

**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 in situ
Vibrations mécaniques –
Éléments élastiques des voies ferrées –
Partie 2: Détermination des caractéristiques statiques et dynamiques dans la voie in situ

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 24 Seiten

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Formelzeichen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Formelzeichen	8
4 Ermittlung statischer Kennwerte von elastischen Elementen des Oberbaus mit einer Belastungseinrichtung	9
4.1 Vertikale Steifigkeit unter statischer Belastung	9
4.2 Schienenkopfauslenkung (Gleisspreizung)	11
5 Ermittlung der Schieneneinsenkung bei einem stehenden Fahrzeug	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Prüfdurchführung	13
5.3 Auswertung	13
6 Ermittlung der Schieneneinsenkung und Schienenkopfauslenkung bei einem bewegten Fahrzeug	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Schieneneinsenkung	14
6.3 Schienenkopfauslenkung	15
7 Ermittlung der Einsenkung von Elementen des Oberbaus bei $v > 0$	15
7.1 Ermittlung der Einfederung von elastischen Elementen in Schienenstützpunkten	15
7.2 Ermittlung der Einsenkung der Schwelle	16
8 Stoßanregung zur Ermittlung der vertikalen dynamischen Steifigkeit des Oberbaus	16
8.1 Allgemeines zum Prüfverfahren	16
8.2 Prüfdurchführung	16
8.3 Auswertung	17
9 Messbericht	18
Anhang A (informativ) Ermittlung der Schieneneinsenkung (vertikal) bei $v > 0$ unter gleichzeitiger Messung der Radkraft oder der Stützpunktkraft	19
Anhang B (informativ) Beispiel einer Belastungseinrichtung und ermittelter Messergebnisse	22
Literaturhinweise	24

Vorwort

Diese Technische Spezifikation (DIN SPEC) wurde vom Arbeitsausschuss NA 001-03-15 AA (NALS/VDI C 15) „Schwingungsminderung in der Umgebung von Verkehrswegen“ erarbeitet. Sie gehört zu den Normen der Reihe DIN 45673 über elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen, die die Verminderung der vom Schienenverkehr ausgehenden Schwingungen (Erschütterungen und Körperschall) zum Ziel haben.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN nicht als Norm herausgegeben wird. Denn Messungen an Schienen im Betriebsgleis sind immer unter Berücksichtigung der örtlichen Situation und der vom Betreiber des Schienenverkehrsweges vorgegebenen Bedingungen zum Betreten der Gleisanlage durchzuführen. Insofern ist es gerade bei Messungen an den Schienen nicht sinnvoll, Messabläufe detailliert festzulegen. Hier ist es vielmehr erforderlich, den Messablauf den vorliegenden Rahmenbedingungen anzupassen. Daher wurde darauf verzichtet, die vorliegenden Regelungen weiterhin in einer Norm festzulegen. Hier bietet die Möglichkeit der Beschreibung von grundsätzlichen Messabläufen im Rahmen einer DIN SPEC den Anwendern größere Freiheit bei der Umsetzung ihrer Messaufgaben.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nals@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

DIN SPEC sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Normenreihe DIN 45673 *Mechanische Schwingungen — Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen* besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1: *Begriffe, Klassifizierung, Prüfverfahren*
- Teil 2: *Ermittlung statischer und dynamischer Kennwerte im Betriebsgleis*
- Teil 3: *Messtechnische Ermittlung der Einfügungsdämmung im eingebauten Zustand (Versuchsaufbau und Betriebsgleis)*
- Teil 4: *Rechnerische Ermittlung der Einfügungsdämmung im eingebauten Zustand*
- Teil 5: *Labor-Prüfverfahren für Unterschottermatten*
sowie Beiblatt 1: *Prüfvordruck; mit CD-ROM*
- Teil 7: *Labor-Prüfverfahren für elastische Elemente von Masse-Feder-Systemen*
sowie Beiblatt 1: *Prüfvordrucke; mit CD-ROM*
- Teil 8: *Labor-Prüfverfahren für kontinuierliche elastische Schienenlagerungen*
sowie Beiblatt 1: *Prüfvordruck; mit CD-ROM*
- Teil 9: *Labor-Prüfverfahren für diskrete elastische Schienenbefestigungen*
sowie Beiblatt 1: *Prüfvordruck; mit CD-ROM*

Änderungen

Gegenüber DIN 45673-2:2008-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umwandlung in eine DIN SPEC, um Anwendern größere Freiheit bei der Umsetzung ihrer Messaufgaben zu geben;
- b) Gliederung nach Anregungs- und Belastungsverfahren;
- c) Angaben zum Messbericht aufgenommen;
- d) Anhang mit Belastungsmöglichkeiten mit einer Belastungseinrichtung aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 45673-2: 2001-10, 2008-09

Einleitung

Der Einbau von elastischen Elementen im Oberbau führt zu einer Minderung der vertikalen und horizontalen Gleissteifigkeit (statisch und dynamisch). Hieraus folgen größere Einsenkungen der Schiene bzw. Auslenkungen des Schienenkopfes bei Überfahrt eines Zuges. Die vertikale Gleissteifigkeit ist ein wesentliches Kriterium zur Beschreibung der Wirksamkeit von elastischen Elementen hinsichtlich der Minderung von Schwingungsemissionen. Die horizontale Schienenkopfauslenkung ist eine beschreibende Kenngröße für die Spurführung. Diese Größen werden im Rahmen einer Gleisabnahme überprüft.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC beschreibt Verfahren zur Ermittlung der vertikalen Steifigkeit und anderer vertikaler und horizontaler Kennwerte von Gleisen im eingebauten Zustand. Die bei der Messung aufgebrachte Kraft kann sowohl über eine Belastungseinrichtung als auch über ein Belastungsfahrzeug (Lok, Wagen, Straßenbahn, Zug) erzeugt werden. Beim Einsatz einer Belastungseinrichtung kann die einwirkende Kraft direkt gemessen werden, bei einer Überfahrt mit einem Belastungsfahrzeug dienen die Angaben des Fahrzeugherstellers (Radkraft, Achslast) als Größe für die einwirkende Vertikalkraft. Die sich infolge der einwirkenden Kräfte ergebenden Schieneneinsenkungen und Schienenkopfauslenkungen werden gemessen. Aus diesen Größen lässt sich die Gleissteifigkeit ermitteln.

Die Messergebnisse der Schieneneinsenkung und Schienenkopfauslenkung unter Fahrzeugbelastung lassen Rückschlüsse auf das Verhalten elastischer Materialien im Gleis zu, sie geben auch zusätzliche Informationen zur Verbesserung der Prognose und der Übertragung von Labormessergebnissen auf reale Gleisverhältnisse.

In Abhängigkeit von der Art der Belastung oder Anregung werden nach dieser DIN SPEC die folgenden Zustandsgrößen im Betriebsgleis ermittelt:

a) Schieneneinsenkung und vertikale Gleissteifigkeit

- mit einer Belastungseinrichtung;
- mit einem Belastungsfahrzeug (Fahrzeug steht oder fährt mit der Geschwindigkeit v).

In Abhängigkeit vom Bezugspunkt ergibt sich eine absolute oder eine relative Schieneneinsenkung. Die Festlegung des Bezugspunktes hängt von der Aufgabenstellung, der Oberbauform (Schotter, Feste Fahrbahn, in Straßen eingebettete Gleise) und der Streckenlage (Brücke, ebenerdig, Tunnel) ab. Zum Beispiel kann bei einem Masse-Feder-System der Bezugspunkt auf der abgedeckten Masse oder seitwärts auf einem unabgedeckten Festpunkt außerhalb des Gleises liegen.

b) Schienenkopfauslenkung

- mit einer Belastungseinrichtung;
- mit einem Belastungsfahrzeug (Fahrzeug fährt mit der Geschwindigkeit v).

Es gelten analog die unter a) gemachten Aussagen.

Auslenkungsmessungen am Schienenkopf geben auch Hinweise auf eine mögliche Spurerweiterung und Gleisverschiebung. Hierauf wird in dieser DIN SPEC nicht eingegangen.

c) Einfederung von elastischen Elementen bei Fahrzeuganregung im Zusammenspiel mit der Schieneneinsenkung.

Die Einfederung von elastischen Elementen wird weitgehend von der Radkraft (Achslast), der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Schienenprofil beeinflusst, wobei die Schiene eine lineare Einfederungskennlinie aufweist.

d) dynamische Steifigkeit des Oberbaus mittels Stoßanregung mit einem Prüfhammer auf dem Schienenkopf, der Schwelle oder Fahrbahntragplatte. Diese Anregung kann mit oder ohne Vorbelastung erfolgen.

Möglichkeiten einer Vorbelastung siehe DIN SPEC 45673-3.

ANMERKUNG 1 Im Gegensatz zur vorliegenden DIN SPEC werden nach anderen Teilen der Normenreihe DIN 45673 Kennwerte und -funktionen von elastischen Elementen des Oberbaus von schienengebundenen Fahrwegen aus Versuchen im Labor unter definierter Anregung ermittelt. Eine Übereinstimmung von Kennwerten und -funktionen aus

Laborversuchen und aus Versuchen im Betriebsgleis ist jedoch nicht gegeben. Anhand von vorab ermittelten oder bekannten Abhängigkeiten ist jedoch eine weitgehende Übertragung der Laborergebnisse auf reale Verhältnisse im Gleis möglich.

ANMERKUNG 2 Durch die im Oberbau eingesetzten elastischen Elemente kann eine zusätzliche Reduzierung der Erschütterungsemissionen erreicht werden, jedoch ist nicht auszuschließen, dass dadurch die Luftschallemissionen von Rad, Schiene und Fahrweg erhöht werden.

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).

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

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 auf die Schiene einwirkende Gewichtskraft des stehenden Fahrzeugs

3.1.2

Nennwert der Radkraft

Radkraft nach Herstellerangabe, wobei der Leerzustand und der maximale Beladungszustand des Fahrzeugs zu berücksichtigen sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Nennwert der Radkraft des stehenden Fahrzeugs ($v = 0$) wird vielfach auch bei Messungen mit Fahrgeschwindigkeit ($v > 0$) als Belastung zugrunde gelegt.

3.1.3

gemessene Radkraft

in geeigneter Art und Weise messtechnisch ermittelte Radkraft

3.1.4

Stützpunktkraft

R-Kraft

Radkraftanteile, die auf einen einzelnen Schienenstützpunkt einwirken

3.1.5

Nullsetzungsmaß

vertikale Einsenkung einer Schwelle beim Schotteroberbau bei gelösten Schienenklemmen

3.1.6

Schieneneinsenkung

absolute oder relative Größe der vertikalen Einfederung der Schiene unter den Radkräften oder einer sonstigen Belastung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Größe der Schieneneinsenkung wird durch die Größe der Radkraft und die elastischen Eigenschaften (Steifigkeit) des Oberbaus bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei der Messung der Schieneneinsenkung wird u. U. das Nullsetzungsmaß miterfasst. Dies ist bei der Ermittlung der Gleissteifigkeit zu beachten.

3.1.7

Schienenkopfauslenkung

Größe der horizontalen Auslenkung des Schienenkopfs unter der Belastung durch ein bewegtes Fahrzeug oder einer sonstigen Belastung

3.1.8

Festpunkt

Punkt außerhalb eines Gleises, der durch ein bewegtes oder stehendes Fahrzeug kinematisch nicht beeinflusst wird und auf den sich die absoluten Einsenkungen oder Auslenkungen beziehen

3.1.9

Gleisverschiebung

horizontale Verschiebung eines Gleises relativ zur hergestellten (festgelegten) Gleislage

3.2 Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Formelzeichen:

dyn	Index „dynamisch“, d. h. Kennwert bei $v > 0$
f	Frequenz
F	Kraft
k	Steifigkeit
$k_{dyn,z}(f)$	vertikale dynamische Steifigkeit
$\underline{k}_{dyn,z}(f)$	vertikale komplexe dynamische Steifigkeit
Q	Radkraft (Q -Kraft)
R	Stützpunktkraft (R -Kraft)
s	Weggröße
$stat$	Index „statisch“, d. h. Kennwert bei $v = 0$
t	Zeit
v	Fahrgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs
y	horizontale Richtung quer zum Gleis
Y	Horizontalkraft (Y -Kraft)
z	vertikale Richtung.