

## DIN EN 13802



ICS 45.040

Ersatz für  
DIN 5539:1994-12 und  
DIN 5540:1990-04

**Bahnanwendungen –  
Federungselemente –  
Hydraulische Dämpfer;  
Deutsche Fassung EN 13802:2004**

Railway applications –  
Suspension components –  
Hydraulic dampers;  
German version EN 13802:2004

Applications ferroviaires –  
Éléments de suspension –  
Amortisseurs hydrauliques;  
Version allemande EN 13802:2004

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm EN 13802:2005 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ (unter Federführung der WG 30 „Dämpfer-Systeme“, Sekretariat BSI, Großbritannien) erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Arbeitsgremium ist der Arbeitsausschuss AA 2.03 „Federung/Dämpfung“ des Normenausschusses Schienenfahrzeuge (FSF).

Die im Europäischen Vorwort zitierte Richtlinie 93/38/EG vom 14. Juni 1993 wurde durch die Richtlinie 2004/17/EG vom 31. März 2004 ersetzt.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN 5539:1994-12 und DIN 5540:1990-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Inhalt der Europäischen Norm wurde vollständig übernommen.

## **Frühere Ausgaben**

DIN 5539:1994-12  
DIN 5540:1990-04

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —  
Federungselemente —  
Hydraulische Dämpfer

Railway applications — Suspension components —  
Hydraulic dampers

Applications ferroviaires — Eléments de suspension —  
Amortisseurs hydrauliques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. 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     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                | <b>5</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                    | <b>6</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                               | <b>6</b>  |
| <b>3 Begriffe, Definitionen und Formelzeichen</b> .....                                             | <b>6</b>  |
| 3.1 Begriffe und Definitionen .....                                                                 | 7         |
| 3.2 Formelzeichen .....                                                                             | 8         |
| <b>4 Produktspezifikation</b> .....                                                                 | <b>12</b> |
| 4.1 Überblick .....                                                                                 | 12        |
| 4.1.1 Allgemeines .....                                                                             | 12        |
| 4.1.2 Betriebsumgebung .....                                                                        | 12        |
| 4.1.3 Technische Anforderungen .....                                                                | 12        |
| 4.2 Anforderungen an die Betriebsumgebung .....                                                     | 14        |
| 4.2.1 Betriebsbedingungen .....                                                                     | 14        |
| 4.2.2 Klimabedingungen .....                                                                        | 14        |
| 4.2.3 Weitere Bedingungen .....                                                                     | 15        |
| 4.2.4 Belastung durch Vibrationen .....                                                             | 16        |
| 4.3 Physikalische Eigenschaften .....                                                               | 16        |
| 4.3.1 Festigkeit .....                                                                              | 16        |
| 4.3.2 Feuerbeständigkeit .....                                                                      | 16        |
| 4.3.3 Oberflächenschutz .....                                                                       | 16        |
| 4.3.4 Geräusche .....                                                                               | 16        |
| 4.3.5 Umwelteinfluss über Gesamtlebensdauer .....                                                   | 16        |
| 4.3.6 Undichtigkeit .....                                                                           | 17        |
| 4.3.7 Länge und Hub .....                                                                           | 17        |
| 4.3.8 Gesamtmaße und Schnittstellen .....                                                           | 17        |
| 4.3.9 Masse .....                                                                                   | 17        |
| 4.4 Funktionelle Anforderungen .....                                                                | 17        |
| 4.4.1 Ausrichtung .....                                                                             | 17        |
| 4.4.2 Nominale Kraft ( $F_{c,n}$ , $F_{e,n}$ ) und nominale Geschwindigkeit ( $v_n$ ) .....         | 18        |
| 4.4.3 Maximale Kraft ( $F_{c,max}$ , $F_{e,max}$ ) und maximale Geschwindigkeit ( $v_{max}$ ) ..... | 18        |
| 4.4.4 Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie .....                                                        | 18        |
| 4.4.5 Kraft-Weg-Kennlinie .....                                                                     | 21        |
| 4.4.6 Dynamische Eigenschaften .....                                                                | 22        |
| 4.4.7 Entlüftung .....                                                                              | 22        |
| <b>5 Prüfverfahren</b> .....                                                                        | <b>23</b> |
| 5.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                                  | 23        |
| 5.1.1 Allgemeines .....                                                                             | 23        |
| 5.1.2 Prüfmaschine .....                                                                            | 23        |
| 5.1.3 Prüftemperatur .....                                                                          | 23        |
| 5.1.4 Prüfling .....                                                                                | 23        |
| 5.2 Anforderungen an die Betriebsumgebung .....                                                     | 24        |
| 5.2.1 Betriebsbedingungen .....                                                                     | 24        |
| 5.2.2 Klimabedingungen .....                                                                        | 24        |
| 5.2.3 Weitere Bedingungen .....                                                                     | 26        |
| 5.3 Physikalische Eigenschaften .....                                                               | 26        |
| 5.3.1 Festigkeit .....                                                                              | 26        |
| 5.3.2 Feuerbeständigkeit .....                                                                      | 27        |
| 5.3.3 Oberflächenschutz .....                                                                       | 27        |
| 5.3.4 Geräusche .....                                                                               | 27        |
| 5.3.5 Gesamtlebensdauer unter Umwelteinfluss .....                                                  | 27        |

|                       |                                                                                              |    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3.6                 | Undichtigkeit.....                                                                           | 27 |
| 5.3.7                 | Länge und Hub .....                                                                          | 27 |
| 5.3.8                 | Gesamtmaße und Befestigung .....                                                             | 28 |
| 5.3.9                 | Masse.....                                                                                   | 28 |
| 5.4                   | Funktionelle Anforderungen .....                                                             | 28 |
| 5.4.1                 | Ausrichtung .....                                                                            | 28 |
| 5.4.2                 | Nominale Kräfte ( $F_{c,n}$ , $F_{e,n}$ ) bei nominaler Geschwindigkeit ( $v_n$ ).....       | 28 |
| 5.4.3                 | Maximale Kräfte ( $F_{c,max}$ , $F_{e,max}$ ) bei maximaler Geschwindigkeit ( $v_{max}$ ) 28 |    |
| 5.4.4                 | Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie .....                                                       | 28 |
| 5.4.4.2               | Sollwerte.....                                                                               | 29 |
| 5.4.5                 | Kraft-Weg-Kennlinie .....                                                                    | 29 |
| 5.4.6                 | Allgemeines .....                                                                            | 30 |
| 5.4.7                 | Entlüftung.....                                                                              | 31 |
| 6                     | Produktqualitätskontrolle .....                                                              | 31 |
| 6.1                   | Allgemeines .....                                                                            | 31 |
| 6.2                   | Produktqualifizierungsverfahren und Proben.....                                              | 31 |
| 6.2.1                 | Qualifizierungsverfahren .....                                                               | 31 |
| 6.2.2                 | Gültigkeit der Produktqualifizierung .....                                                   | 32 |
| 6.3                   | Steuerung und Überwachung der Produktionsqualität.....                                       | 32 |
| 6.4                   | Rückverfolgbarkeit .....                                                                     | 32 |
| 6.5                   | Prüfungsergebnisse.....                                                                      | 32 |
| 7                     | Kennzeichnung.....                                                                           | 33 |
| 8                     | Verpackung .....                                                                             | 33 |
| Anhang A (informativ) | Leistungsbeschreibung des Dämpfers .....                                                     | 34 |
| Anhang B (informativ) | Bereich der Dämpfer-Gesamtmaße .....                                                         | 38 |
| Anhang C (informativ) | Nominale Geschwindigkeiten .....                                                             | 39 |
| Anhang D (informativ) | Typische Kraft-Geschwindigkeits-Toleranzbereiche.....                                        | 40 |
| Anhang E (informativ) | Prüfungen und Versuche auszuführen nach der Dämpferkategorie .....                           | 41 |
| Literaturhinweise     | .....                                                                                        | 42 |

## Bilder

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Räumliche Definition .....                                                                                | 10 |
| Bild 2 — Durchmesser $D_{max}$ des Dämpfer-Hüllkreises .....                                                       | 11 |
| Bild 3 —Querschnittmaße des Dämpfers ( $D_{max}$ , $D_{res}$ , $H_{res}$ ).....                                    | 11 |
| Bild 4 — Definition der Dämpferlänge L.....                                                                        | 12 |
| Bild 5 — Kraftverlauf in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bei einem symmetrischen Dämpfer .....                | 18 |
| Bild 6 — Kraftverlauf in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bei einem asymmetrischen Dämpfer .....               | 19 |
| Bild 7 — Typische Kraft/ Geschwindigkeits-Toleranzmantelkurve .....                                                | 20 |
| Bild 8 — Typische Maximale/Minimale Grenzwerte der Kraft .....                                                     | 20 |
| Bild 9 — Beispiel eines theoretischen Kraft-Weg-Diagramms für eine symmetrische lineare Dämpfercharakteristik..... | 21 |

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Bild 10 — Beispiel eines theoretischen Kraft-Weg-Diagramms für eine symmetrische Reibungsdämpfercharakteristik.....</b> | <b>22</b> |
| <b>Bild B.1 — Definition der Standard-Volumenhülle .....</b>                                                               | <b>38</b> |
| <b>Bild D.1 — Linearer Kennlinienverlauf .....</b>                                                                         | <b>40</b> |
| <b>Bild D.2 — Reibungsähnlicher Kennlinienverlauf .....</b>                                                                | <b>40</b> |

## Tabellen

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Begriffe, die für die Aufnahme in die Dämpferspezifikation zu berücksichtigen sind .....</b> | <b>13</b> |
| <b>Tabelle 2 — Überprüfung der Dämpfercharakteristik im Betriebstemperaturbereich.....</b>                  | <b>24</b> |
| <b>Tabelle 3 — Überprüfung von Dämpfercharakteristik bei Temperaturextremen .....</b>                       | <b>25</b> |
| <b>Tabelle 4 — Überprüfung von Dämpfercharakteristik nach Lagerung bei Lagertemperaturen .....</b>          | <b>26</b> |
| <b>Tabelle 5 — Dichtheitsprüfung.....</b>                                                                   | <b>27</b> |
| <b>Tabelle 6 — Prüfung der Kraft-Geschwindigkeits-Charakteristik.....</b>                                   | <b>29</b> |
| <b>Tabelle 7 — Prüfung der Kraft-Weg-Charakteristik.....</b>                                                | <b>30</b> |
| <b>Tabelle A.1 — Leistungsbeschreibung des Dämpfers.....</b>                                                | <b>34</b> |
| <b>Tabelle B.1 —Dämpfermaße .....</b>                                                                       | <b>38</b> |
| <b>Tabelle E.1 — Anfrageformular für die Typabnahme und Routineprüfung .....</b>                            | <b>41</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 13802:2004) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

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

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat (M/024) erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

- Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems<sup>1)</sup>;
- Richtlinie 93/38/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 1993 zur Koordinierung der Zuschlagserteilung durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste<sup>2)</sup>;
- Richtlinie 91/440/EWG des Rates vom 29. Juli 1991 zur Entwicklung der Eisenbahnunternehmen der Gemeinschaft<sup>3)</sup>.

Dieses Dokument enthält Literaturhinweise.

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) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 235 vom 17.09.96

2) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 199 vom 09.08.93

3) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 237 vom 24.08.91

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für hydraulische Dämpfer (ohne Endbefestigungen), die in Schienenfahrzeugen verwendet werden. Die in dieser Norm enthaltenen Dämpfer beinhalten:

- Dämpfer, die das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beeinflussen:
  - Fahrwerksdämpfer (z. B. Primär-Vertikaldämpfer, Sekundär-Vertikaldämpfer und Sekundär-Horizontaldämpfer),
  - Drehdämpfer;
  - Wankdämpfer;
  - Zwischenwagendämpfer;
- Dämpfer, die das dynamische Verhalten von mechanischen Systemen beeinflussen:
  - Stromabnehmerdämpfer;
  - usw.

Alle wichtigen Begriffe zum Thema sind in dieser Norm definiert.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

prEN 14363, *Bahnanwendungen — Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 61373, *Bahnanwendungen — Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen — Prüfungen für Schwingen und Schocken*

EN ISO 2813, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85° (ISO 2813:1994, einschließlich Technische Korrektur 1:1997)*

EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2000)*

ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen*

## 3 Begriffe, Definitionen und Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe, Definitionen und Formelzeichen.

ANMERKUNG 1 Die Einheiten in diesem Abschnitt dürfen als Vielfaches und Teil des Vielfachen verwendet werden.

ANMERKUNG 2 In dieser Europäischen Norm werden die räumlichen Eigenschaften des Dämpfers im Verhältnis zu seinen Achsen definiert, siehe Bild 1. Axiale Eigenschaften sind entlang der x-Achse definiert. Das Auseinanderziehen des Dämpfers ist als positiv und das Zusammendrücken ist als negativ definiert. Transversale Eigenschaften sind in der y-z-Ebene definiert. Die Drehungen sind als positiv im Uhrzeigersinn definiert.

### 3.1 Begriffe und Definitionen

#### 3.1.1

##### **Dämpfer**

hydraulischer Dämpfer ohne Endbefestigung

#### 3.1.2

##### **hydraulischer Dämpfer**

Einrichtung mit einer Flüssigkeit als Dämpfungsmittel

#### 3.1.3

##### **Dämpfereigenschaft**

Verhältnis (vorausgesetzt es gibt keine Kraft — Geschwindigkeits- — Phasenverschiebung) zwischen Dämpferkraft und Dämpfergeschwindigkeit, welches zur Minimierung des dynamischen Einflusses der Dämpferstruktur und der Flüssigkeitssteifigkeit bei einer großen Hubamplitude und niedrigen Frequenz ermittelt wird

#### 3.1.4

##### **Dämpferverschiebung**

relative Axialverschiebung, Hub der Dämpferenden

#### 3.1.5

##### **Dämpferflüssigkeit**

Dämpfungsmittel (üblicherweise Öl)

#### 3.1.6

##### **Leistungsbeschreibung des Dämpfers**

Dokument, in dem die Leistungsanforderungen und Fähigkeiten eines Dämpfers definiert werden, siehe Anhang A

#### 3.1.7

##### **dynamische Dämpfereigenschaft**

Dämpfereigenschaft siehe 3.1.3 aber einschließlich der Wirkung einer möglichen Phasenverschiebung und somit einschließlich der Wirkung der Dämpferstruktur und der Flüssigkeitssteifigkeit

#### 3.1.8

##### **Endbefestigung**

Befestigungselemente, üblicherweise als Gummi-Metall-Gelenk an beiden Enden des Dämpfers befestigt

ANMERKUNG Befestigungen werden in dieser Norm nicht ausführlich behandelt.

#### 3.1.9

##### **Reibungsdämpfer**

Dämpfer, der eine Dämpfercharakteristik mit einer Dämpfkraft aufweist, die annähernd die Wirkung von Reibung imitiert

#### 3.1.10

##### **Undichtigkeit**

sichtbares Anzeichen von Flüssigkeitsansammlung, die innerhalb des Dämpfers entstanden ist

#### 3.1.11

##### **Entlüftung**

Entfernen eines zeitweiligen Defekts der Dämpferfunktion, der durch den Einschluss von Gas (üblicherweise Luft) in den Dämpferarbeitsräumen verursacht wird

#### 3.1.12

##### **Betriebszeit**

kürzeste ununterbrochene Zeit oder Laufleistung, in der ein Dämpfer im Betriebseinsatz ist, während dessen nur periodische Sichtprüfungen und keine Instandhaltung durchgeführt werden

## 3.1.13

**symmetrische Dämpfercharakteristik**

Dämpferkennlinie, siehe 3.1.3, die im gesamten Betriebsbereich die gleiche Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie in Zug- und Druckrichtung aufweist, siehe Bild 5

## 3.1.14

**asymmetrische Dämpfercharakteristik**

Dämpferkennlinie, siehe 3.1.3, die im Betriebsbereich nicht die gleiche Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie in Zug- und Druckstufe aufweist, siehe Bild 6

## 3.2 Formelzeichen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $c_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N/m/s | dynamische Dämpfungsrate einschließlich der Wirkung der Phasenverschiebung                                                                             |
| ANMERKUNG 1 Wenn nicht anders angegeben, ist die dynamische Dämpfungsrate die Dämpfungsrate einschließlich der Wirkungen der Dämpferstruktur und der Flüssigkeitssteifigkeit.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |                                                                                                                                                        |
| Der dynamische Dämpfungsfaktor wird definiert durch:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                        |
| $c_d = \frac{k_d}{2\pi f \tan \Phi}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |                                                                                                                                                        |
| Diese Definition basiert auf einem mathematischen Modell mit einem linearen Flüssigkeitsdämpfer mit einer dynamischen Dämpfungsrate $c_d$ in Reihe mit einer linearen Federsteifigkeit $k_d$ , das einer sinusförmigen Bewegung mit einer Erregungsfrequenz $f$ , Hubamplitude $d_0$ und Kraftamplitude $F_0$ ausgesetzt wird. Dies wird als Maxwell-Modell bezeichnet. Es bezieht sich daher nicht auf die Kraftamplitude geteilt durch die Geschwindigkeitsamplitude. |       |                                                                                                                                                        |
| $d_c$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m     | Hubreserve in Druckrichtung; Hubanteil in Dämpferdruckrichtung, der beim Betrieb vom Kolben niemals in dem gegebenen mechanischen System erreicht wird |
| ANMERKUNG 2 $d_c = L_{u,min} - L_{min}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |                                                                                                                                                        |
| $d_e$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m     | Hubreserve in Zugrichtung; Hubanteil in Dämpferzugrichtung, der beim Betrieb vom Kolben niemals in dem gegebenen mechanischen System erreicht wird     |
| ANMERKUNG 3 $d_e = L_{max} - L_{u,max}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |                                                                                                                                                        |
| $d_n$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m     | nominaler Hub; Hub, bei dem der Dämpfer die Betriebsanforderungen erfüllt, die in der Dämpferspezifikation festgelegt sind                             |
| ANMERKUNG 4 Der nominale Hub gibt den Hub beim Betrieb des Dämpfers im gegebenen mechanischen System an.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |                                                                                                                                                        |
| $d_w$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m     | Arbeitshub                                                                                                                                             |
| ANMERKUNG 5 $d_w = L_{u,max} - L_{u,min}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |                                                                                                                                                        |
| $d_0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m     | Dämpferhubamplitude bei sinusförmiger Bewegung                                                                                                         |
| $D_{max}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | m     | Durchmesser des Hüllzylinders, in dem die äußere Kontur des Dämpfers enthalten sein muss (einschließlich Schutzrohr), siehe Bild 2 und 3               |
| $D_{res}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | m     | Durchmesser des Hüllkreises eines äußeren Dämpferreservoirs, siehe Bild 3                                                                              |
| $f$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hz    | Erregungsfrequenz                                                                                                                                      |
| $F$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | N     | Dämpferkraft, die Axialkraft des Dämpfers                                                                                                              |

|              |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{C,max}$  | N   | Dämpferdruckkraft bei maximaler Geschwindigkeit                                                                                                                                                                                                                                       |
| $F_{C,n}$    | N   | nominale Dämpferdruckkraft<br>ANMERKUNG 6 Kraft bei nominaler Geschwindigkeit.                                                                                                                                                                                                        |
| $F_{e,max}$  | N   | Dämpferzugkraft bei maximaler Geschwindigkeit                                                                                                                                                                                                                                         |
| $F_{e,n}$    | N   | nominale Dämpferzugkraft<br>ANMERKUNG 7 Kraft bei nominaler Geschwindigkeit.                                                                                                                                                                                                          |
| $F_0$        | N   | Dämpferkraftamplitude bei sinusförmiger Bewegung                                                                                                                                                                                                                                      |
| $H_{res}$    | m   | Höhe des äußeren Dämpferreservoirs (zur Dämpfer-Mittellinie), siehe Bild 3                                                                                                                                                                                                            |
| $k_d$        | N/m | Dämpfersteifigkeit<br>ANMERKUNG 8 $k_d = \frac{f_0}{d_0} \sqrt{1 + \tan^2 \Phi}$ (Maxwell-Modell)<br>ANMERKUNG 9 Wenn nicht anders angegeben, Steifigkeit der Dämpferstruktur und der Flüssigkeit. Es bezieht sich daher nicht auf die Kraftamplitude geteilt durch die Hubamplitude. |
| $L$          | m   | Dämpferlänge, siehe Bild 4                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $L_{del}$    | m   | Dämpferlänge bei Lieferung<br>ANMERKUNG 10 Länge des Dämpfers, die den Einbau in ein auf einem geraden Gleis stehenden Fahrzeug ermöglicht (ausgenommen in besonderen Fällen, z. B. Strom-abnehmerdämpfer).                                                                           |
| $L_i$        | m   | Dämpferlänge bei Einbau<br>ANMERKUNG 11 Länge, wenn der Dämpfer in ein auf einem geraden Gleis stehenden Fahrzeug eingebaut ist.                                                                                                                                                      |
| $L_{max}$    | m   | Dämpferlänge bei vollständig auseinander gezogenem Dämpfer                                                                                                                                                                                                                            |
| $L_{min}$    | m   | Dämpferlänge bei vollständig zusammengedrücktem Dämpfer                                                                                                                                                                                                                               |
|              | m   | Nominale Dämpferlänge<br>ANMERKUNG 12 Im allgemeinen, $L_n = L_i$<br>ANMERKUNG 13 Referenzlänge zur Bestimmung der Dämpfercharakteristik.                                                                                                                                             |
| $L_{u,max}$  | m   | maximale Nutzlänge des Dämpfers<br>ANMERKUNG 14 Maximale Dämpferlänge im Betrieb.                                                                                                                                                                                                     |
| $L_{u,min}$  | m   | minimale Nutzlänge des Dämpfers<br>ANMERKUNG 15 Minimale Dämpferlänge im Betrieb.                                                                                                                                                                                                     |
| $T_{ae,max}$ | °C  | maximale Umgebungstemperatur in extremen Situationen (d. h. Temperatur der Luft, die den Dämpfer umgibt)                                                                                                                                                                              |
| $T_{ae,min}$ | °C  | minimale Umgebungstemperatur in extremen Situationen (d. h. Temperatur der Luft, die den Dämpfer umgibt)                                                                                                                                                                              |
| $T_{ao,max}$ | °C  | maximale Umgebungstemperatur im normalen Fahrzeugbetrieb                                                                                                                                                                                                                              |
| $T_{ao,min}$ | °C  | minimale Umgebungstemperatur im normalen Fahrzeugbetrieb                                                                                                                                                                                                                              |
| $T_{s,max}$  | °C  | maximale Transport- oder Lagertemperatur, die der Dämpfer ertragen muss                                                                                                                                                                                                               |

|             |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_{s,min}$ | °C    | minimale Transport- oder Lagertemperatur, die der Dämpfer ertragen muss                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $v$         | m/s   | Dämpfergeschwindigkeit, Kolbengeschwindigkeit ist die relative Axialgeschwindigkeit des Dämpfers                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $v_{max}$   | m/s   | maximale Dämpfergeschwindigkeit<br><br>ANMERKUNG 16 Die in Ausnahmen vorkommende maximale Dämpfergeschwindigkeit, die bei der Konstruktion des Dämpfers berücksichtigt wird. Diese Geschwindigkeit ist die höchste Geschwindigkeit, die der für die Anwendung vorgegebene Dämpfer im Betrieb ertragen muss. Diese Geschwindigkeit muss in der Dämpferspezifikation enthalten sein. |
| $v_n$       | m/s   | nominale Dämpfergeschwindigkeit<br><br>ANMERKUNG 17 Der obere Geschwindigkeitswert, der die Dämpfergeschwindigkeit beim normalen Betrieb im gegebenen mechanischen System darstellt. Diese Geschwindigkeit muss in der Dämpferspezifikation enthalten sein.                                                                                                                        |
| $V_0$       | m/s   | Dämpfergeschwindigkeitsamplitude bei sinusförmiger Bewegung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| $\Phi$      | rad   | Kraft-Weg-Phasensprung bei sinusförmiger Anregung, siehe Definition für $c_d$ und $k_d$                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| $\omega$    | rad/s | Erregungs-Winkelgeschwindigkeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

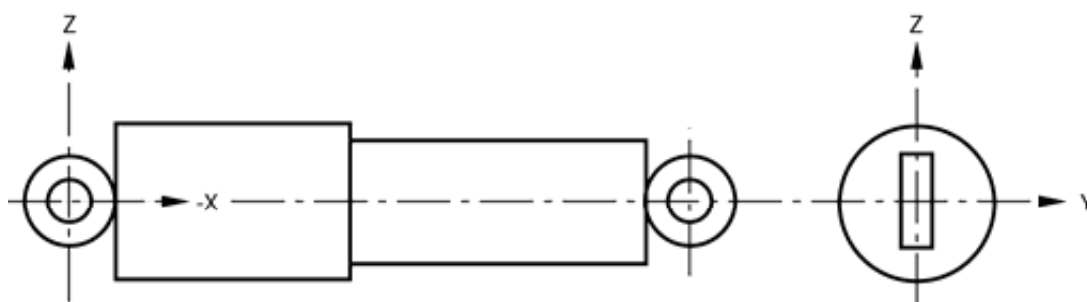


Bild 1 — Räumliche Definition

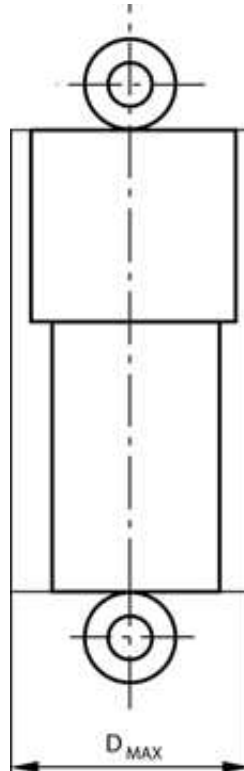


**Bild 2 — Durchmesser  $D_{\max}$  des Dämpfer-Hüllkreises**

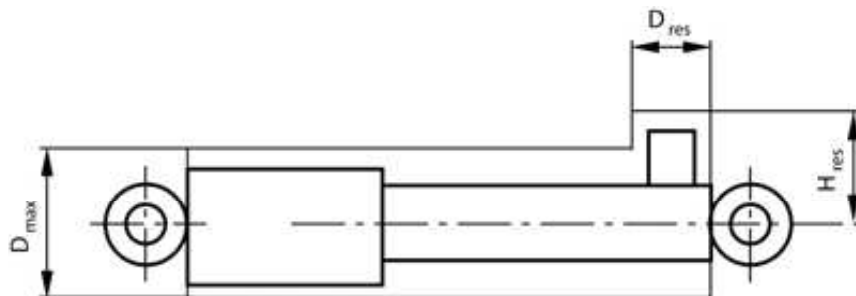


**Bild 3 — Querschnittmaße des Dämpfers ( $D_{\max}$ ,  $D_{\text{res}}$ ,  $H_{\text{res}}$ )**

ANMERKUNG 18 Die Definition der Dämpferlänge unterscheidet sich je nach Befestigungsart, die in der Spezifikation definiert ist. Die Länge bezieht sich bei Stiftbefestigungen auf die Auflagefläche der Endbefestigung. Bei Ringbefestigung bezieht sich die Länge auf den Mittelpunkt des Rings.

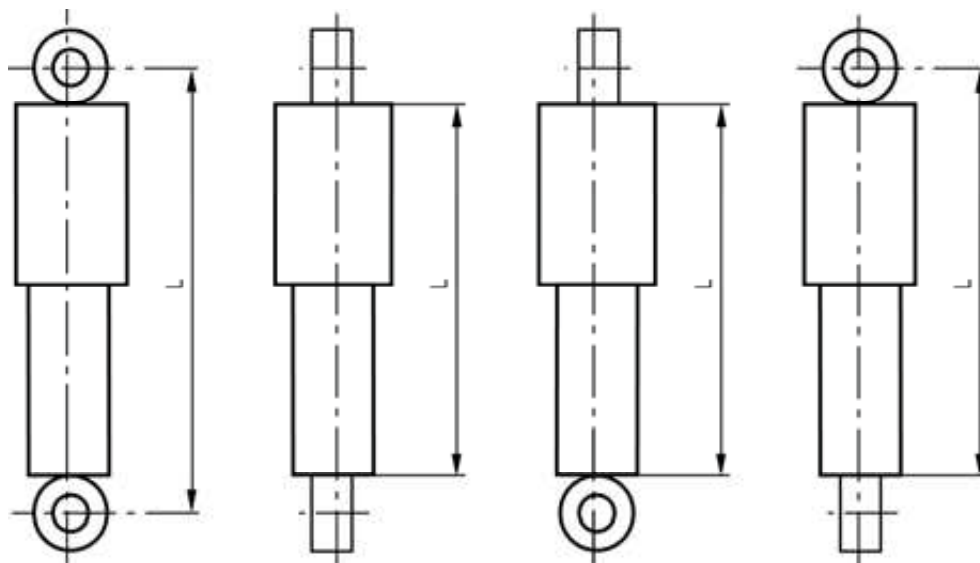


Bild 4 — Definition der Dämpferlänge L

## 4 Produktspezifikation

### 4.1 Überblick

#### 4.1.1 Allgemeines

Die Kundenanforderungen müssen mittels einer Dämpferspezifikation festgelegt werden. Eine mögliche Form hierzu wird in Anhang A vorgeschlagen, in der die von dem Kunden geforderten und die entsprechenden vom Lieferanten angebotenen Werte aufgezeichnet werden.

#### 4.1.2 Betriebsumgebung

Der Kunde muss die folgenden Einzelheiten der Betriebsumgebung angeben, damit der Lieferant in der Lage ist, ein funktionssicheres Produkt zu liefern:

- Betriebsbedingungen, siehe 4.2.1;
- Klimabedingungen, siehe 4.2.2;
- besondere Bedingungen, siehe 4.2.3;
- Befestigungsbedingungen, wenn verlangt.

#### 4.1.3 Technische Anforderungen

Der Kunde muss die Eigenschaften für die Auslegung des Dämpfers im Hinblick auf seine Verwendung vorgeben. Diese Eigenschaften müssen nach Tabelle 1 ausgewählt werden. Die Dämpferanforderungen und Toleranzen müssen zwischen dem Kunden und dem Lieferanten unter Verwendung einer Dämpferspezifikation, deren Form der in Anhang A dargestellten ähnlich sein muss, vereinbart werden. Die Abweichungskriterien (Toleranz) der Kraft-Geschwindigkeits-Kennlinie müssen vom Kunden festgelegt werden und nach 4.4.4 vorgegeben werden. Wenn nicht anders festgelegt, sind die Kennlinien im Temperaturbereich von 17 °C bis 23 °C zu erlangen.