

DIN 45673-2

ICS 17.160; 93.100

Ersatz für
DIN 45673-2:2001-10**Mechanische Schwingungen –
Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen –
Teil 2: Ermittlung statischer und dynamischer Kennwerte im
Betriebsgleis**

Mechanical vibration –

Resilient elements used in railway tracks –

Part 2: Determination of static and dynamic characteristics in the track under operation

Vibrations mécaniques –

Éléments élastiques des voies ferrées –

Partie 2: Détermination des caractéristiques statiques et dynamiques dans la voie in situ

Gesamtumfang 17 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe und Formelzeichen	3
3.1 Begriffe	3
3.2 Formelzeichen	4
4 Ermittlung der Schieneneinsenkung und Schienenkopfauslenkung	5
4.1 Belastung bei Fahrgeschwindigkeit $v = 0$	5
4.2 Belastung bei Fahrgeschwindigkeit $v > 0$	8
5 Ermittlung der Verformung von elastischen Elementen bei $v > 0$	9
5.1 Ermittlung der vertikalen Verformung von elastischen Elementen in Schienenstützpunkten	9
5.2 Ermittlung der Einsenkung der Schwelle	9
6 Stoßerregung zur Ermittlung der vertikalen dynamischen Steifigkeit des Oberbaus	10
6.1 Allgemeines zum Prüfverfahren	10
6.2 Prüfdurchführung	10
6.3 Auswertung	10
Anhang A (informativ) Ermittlung der Schieneneinsenkung (vertikal) bei $v > 0$ unter gleichzeitiger Messung der Radkraft oder der Stützpunktkraft	13
Anhang B (informativ) Ermittlung der Schienenkopfauslenkung (horizontal) bei $v > 0$	16
Literaturhinweise	17

Vorwort

Diese Norm ist im Arbeitsausschuss NA 001-03-15 AA (NALS/VDI C 15) „Schwingungsminderung in der Umgebung von Verkehrswegen“ erarbeitet worden.

Änderungen

Gegenüber DIN 45673-2:2001-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neben einem Belastungsfahrzeug auch apparative Belastungsvorrichtungen zugelassen;
- b) Verfahren zur Ermittlung der horizontalen Schienenkopfauslenkung aufgenommen;
- c) Ermittlung der Einfügedämmung bei Betriebserregung gestrichen.

Frühere Ausgaben

DIN 45673-2: 2001-10

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt experimentelle Verfahren, mit denen im Betriebsgleis vergleichende Untersuchungen zwischen verschiedenen Bauformen elastischer Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen durchgeführt werden können, mit denen aber auch die Wirksamkeit von elastischen Elementen bezüglich der Reduzierung der Emission von Erschütterungen und Körperschall ermittelt werden kann.

Nach dieser Norm können im Betriebsgleis in Abhängigkeit von der Art der Schwingungserregung die folgenden Zustandsgrößen ermittelt werden:

- a) Schieneneinsenkung (vertikal)
 - unter statischer Belastung sowie
 - bei Betriebserregung durch eine Zugüberfahrt;
- b) Schienenkopfauslenkung (horizontal) unter statischer Belastung;
- c) Verformung von elastischen Elementen bei Betriebserregung;
- d) dynamische Steifigkeit des Oberbaus durch Stoßerregung mittels Prüfhammer.

ANMERKUNG 1 Im Gegensatz hierzu werden nach anderen Teilen der Normenreihe DIN 45673 Kennwerte und -funktionen von elastischen Elementen des Oberbaus von Schienenfahrwegen aus Versuchen im Labor bei definierten Erregungen ermittelt. Eine Übereinstimmung von Kennwerten aus Laborversuchen und aus Versuchen im Betriebsgleis ist jedoch nicht immer gegeben.

ANMERKUNG 2 Durch elastische Elemente des Oberbaus kann eine Reduzierung der Erschütterungen und des Körperschalls in der Umgebung erreicht werden, jedoch ist nicht auszuschließen, dass dadurch die primäre Luftschallabstrahlung von Rad und Schiene erhöht wird.

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).

DIN 1311-1, *Schwingungen und schwingungsfähige Systeme — Teil 1: Grundbegriffe, Einteilung*

DIN 45672-1, *Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen — Messverfahren*

DIN 45672-2, *Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen — Teil 2: Auswerteverfahren*

DIN 45673-1, *Mechanische Schwingungen — Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen — Teil 1: Begriffe, Klassifizierung, Prüfverfahren*

3 Begriffe und Formelzeichen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 45673-1 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Radkraft (Q -Kraft)

am Radaufstandspunkt wirkende Gewichtskraftanteil eines Fahrzeugs

3.1.2

angenommene Radkraft

sich nach Herstellerangaben ergebende Kraft unter dem Rad, wobei der Leerzustand und der maximale Beladungszustand zu berücksichtigen sind

ANMERKUNG Diese angenommene Radkraft bei Fahrgeschwindigkeit $v = 0$ wird vielfach auch bei Messungen mit Fahrgeschwindigkeiten $v > 0$ als Belastung zugrunde gelegt.

3.1.3

gemessene Radkraft

in geeigneter Art und Weise messtechnisch ermittelte Radkraft, die durch einen Radsatz eines Fahrzeugs verursacht wird

3.1.4

Stützpunktkraft (R -Kraft)

auf einen Schienenstützpunkt wirkende Kraft aus den die Schiene belastenden Radkräften

3.1.5

Schieneneinsenkung

absolute Einsenkung der Schiene unter einer Radkraft, die sich aus den Steifigkeiten der in Reihe (Einzelstützpunkte) und parallel (mehrere Stützpunkte) geschalteten Federn (elastische Elemente des Oberbaus und des Unterbaus) eines Stützpunktes ergibt

ANMERKUNG Das beim Schotteroberbau gegebene Nullsetzungsmaß gehört nicht zur Schieneneinsenkung.

3.2 Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Formelzeichen nach DIN 45673-1 sowie die folgenden:

a	Beschleunigung
$\underline{A}(f)$	komplexes Beschleunigungsspektrum
$G_{xx}(f)$	spektrale Leistungsdichte
$\underline{G}_{xy}(f)$	Kreuzleistungsdichte
$k_{d,z}(f)$	vertikale dynamische Steifigkeit
$\underline{k}_{d,z}(f)$	vertikale komplexe dynamische Steifigkeit
$\underline{N}(f)$	komplexe dynamische Nachgiebigkeit (Rezeptanz)
Q	Radkraft (Q -Kraft)
R	Stützpunktkraft (R -Kraft)
$s_{\text{dyn},y}$	horizontale Weggröße bei $v > 0$
$s_{\text{dyn},z}$	vertikale Weggröße bei $v > 0$
$s_{\text{stat},z}$	vertikale Weggröße bei $v = 0$
v	Fahrgeschwindigkeit des Zuges
Y	Horizontalkraft (Y -Kraft).

4 Ermittlung der Schieneneinsenkung und Schienenkopfauslenkung

4.1 Belastung bei Fahrgeschwindigkeit $v = 0$

4.1.1 Schieneneinsenkung (vertikal)

4.1.1.1 Allgemeines zum Prüfverfahren

Die Belastung zur Ermittlung der Einsenkung der Schiene bei einer definierten Radkraft der Strecke kann über ein Belastungsfahrzeug oder mittels einer Belastungseinrichtung aufgebracht werden.

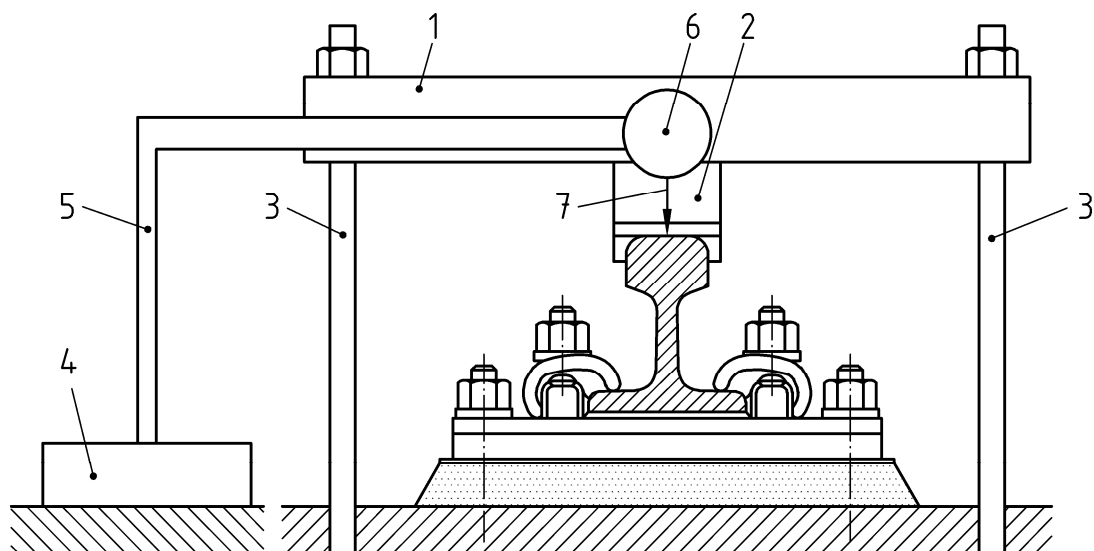
Das Belastungsfahrzeug muss einen so großen Drehgestellabstand und bei einem 2-achsigen Fahrzeug einen so großen Radsatzabstand haben, dass der Einfluss der Radkraft des 2. Drehgestells bzw. der 2. Achse auf die Biegelinie der Schiene weitgehend vernachlässigbar ist. Es wird die Einsenkung der Schiene unter der definierten Radkraft Q am Lasteinleitungspunkt gemessen, wobei ein Bezugspunkt für die Verformungsmessung zu wählen ist, der sich trotz der Belastung praktisch nicht verformt.

ANMERKUNG 1 Bezugspunkte können z. B. sein: Brückenträger, Kabelkanal, Tunnelsohle, in das Planum eingerammter Pfahl.

ANMERKUNG 2 Für die Messung der Einsenkung werden z. B. eingesetzt: induktive Wegaufnehmer, Nivellement aus 7 m bis 30 m Entfernung mit einem Planplattenmikrometer (Definition siehe DIN 18718), Lasermessverfahren, Messuhren.

Die Belastungseinrichtung besteht im Wesentlichen aus einem Hydraulikzylinder und einer Abstützung zur Aufnahme der eingeleiteten Kräfte (ein Beispiel zeigt Bild 1). Die Gewindestangen können bei einer Festen Fahrbahn entweder an den Schrauben zur Befestigung der Schienenlager oder über zusätzlich eingebrachte Dübel auf der Betonsohle (z. B. Tunnelsohle oder Betontragplatte) befestigt werden.

Die Einsenkung ist mit einer Genauigkeit von 0,1 mm zu ermitteln und auch nur mit einer Nachkommastelle anzugeben.



Legende

Die Belastungseinrichtung besteht aus

- 1 Traverse
- 2 Hydraulikzylinder
- 3 Gewindestangen

Die Verformungsmesseinrichtung besteht aus

- 4 Fuß
- 5 Stativ
- 6 Messuhr
- 7 Taster

Bild 1 — Prinzipieller Aufbau einer Belastungseinrichtung mit einem Hydraulikzylinder zur Messung der Schieneneinsenkung unter definierter Kraft an einer Festen Fahrbahn

4.1.1.2 Prüfdurchführung

Ausgehend von der Ruhelage wird die maximale vertikale Einsenkung der Schiene im belasteten Zustand gemessen. Im geraden Gleis ist im Allgemeinen die Messung an nur einer Schiene, in Bögen ist die Messung an beiden Schienen eines Gleises durchzuführen. Es ist an mindestens zehn verschiedenen Stellen im Gleis in einem Abstand von mindestens drei Stützpunkten direkt an der Schiene möglichst nahe dem Schienensteg an einem Stützpunkt zu messen.

Bei Messungen an einem Oberbau mit hochelastischer Schienenlagerung können größere Messabweichungen durch das Kippen der Schiene auftreten. Es empfiehlt sich in einem solchen Fall, am Schienenfuß innen und außen zu messen und den Mittelwert zu bilden. Da bei geschlossenen Oberbauformen, wie sie häufig bei Nahverkehrsbahnen bestehen, der Schienenfuß für Messungen nicht zugänglich ist, kann in einem solchen Fall am Schienenkopf mit zwei Aufnehmern gemessen werden.

Bei einem Schotteroberbau ist das Nullsetzungsmaß der Schwellen (Schwellenhohlage) zu eliminieren. Dies ist der vertikale Weg einer Schwelle im unbelasteten Gleis, der im Allgemeinen dann entsteht, wenn die Schwellenschrauben gelöst werden. Die Messung des Nullsetzungsmaßes kann folgendermaßen durchgeführt werden: An den Enden zweier 3 m langer Träger sind Standfüße angebracht. Je einer dieser Träger wird parallel zu den Schienen auf die linken und die rechten Schwellenköpfe der 1. und 6. Schwelle des Messabschnittes gestellt (60 cm Schwellenabstand angenommen). Nach dem Losschrauben der 2. bis 5. Schwelle werden mit den an den Trägern befestigten Messuhren die Nullsetzungsmaße dieser 2. bis 5. Schwelle gemessen. Im Weiteren wird jedoch nur der Wert der 3. Schwelle verwendet, über der auch die Einsenkungsmessung der Schiene erfolgt. Für die Untersuchungen nach dieser Norm sind nur Gleisbereiche zu verwenden, bei denen das Nullsetzungsmaß benachbarter Schwellen in gleicher Größenordnung ist.

ANMERKUNG Messabweichungen sind bei Anhebung der Schiene durch Expansion der vorgespannten Zwischenlagen möglich. Bei Unterschottermatten und/oder elastischen Schwellenlagerungen können die Schwellen durch ihr Eigengewicht einsinken, das ist kein Nullsetzungsmaß.

4.1.1.3 Auswertung

Aus den gemessenen Maximalwerten der Schieneneinsenkung wird der arithmetische Mittelwert $s_{\text{stat,z}}$ gebildet. Die Ergebnisse der maximalen Einsenkung der Schiene aus einer Messung für eine Belastung durch zwei Achsen können nach Zimmermann [2] näherungsweise auf eine Belastung durch nur eine Achse umgerechnet werden. (Die umgekehrte Vorgehensweise ist ebenfalls möglich.) Bei einem Masse-Feder-System ist die Anwendung der Formel nach Zimmermann auf den Anteil der Einsenkung der Schiene gegenüber der Gleistragplatte oder des Gleistroges begrenzt.

ANMERKUNG Aus diesem Mittelwert kann mit der Radkraft Q des Belastungsfahrzeugs die vertikale statische Steifigkeit $k_{\text{stat,z}}$ in kN/mm errechnet werden:

$$k_{\text{stat,z}} = \frac{Q}{s_{\text{stat,z}}} \quad (1)$$

4.1.2 Schienenkopfauslenkung (horizontal)

4.1.2.1 Allgemeines zum Prüfverfahren

Die Ermittlung der horizontalen Schienenkopfauslenkung kann über eine Spreizvorrichtung erfolgen [1] (einen prinzipiellen Aufbau zeigt Bild 2). Dabei wird über geeignete formschlüssige Druckstücke eine definierte Horizontalkraft Y am Schienenkopf eingeleitet. Falls Traversen im Gleis eingebaut werden können (z. B. bei einer Festen Fahrbahn), ist es auch möglich, gleichzeitig eine vertikale Vorlast aufzubringen.

Die Horizontalkraft wird hydraulisch erzeugt (Hydraulikzylinder); durch eine gegenseitige Abstützung an den beiden Schienen ist eine zusätzliche Vorrichtung zur Aufnahme der Gegenkraft nicht erforderlich. Die auftretende Kraft wird mit einer Kraftmessdose oder über ein Druckmanometer ermittelt. Die Verformung zwischen den Schienen kann mit Hilfe von Messuhren oder elektrischen Wegaufnehmern erfasst werden.