgleiter mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und starrem Gleiter,
 - c) Pendelgleiter mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und gelenkigem Gleiter,
 - d) Pendelgleiter mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche mit starrem Gleiter,
 - e) Pendelgleiter mit doppelt gekrümmter Gleitfläche mit gelenkigem Gleiter, und
2. Flachgleiter (FSS, 3.1.3).

Dieses Dokument umfasst Gleitisolatoren mit mehreren oder allen der folgenden Teile:

- a) Trägerplatten ohne Hohlräume zur Gewichtsreduzierung und ohne Rippen,
- b) Gleiter ohne und mit Gelenk,
- c) Gegenelemente,
- d) Gleitplatten, ungeschmiert oder geschmiert, ohne oder mit Schmiermittel (die in Kontakt mit den Gegenflächen sind),
- e) Begrenzungsringe (zur Kontrolle der Kinematik des Gleitisolators, aber nicht zur Begrenzung des Verschiebungsvermögens des Gleitisolators).

Dieses Dokument umfasst Gleitisolatoren aus den folgenden Materialien:

- a) für Trägerplatten ohne Hartverchromung und für Gleiter:
 - Stahl in Übereinstimmung mit EN 10025:2019 (alle Teile),
 - Gusseisen in Übereinstimmung mit ISO 1083:2018,
 - Kohlenstoffstahl in Übereinstimmung mit ISO 14737:2015, oder
 - nichtrostender Stahl in Übereinstimmung mit EN 10088:2014 (alle Teile);
- b) für Trägerplatten mit Hartverchromung:
 - Stahlsorte S 355 J2+N, oder
 - Feinkornstahl derselben oder höheren Sorte in Übereinstimmung mit EN 10025:2019 (alle Teile);

c) für Gegenelemente:

- austenitischer Stahl mit einer Dicke von mindestens 2,5 mm in Übereinstimmung mit EN 10088-2:2014, 1.4401 +2B oder 1.4404 +2B,
- Trägerplatten mit mindestens 100 µm Hartverchromung in Übereinstimmung mit EN ISO 6158:2018;

d) für Gleitplatten mit und ohne Schmierung:

- UHMWPE (Ultrahochmolekulares Polyethylen),
- PTFE in Übereinstimmung mit EN 1337-7:2004 (Abschnitt 5),
- Fluorpolymer aus angegebenem PTFE (Polytetrafluorethylen), oder
- PTFE mit Festschmierstoff und Verstärkungsfasern gefüllt;

e) Schmierstoffe in Übereinstimmung mit EN 1337-2:2004 (5.8).

Dieses Dokument umfasst Folgendes nicht:

- a) vertikale Erdbenenisolationssysteme,
- b) Gleitisolatoren mit Rückhaltevorrichtungen, die ihr Verschiebungsvermögen begrenzen, und
- c) Gleitisolatoren mit einem akkumulierten Gleitweg von weniger als 1 000 m.

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).

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

EN 1337-7:2004, *Lager im Bauwesen — Teil 7: Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE*

EN 10025:2019 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

EN 10088:2014 (alle Teile), *Nichtrostende Stähle*

EN ISO 6158:2018, *Metallische und andere anorganische Überzüge — Galvanische Chromüberzüge für technische Zwecke (ISO 6158:2018)*

ISO 1083:2018, *Spheroidal graphite cast irons — Classification*

ISO 14737:2015, *Carbon and low alloy cast steels for general applications*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Europäischen Norm sind Druckkräfte, -spannungen und -dehnungen positiv definiert.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

Pendelgleiter

CSS, en: curved surface slider

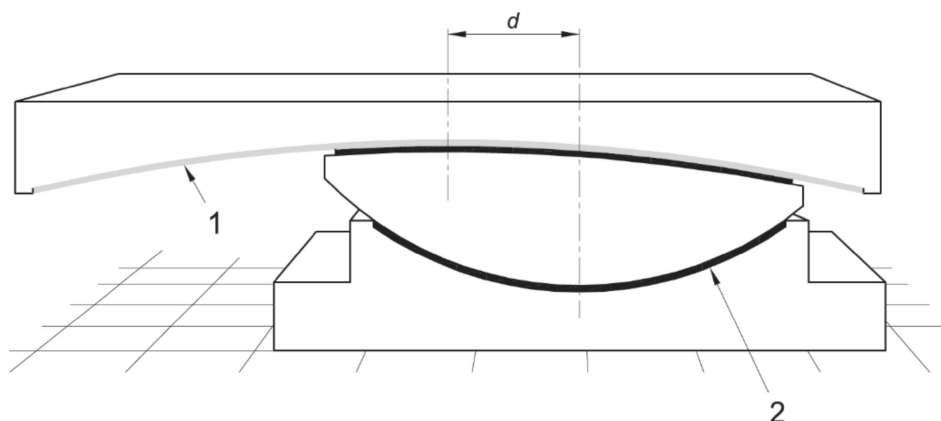
Gleitisolator mit einer Primärgleitfläche und einer Sekundärgleitfläche, bezeichnet als CSS (Bild 1) mit einfach gekrümmter Gleitfläche; Gleitisolator mit zwei primären Gleitflächen, bezeichnet als CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche (Bild 2 zeigt CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und starrem Gleiter, Bild 3 zeigt den CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und gelenkigem Gleiter); Gleitisolator mit mehr als zwei primären Gleitflächen (mit starrem oder gelenkigem Gleiter), bezeichnet als CSS mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche (Bild 4 zeigt ein Beispiel für verschiedene Typen von CSS mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche)

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei CSS mit einfach gekrümmter Gleitfläche bestimmt der effektive Radius der Primärgleitfläche die Steifigkeitskraft des CSS mit einfach gekrümmter Gleitfläche und der dynamische Reibbeiwert der Primärgleitfläche bestimmt hauptsächlich die Energiedissipation des CSS mit einfacher Gleitfläche. Das Rotationsvermögen wird durch die Sekundärgleitfläche bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und starrem Gleiter bestimmt hauptsächlich die Summe der effektiven Radien beider Primärgleitflächen die Steifigkeitskraft des CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und der durchschnittliche dynamische Reibbeiwert beider Primärgleitflächen bestimmt die Energiedissipation des CSS mit doppelter Gleitfläche und starrem Gleiter. Das Rotationsvermögen basiert auf den relativen Bewegungen an beiden Primärgleitflächen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei CSS mit doppelter Gleitfläche und gelenkigem Gleiter bestimmen die effektiven Radien und die dynamischen Reibbeiwerte der Primärgleitflächen die Steifigkeitskraft und die Energiedissipation des CSS mit doppelter Gleitfläche und gelenkigem Gleiter. Das Rotationsvermögen wird durch das Gelenk des gelenkigen Gleiters bestimmt.

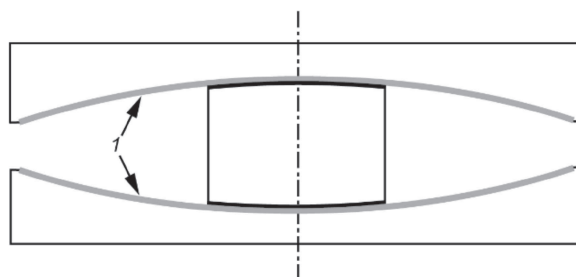
Anmerkung 4 zum Begriff: Bei CSS mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche hängen die Steifigkeitskräfte aufgrund der effektiven Radien und die Energiedissipation aufgrund der dynamischen Reibbeiwerte von den relativen Bewegungsamplituden auf allen Gleitflächen ab. Bei CSS mit mehrfach gekrümmten Gleitflächen mit starrem Gleiter wird das Rotationsvermögen durch die Relativbewegungen auf den Primärgleitflächen bestimmt. Bei CSS mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche mit gelenkigem Gleiter wird das Rotationsvermögen durch das Gelenk des gekrümmten Gleiters bestimmt.



Legende

- 1 Primärgleitfläche
- 2 Sekundärgleitfläche

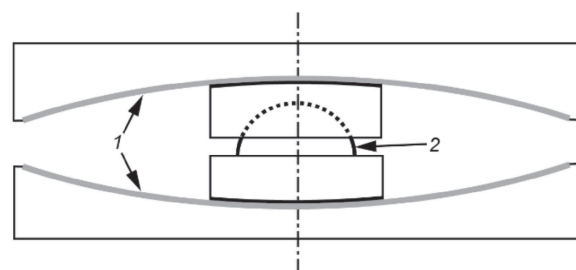
Bild 1 — Schematische Darstellung eines CSS mit einfach gekrümmter Gleitfläche



Legende

- 1 Primärgleitfläche

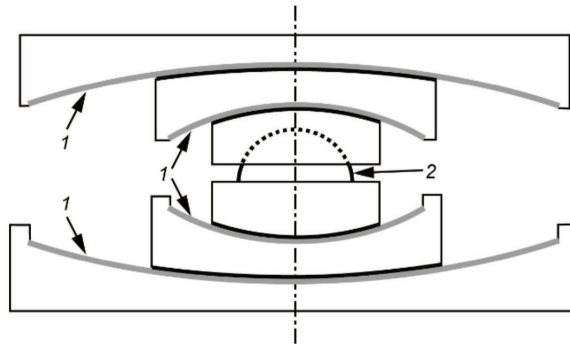
Bild 2 — Schematische Darstellung eines CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und starrem Gleiter



Legende

- 1 Primärgleitfläche
- 2 Sekundärgleitfläche eines gelenkigen Gleiters

Bild 3 — Schematische Darstellung eines CSS mit doppelt gekrümmter Gleitfläche und gelenkigem Gleiter



Legende

- 1 Primärgleitfläche
- 2 Sekundärgleitfläche eines gelenkigen Gleiters

Bild 4 — Schematische Darstellung eines beispielhaften CSS mit mehrfach gekrümmter Gleitfläche

3.1.2

Gleitisolator

Erdbebenisolatoren wie CSS und FSS schützen das Bauwerk vor Bodenerschütterungen; die vier Hauptfunktionen von Gleitisolatoren sind folgende:

- Unterstützung der vertikalen Kraft des Tragwerks sowohl in der Erdbebensituation als auch nichtseismischen Situation,
- Reduzierung der Beschleunigung / Schubkraft von Tragwerken durch die geringe Steifigkeit aufgrund der großen Krümmung (effektiver Radius) der gekrümmten Gleitfläche,
- Hinzufügen von Dämpfung zum Tragwerk durch Reibungsdämpfung, und
- Rückzentrierung des Tragwerks durch die geeignete Kombination von Steifigkeit und Reibungskräften (der FSS muss mit einer Rückzentrierungsvorrichtung kombiniert werden, um diese Funktion zu ermöglichen);

Anmerkung 1 zum Begriff: In der nichtseismischen Situation sind Gleitisolatoren Lager im Bauwesen.

3.1.3

Flachgleiter

FSS, en: flat surface slider

Gleitisolator mit flacher Gleitfläche, der ein horizontales Verschiebungsvermögen, Rotationsvermögen und eine Energiedissipation durch Relativbewegung an der Gleitfläche bietet, vertikale Kräfte überträgt, aber keine rückzentrierende Steifigkeitskraft liefert

3.1.4

angegebene Verschiebungsamplitude des Isolators

d_0

angegebene Verschiebungsamplitude des Gleitisolators (Bild 5)

3.1.5

angegebene vertikale Kraft des Isolators

N_0

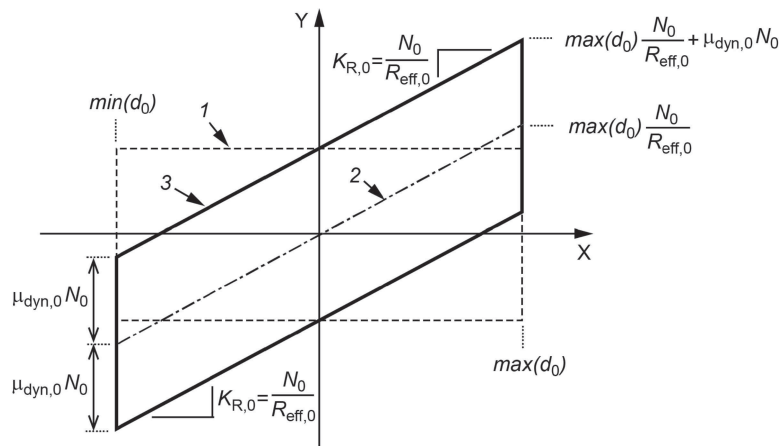
angegebene vertikale Kraft des Gleitisolators (Bild 5)

3.1.6

angegebener effektiver Radius

$R_{\text{eff},0}$

angegebener Radius eines einfachen Pendels mit einer Eigenfrequenz, die der Eigenfrequenz des CSS entspricht (Bild 5)



Legende

- X horizontale Verschiebung des Gleitisolators
- Y horizontale Kraft des Gleitisolators
- d_0 angegebene horizontale Verschiebung des Gleitisolators
- N_0 vertikale Kraft des Isolators
- $R_{\text{eff},0}$ angegebener effektiver Radius
- $K_{R,0}$ angegebene Steifigkeit resultierend aus $R_{\text{eff},0}$ und N_0
- $\mu_{\text{dyn},0}$ angegebener dynamischer Reibbeiwert
- 1 Reibungskraft des Gleitisolators
- 2 Steifigkeitskraft aufgrund von $K_{R,0}$
- 3 horizontale Kraft des Gleitisolators

Bild 5 — Schematische Darstellung der Kraft-Verschiebungs-Merkmale eines Gleitisolators

3.1.7

angegebene Steifigkeit aufgrund des effektiven Radius

$K_{R,0}$

angegebene Steifigkeit des CSS resultierend aus $R_{\text{eff},0}$ und N_0 (Bild 5)

3.1.8

angegebene Tragfähigkeit des Isolators

$N_{\text{BC},0}$

angegebene Tragfähigkeit des Gleitisolators

3.1.9

angegebene maximale seismische vertikale Kraft des Isolators

$N_{\text{E1},0}$

angegebene maximale seismische vertikale Kraft des Gleitisolators

3.1.10

angegebene minimale seismische vertikale Kraft des Isolators

$N_{\text{E2},0}$

angegebene minimale seismische vertikale Kraft des Gleitisolators

3.1.11

maximaler akkumulierter Gleitweg

s_t

maximaler akkumulierter Gleitweg innerhalb des Gleitisolators

3.1.12

angegebene geringste Betriebstemperatur des Isolators

$T_{\min,0}$

angegebene geringste wahrscheinliche Betriebstemperatur des Gleitisolators

3.2 Symbole

Die folgende Liste beinhaltet die meisten Symbole; Andere sind im Text an der Stelle ihres ersten Auftretens definiert.

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

E	Energie	kJ
K	Steifigkeit	kN/mm
N	vertikale Kraft	kN
R	Radius	mm
T	Temperatur	°C
V	horizontale Kraft	kN

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

d	Verschiebung (Übertragung und/oder Rotation)	mm
f	Druck, Frequenz	MPa, Hz
v	Geschwindigkeit	mm/s

3.2.3 Griechische Buchstaben

μ	Reibbeiwert
-------	-------------

3.2.4 Indizes

D	Dissipation
dyn	dynamisch
eff	effektiv
i	i-te Zyklus
max	maximal, Maximum
min	minimal, Mindest-, Minimum

- E bezogen auf die Erdbebensituation
- R effektiver Radius
- 0 vom Hersteller angegebener Wert (Index Null)

3.3 Abkürzungen

- CSS Pendelgleiter (en: curved surface slider)
- FSS Flachgleiter (en: flat surface slider)

4 Merkmale

4.1 Wesentliche Merkmale von Gleitisolatoren

Die für Gleitisolatoren geltenden wesentlichen Merkmale dieser Norm sind:

- Tragfähigkeit
- Rotationsvermögen
- Reibbeiwert:
 - i) Dynamischer Reibbeiwert
 - ii) Maximaler Langzeit-Reibbeiwert und akkumulierter Gleitweg
- Horizontales Verschiebungsvermögen:
 - i) Verschiebungsvermögen
 - ii) Effektiver Radius
 - iii) Maximale horizontale Kraft
 - iv) Reibungswiderstandskraft
- Dauerhaftigkeit

4.2 Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit N_{BC} von Gleitisolatoren muss nach 5.2 bestimmt werden.

Die Leistung der Tragfähigkeit muss als Wert in [kN] und als Wert in [mm] angegeben werden.

4.3 Rotationsvermögen

Das Rotationsvermögen von Gleitisolatoren muss nach 5.3 bestimmt werden.

Die Leistung des Rotationsvermögens wird durch das maximale freie Rotationsvermögen als Angabe eines Wertes in [Radian] angegeben.

4.4 Dynamischer Reibbeiwert

Der durchschnittliche dynamische Reibbeiwert $\bar{\mu}_{\text{dyn}}$ von Gleitisolatoren muss nach 5.4 bestimmt werden.

Die Leistung des durchschnittlichen dynamischen Reibbeiwerts muss als ein Wert angegeben werden. Im Falle von Gleitprüfungen mit vertikaler Last N_0 muss der durchschnittliche dynamische Reibbeiwert zusammen mit der vertikalen Last N_0 mit einem Wert in [kN] angegeben werden, ergänzt um die Angaben zu den Lasten $N_{E1,0}$ und $N_{E2,0}$ mit Werten in [kN].

4.5 Maximaler Langzeit-Reibbeiwert und akkumulierter Gleitweg

Der maximale Langzeit-Reibbeiwert μ_{max} von Gleitisolatoren muss für Kombinationen verschiedener Temperaturen, angegebener Drücke $f_{k,0}^{+3}$ (Prüfungen A, C, D) und angegebenem akkumulierten Gleitweg $s_{t,0}$ (Prüfung B) nach 5.5 bestimmt werden.

Die Leistung des maximalen Langzeit-Reibbeiwerts, die sich aus den Prüfungen A, C und D ergibt, muss als Wert der entsprechenden Kombinationen verschiedener Temperaturen und Drücke angegeben werden. Die Leistung des gemessenen akkumulierten Gleitwegs s_t die sich aus der Prüfung B ergibt, muss als ein Wert in [m] angegeben werden.

BEISPIEL

Phase	Prüfung	Druck (MPa)	Temperatur (°C)	Maximaler Langzeit-Reibbeiwert	s_t (m)
1	A	$0,33 \cdot f_{k,0}^{+3}$	0 °C	Messwert	NA
			−10 °C	Messwert	NA
			−20 °C	Messwert	NA
			−35 °C	Messwert	NA
			+35 °C	Messwert	NA
			+21 °C	Messwert	NA
2	B	$0,33 \cdot f_{k,0}^{+3}$	+21 °C	NA	Messwert
3	A	$0,33 \cdot f_{k,0}^{+3}$	0 °C	Messwert	NA
			−10 °C	Messwert	NA
			−20 °C	Messwert	NA
			−35 °C	Messwert	NA
			+35 °C	Messwert	NA
			+21 °C	Messwert	NA
4	C	$0,17 \cdot f_{k,0}^{+3}$	0 °C	Messwert	NA
			−10 °C	Messwert	NA
			−20 °C	Messwert	NA
			−35 °C	Messwert	NA
			+35 °C	Messwert	NA

Phase	Prüfung	Druck (MPa)	Temperatur (°C)	Maximaler Langzeit-Reibbeiwert	s_t (m)
			+21 °C	Messwert	NA
5	D	$0,08 \cdot f_{k,0}^{+3}_0$	0 °C	Messwert	NA
			–10 °C	Messwert	NA
			–20 °C	Messwert	NA
			–35 °C	Messwert	NA
			+35 °C	Messwert	NA
			+21 °C	Messwert	NA

4.6 Verschiebungsvermögen

Das Verschiebungsvermögen d_m von Gleitisolatoren muss nach 5.6 bestimmt werden.

Die Leistung des Verschiebungsvermögens muss als Wert in [mm] angegeben werden.

4.7 Effektiver Radius

Der durchschnittliche effektive Radius $\bar{R}_{\text{eff}}$ muss nach 5.7 bestimmt werden.

Die Leistung des durchschnittlichen effektiven Radius muss als ein Wert in [mm] angegeben werden.

4.8 Maximale horizontale Kraft

Die durchschnittliche maximale horizontale Kraft $\bar{V}_{\text{max}}$ von Gleitisolatoren muss nach 5.8 bestimmt werden.

Die Leistung der durchschnittlichen maximalen horizontalen Kraft muss als ein Wert in [kN] angegeben werden.

4.9 Reibungswiderstandskraft

Die Reibungswiderstandskraft und der statische Reibbeiwert μ_1 (nach EN 1337-2:2004, Anhang D) müssen nach 5.9 bestimmt werden.

Die Leistung der Reibungswiderstandskraft und des statischen Reibbeiwerts muss als ein Wert in [kN] und als ein Wert angegeben werden.

4.10 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit muss nach 5.10 bestimmt werden.

Die Leistung der Dauerhaftigkeit muss in einem schriftlichen Bericht angegeben werden.

5 Bewertungsverfahren

5.1 Allgemeines

Prüfungen mit horizontaler Verschiebung müssen nach A.1 und A.2 durchgeführt werden. Kriterien für den Fall, dass eine Leistungsbewertung nicht erforderlich ist, sind in A.3 aufgeführt. Der Inhalt der Prüfberichte muss A.4 entsprechen.

Die Reihenfolge der Prüfungen ist folgende (Tabelle 1):

- 3) Reibungswiderstandsprüfung (FR);
- 4) Gleitprüfung Vergleich (C);
- 5) Gleitprüfung Dynamik 1(D1);
- 6) Gleitprüfung Dynamik 2(D1);
- 7) Gleitprüfung Dynamik 3(D3);
- 8) Gleitprüfung Seismisch 1 (E1);
- 9) Gleitprüfung Seismisch 2 (E2);
- 10) Gleitprüfung Rotation um 90° (R);
- 11) Gleitprüfung Nachalterung (PA);
- 12) Tragfähigkeitsprüfung (BC); wenn Prüfung PA nicht erforderlich ist, Prüfung BC nach Prüfung R;
- 13) Demontage und Reinigung des Gleitisolators zur Sichtprüfung.

Für die folgenden Prüfungen / Berechnungen gibt es keine Reihenfolge der Prüfungen / Berechnungen:

- Prüfung des maximalen Langzeit-Reibbeiwerts;
- Berechnung des Rotationsvermögens;
- Berechnung des Verschiebungsvermögens.

5.2 Tragfähigkeit

Unter Berücksichtigung der einschlägigen Bestimmungen von 5.1 und des angegebenen Wertes $N_{BC,0}$ muss die Tragfähigkeitsprüfung (BC) wie folgt durchgeführt werden:

- 1) Horizontale Verschiebung: Null (Fehler ≤ 1 % des Verschiebungsvermögens d_m)
- 2) Vertikale Kraft:
 - Anwendung der Vorlast von 5 % von $N_{BC,0}$;
 - Erhöhung der vertikalen Kraft auf $N_{BC,0}$ in nicht weniger als 60 s;
 - Beibehaltung der vertikalen Kraft bei $N_{BC,0}$ bei Druckkraftregelung für mindestens 60 s;

- Beibehaltung der vertikalen Verformung des Gleitisolators bei $N_{BC,0}$ nach einer Verweildauer von 60 s;
- Erhöhung der vertikalen Kraft auf 130 % von $N_{BC,0}$ in nicht weniger als 20 s;
- Beibehaltung der vertikalen Kraft von 130 % von $N_{BC,0}$ bei Druckkraftregelung für mindestens 60 s;
- Messung der vertikalen Verformung des Gleitisolators bei einer vertikalen Kraft von 130 % von $N_{BC,0}$ nach einer Verweildauer von 60 s;
- Verringerung der vertikalen Kraft auf die Vorlast;
- Entlasten des Gleitisolators;

3) Kontinuierliche Aufzeichnung:

- Vertikale Kraft, gemessen mit einer Lastzelle oder einem Druckaufnehmer-System;
- vertikale Verschiebung zwischen den Außenflächen der Trägerplatten mithilfe gleichmäßig dezentraler Verschiebungssensoren (Mindestgenauigkeit 1 %) entlang des Umfangs (120° bei drei Wegaufnehmern, 90° bei vier Wegaufnehmern usw.);

4) Übermittelte Daten:

- Zeitverläufe der vertikalen Kraft und der vertikalen Verschiebung;
- vertikale Kraft auf der y-Achse gegen vertikale Verschiebung auf der X-Achse (Daten der gesamten Prüfung);
- absoluter Höchstwert der vertikalen Kraft und 1/1,3 dieses Wertes, der die angegebene Tragfähigkeit beschreibt;
- der Überstand ist die Differenz zwischen den bei 5 % des $N_{BC,0}$ gemessenen vertikalen Verschiebungen (Mittelwert aller Sensoren) und den bei $N_{BC,0}$ gemessenen Verschiebungen, geteilt durch die Anzahl der Gleitplatten innerhalb des Gleitisolators.

ANMERKUNG Wenn der Gleitwerkstoff in seiner Trägerplatte versenkt ist, entspricht die Gleitwerkstoffdicke dem Überstand der Gleitwerkstoff-Platte über dem Rezens.

5.3 Rotationsvermögen

Das maximale freie Rotationsvermögen muss auf Grundlage der Zeichnungen des Gleitisolators für die beiden Bedingungen der Nullverschiebung und der maximalen Verschiebung des Gleitisolators berechnet werden.

ANMERKUNG Diese Zeichnungen werden gemeinhin als Werkstattzeichnungen bezeichnet.

5.4 Dynamischer Reibbeiwert

Unter Berücksichtigung der relevanten Bestimmungen von 5.1 und der angegebenen Werte d_0 , $R_{\text{eff},0}$, N_0 , $N_{\text{E1},0}$ und $N_{\text{E2},0}$ müssen die Prüfungen C, D1, D2, D3, E1, E2, R und PA zur Bestimmung des durchschnittlichen dynamischen Reibbeiwerts $\bar{\mu}_{\text{dyn}}$ wie folgt durchgeführt werden (Tabelle 1):

- 1) Horizontale Verschiebung: Null (Fehler ≤ 1 % des Verschiebungsvermögens d_m);
- 2) Vertikale Kraft / horizontale Verschiebung:
 - vertikale Kraft N bei Druckkraftregelung entsprechend Tabelle 1;
 - eine horizontale Verschiebung wird mit der Amplitude entsprechend Tabelle 1 bei Verschiebungsregelung einschließlich der Ein- und Auslaufzyklen vorgenommen, um die korrekte Gleitgeschwindigkeit zu Beginn des ersten vollen Zyklus und am Ende des dritten vollen Zyklus sicherzustellen;
 - Entlasten des Gleitisolators;
- 3) Kontinuierliche Aufzeichnung:
 - vertikale Kraft, gemessen mit einer Lastzelle oder einem Druckaufnehmer-System;
 - vertikale Verschiebung, gemessen mit einem Wegaufnehmer-System;
 - horizontale Kraft, gemessen mit einer Lastzelle oder einem Druckaufnehmer-System;
 - horizontale Verschiebung, gemessen mit einem Wegaufnehmer-System;
- 4) Übermittelte Daten:
 - Der durchschnittliche dynamische Reibbeiwert $\bar{\mu}_{\text{dyn}}$ (gemittelt über die drei Prüfzyklen) muss aus den Messdaten nach Gleichung (1) und Gleichung (2) abgeleitet werden:

$$\bar{\mu}_{\text{dyn}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{E_{\text{D},i}}{4N_i d_i} \quad (1)$$

$$d_i = \frac{1}{2} \{ |d_{\text{max},i}| + |d_{\text{min},i}| \} \quad (2)$$

Dabei ist

$E_{\text{D},i}$ die im Zyklus i dissipierte Energie, die durch numerische Integration der horizontalen Kraft in Abhängigkeit von der horizontalen Verschiebung ermittelt wird;

N_i der Durchschnittswert der vertikalen Kraft des Zyklus i ;

d_i der Durchschnittswert der positiven ($d_{\text{max},i}$) und negativen ($d_{\text{min},i}$) Maximalwerte der horizontalen Verschiebung d des Zyklus i .

- Für alle Prüfungen die Angabe, dass die Kraft-Verschiebungs-Kurven eine nicht-negative Sekundärsteifigkeit aufweisen.
- Für alle Prüfungen die Angabe, dass die Bewegung auf den Gleitflächen gleichmäßig und ohne jegliche Art von Vibrationen, wie sie durch Stick-Slip-Phänomene hervorgerufen werden, erfolgt.
- Für alle Prüfungen die Angabe, dass das kugelkalottenförmige Gegenstück aus austenitischem Stahl keine Anzeichen von Beulen, bleibenden Verformungen oder Verschiebungen aufweist.
- Für die Prüfung PA die Angabe, dass sich der dynamische Reibbeiwert nicht um mehr als 20 % infolge der Alterung ändert.

Die Nachalterungsprüfung muss an einem Isolator mit den gealterten Gleitteilen durchgeführt werden, der zuvor entsprechend den Bedingungen der Prüfung C geprüft wurde, um die Änderung des dynamischen Reibbeiwerts zu ermitteln. Vor der Prüfung PA wird der Gleitwerkstoff 14 Tage lang einer Temperatur von 70 °C unter anaeroben Bedingungen ausgesetzt. Das Prüfergebnis ist repräsentativ für alle Vorrichtungsgrößen. Die Prüfung PA darf nicht wiederholt werden, wenn die Begrenzung des Anwendungsbereichs der Referenzwerte nach A.3 überschritten wird.

Die horizontale Verschiebung d mit der angegebenen Amplitude d_0 der Prüfungen C, D1, D2, D3, E1, E2, R und PA muss sinusförmig sein:

$$d(t) = d_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t) \quad (3)$$

Dabei muss die Frequenz f_0 auf der Grundlage des angegebenen effektiven Radius $R_{\text{eff},0}$ des CSS nach der Gleichung des idealen Pendels berechnet werden:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R_{\text{eff},0}}} \quad (4)$$

Dabei ist g die Erdbeschleunigung gleich 9,81 m/s².

Für FSS gilt $f_0 = 0,50$ Hz

Die Spitzengeschwindigkeit bei der Prüfung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$v_0 = 2\pi \cdot f_0 \cdot d_0 \quad (5)$$

ANMERKUNG Das ideale Pendel wird durch das Modell einer konzentrierten Masse vorgegeben, die an einem Draht der Länge $R_{\text{eff},0}$ ohne Masse und ohne Dämpfung hängt.

Tabelle 1 — Prüfung FR, Gleitprüfungen C, D1, D2, D3, E1, E2, R, PA und Prüfung BC

Prüf- reihen- folge	Prüfung	Vert. Kraft N	Horiz. Versch.	Horiz. Versch. Ampl. d	Horiz. Spitzen- geschwindigkeit v	Anzahl der kom- pletten Zyklen
1	Reibungs- widerstand (FR)	N_0	dreieckig	NA ^b	$\leq 0,1$	NA ^b
2	Vergleich (C)	N_0	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	50	3
3	Dynamisch 1 (D1) ^a	N_0	sinusförmig	$0,33 \cdot d_0$	$0,33 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
4	Dynamisch 2 (D2) ^a	N_0	sinusförmig	$0,67 \cdot d_0$	$0,67 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
5	Dynamisch 3 (D3)	N_0	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	$1,0 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
6	Seismisch 1 (E1)	$N_{E1,0}$	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	$1,0 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
7	Seismisch 2 (E2)	$N_{E2,0}$	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	$1,0 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
8	Rotation um 90° (R)	N_0	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	$1,0 \cdot (2\pi \cdot f_0 \cdot d_0)$	3
9	Nachalterung (PA)	N_0	sinusförmig	$1,0 \cdot d_0$	50	3
10	Tragfähigkeit (BC)	$1,3 \cdot N_{BC,0}$	NA	NA	NA	NA
^a die Gleitprüfungen D1 und D2 sind nicht erforderlich, wenn ihre Prüfamplitude $d < 100$ mm ist						
^b Anwendung einer horizontalen Verschiebung mit konstanter Geschwindigkeit $\leq 0,1$ mm/s für $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$						

5.5 Maximaler Langzeit-Reibbeiwert und akkumulierter Gleitweg

Unter Berücksichtigung der relevanten Bestimmungen aus 5.1 und der angegebenen Werte von $f_{k,0}^{+3}$ und $s_{t,0}$ muss der maximale Langzeit-Reibbeiwert $\mu_{\max}$, der der statische Reibbeiwert oder der dynamische Reibbeiwert sein kann, aus der Langzeit-Reibungsprüfung entsprechend Tabelle 2 an einer Gleitwerkstoffprobe (unter den gleichen ungeschmierten oder geschmierten Bedingungen wie im Gleitisolator) ermittelt werden, die mit der Gegenfläche in Kontakt ist. Der Durchmesser L der Gleitwerkstoffprobe muss $L = 75$ mm betragen. Für Informationen über die Vorbereitung der Werkstoffproben, das Prüfverfahren und die Prüfeinrichtung wird auf EN 1337-2:2004, Anhang D, verwiesen.

Für die Prüfungen A, C und D muss der maximale Langzeit-Reibbeiwert $\mu_{\max}$ am Ende dieser Prüfungen bei den verschiedenen Temperaturen und Druckhöhen entsprechend den Angaben in Tabelle 3 und Bild 6 bestimmt werden. Beispiele für Temperaturprofile für verschiedene angegebene niedrigste wahrscheinliche Betriebstemperaturen $T_{\min,0}$ sind in A.5 aufgeführt.