

DIN EN 15610

ICS 17.140.30; 93.100

**Bahnanwendungen –
Geräuschemission –
Messung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung von
Rollgeräusch;
Deutsche Fassung EN 15610:2009**

Railway applications –
Noise emission –
Rail roughness measurement related to rolling noise generation;
German version EN 15610:2009

Applications ferroviaires –
Bruit à l'émission –
Mesurage de la rugosité des rails relative à la génération du bruit de roulement;
Version allemande EN 15610:2009

Gesamtumfang 35 Seiten

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

Nationales Vorwort

Die diesem Dokument zugrunde liegende Europäische Norm EN 15610:2009 wurde in der Arbeitsgruppe WG 3 „Schallemission“ des CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, erarbeitet.

Auf nationaler Ebene ist der Unterausschuss NA 001-01-05-01 UA „Spurgebundene Fahrzeuge — Kenngrößen“ im Arbeitsausschuss NA 001-01-05 AA „Geräuschemissionsmessungen an Fahrzeugen einschließlich Messungen im Fahrgastraum und am Arbeitsplatz“ zuständig.

Das in dieser Norm festgelegte Verfahren bezieht sich auf die Charakterisierung von Schienenfahrflächen im Zusammenhang mit Messungen der Geräuschemission von Schienenfahrzeugen. Das Verfahren ist nicht geeignet zur Überwachung der Schallemission betrieblich genutzter Gleise (z. B. beim Verfahren „Besonders überwachtes Gleis“, BüG).

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Geräuschemission —
Messung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung
von Rollgeräusch**

Railway applications —
Noise emission —
Rail roughness measurement related to rolling noise
generation

Applications ferroviaires —
Bruit à l'émission -
Mesurage de la rugosité des rails relative à la génération du
bruit de roulement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2009 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 des CEN 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Symbole	7
5 Anforderungen an das Messsystem	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Genauigkeit des Ausgangsignals	7
5.3 Abmessungen des Aufnehmers	7
5.4 Bewegung des Aufnehmers	7
5.5 Abtastrate	8
5.6 Abtastlänge	8
6 Messdatenerfassung	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Anforderungen an die Teststrecke	8
6.3 Auswahl der Referenzfläche	8
6.4 Messwerterfassung	10
6.5 Vorbereitung des Schienenkopfes	11
6.6 Erfassung der akustischen Rauheit	11
7 Datenverarbeitung	11
7.1 Grundsätze	11
7.2 Spitzenentfernungsverfahren	11
7.3 Krümmungskorrektur	12
7.4 Spektralanalyse	13
7.5 Erweiterung des Wellenlängenbereiches	14
7.6 Mittelungsverfahren	14
8 Akzeptanzkriterium	14
9 Darstellung der Ergebnisse	15
10 Prüfbericht	15
Anhang A (informativ) Beispiele für Schienenbeschädigungen	16
Anhang B (informativ) Beispiel für den Programmcode zur Messdatenverarbeitung der akustisch relevanten Rauheit	18
Anhang C (normativ) Algorithmus für die Herstellung eines Terzbandspektrums nach einer Schmalbandanalyse	30
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG	31
Literaturhinweise	33

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15610:2009) 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 November 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien 2001/16/EG, 96/48/EG und 2008/57/EG.

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

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm legt ein direktes Verfahren zur Charakterisierung der Rauheit der Schienenfahrfäche im Hinblick auf das Rollgeräusch fest (akustische Rauheit), dargestellt in Form eines Terzspektrums.

Die vorliegende Norm gibt ein Verfahren an zur

- a) Auswahl der Messpositionen,
- b) Messwerterfassung,
- c) Verarbeitung der Messwerte, mit dem Ziel ein Rauheits-Terzspektrum abzuschätzen,
- d) Darstellung der Ergebnisse zum Vergleich mit einer Grenzkurve für die akustische Rauheit,
- e) Bewertung in Bezug auf eine obere Grenzkurve, die als Terzspektrum über der Wellenlänge vorgegeben ist.

1.2 Sie ist anwendbar zur

- a) Güteprüfung von Referenz-Gleisabschnitten, auf denen im Rahmen der Abnahmeprüfung der Fahrzeuge (Typprüfung) innerhalb von drei Monaten Messungen der Schallemissionen von Schienenfahrzeugen durchgeführt werden,
- b) Abnahmeprüfung der Schienenfahrfächen-Qualität, sofern das direkte Messergebnis der akustischen Rauheit ein vereinbartes Abnahmekriterium ist.

1.3 Sie ist nicht anwendbar zur

- a) Messung der Schienenrauheit mittels eines indirekten Verfahrens,
- b) Messung der kombinierten Rad-Schiene-Rauheit,
- c) Analyse der Auswirkungen der Rad-Schiene-Wechselwirkung, wie etwa der Filterwirkung des Rad-Schiene-Kontaktes,
- d) Abnahmeprüfung der Schienenfahrfächen-Qualität nach erfolgter Reprofilierung, einschließlich Schienenschleifen, es sei denn, die akustische Rauheit (nicht die Riffel) ist ein vereinbartes Abnahmekriterium,
- e) Beschreibung der Gleisgeometrie.

Prüfung und Zulassung der Messgeräte werden in dieser Norm nicht behandelt.

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).

EN 61260, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven* (IEC 61260:1995)

EN ISO 266, *Akustik — Normfrequenzen* (ISO 266:1997)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe:

3.1

akustische Rauheit

$r(x)$

Variation der Schienenfahrfläche in ihrer Höhe im Hinblick auf die Anregung des Rollgeräusches (Rauheitsprofil), angegeben als Funktion der Längskoordinate, x , der Schiene

3.2

Spektrum der akustischen Rauheit

$\tilde{r}(\lambda)$

Amplitude der akustischen Rauheit, angegeben als Funktion der Wellenlänge λ

3.3

Pegel der akustischen Rauheit

L_r

Pegel, in Dezibel, entsprechend folgender Gleichung:

$$L_r = 10 \lg \left(\frac{r_{\text{RMS}}^2}{r_0^2} \right) \quad (1)$$

Dabei ist

L_r der Pegel der akustischen Rauheit, in dB;

r_{RMS} der Effektivwert der Rauheit, in μm ;

r_0 der Bezugswert der Rauheit, $r_0 = 1 \mu\text{m}$.

ANMERKUNG Diese Definition gilt für Werte, die entweder als Wellenlängenspektrum oder für ein bestimmtes Wellenlängenband gemessen wurden.

3.4

Riffel

periodisches Verschleißmuster der Schienenfahrfläche

3.5

direktes Rauheitsmessverfahren

Verfahren zur Messung der akustischen Rauheit, bei dem der Aufnehmer die Schienenoberfläche direkt abtastet, sodass die Schienenrauheit unabhängig von der Rauheit der Radlauffläche und möglichen Auswirkungen der Rad-Schiene-Wechselwirkung gemessen wird

3.6

indirektes Rauheitsmessverfahren

Verfahren zur Messung der akustischen Rauheit, bei dem eine Größe als Folge der Rad-Schiene-Wechselwirkung gemessen wird, wie etwa das Geräusch, die Schwingungen der Radsatzlager-Gehäuse oder der Schiene, woraus auf die Anregung durch die kombinierte Rad-Schiene-Rauheit geschlossen wird

3.7

Teststrecke

Gleisabschnitt, an dem eine bestimmte Messreihe ausgeführt wird

3.8

Schienenfahrfläche

Fahrspiegel

glänzende Fläche auf dem Schienenkopf, die alle Bereiche umfasst, in denen das Rad die Schiene unter den üblichen Betriebsbedingungen des Schienenverkehrs berührt

3.9

Referenzfläche

Fläche auf dem Schienenkopf innerhalb des Fahrspiegels, die zur Beurteilung der akustischen Rauheit gewählt wurde

3.10

Referenzlänge

Abmessung der Referenzfläche in Schienenlängsrichtung

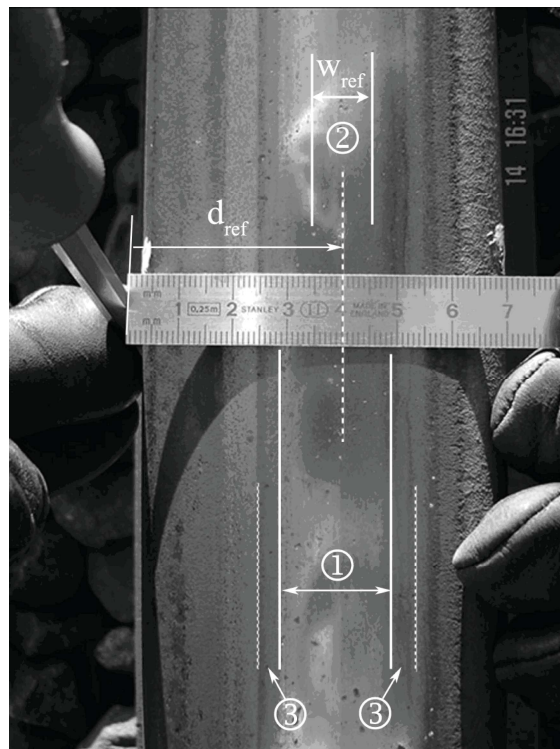
3.11

Referenzbreite

w_{ref}

Abmessung der Referenzfläche in Schienenquerrichtung

Einige der festgelegten Begriffe sind in Bild 1 gezeigt.



Legende

- 1 Schienenfahrfläche, Fahrspiegel
- 2 Referenzfläche
- 3 teilweise eingefahrene Fläche

Bild 1 — Beispiel zur Darstellung der festgelegten Begriffe

4 Symbole

$C(x)$	Kreis mit dem Radius 0,375 m, der bei der Verarbeitung der Messwerte der akustischen Rauheit verwendet wird
d_{ref}	Position der Symmetrieachse in Längsrichtung der Referenzfläche in Bezug auf die Schienenaußenkante
h	Höhe einer Spitze
L_r	Pegel der akustischen Rauheit
$r(x)$	Funktion der akustischen Rauheit
$r'(x)$	Funktion der akustischen Rauheit nach Anwendung des Algorithmus' zur Entfernung von Spitzen und zur Anpassung an die Krümmungen
$\tilde{r}(\lambda)$	diskrete Fouriertransformierte von $r(x)$
w	Breite einer Spitze
w_{ref}	Breite der Referenzfläche
x	Längskoordinate der Schiene
x_i	bestimmte Stelle in Schienenlängsrichtung
z	Mittelwert der Höhe in einem gegebenen Abschnitt
λ	Wellenlänge

5 Anforderungen an das Messsystem

5.1 Allgemeines

Ungeachtet der Tatsache, dass in dieser Europäischen Norm weder Prüfung noch Zulassung der Rauheitsmessgeräte festgelegt sind, werden jedoch Anforderungen an das Messsystem definiert. Dies erfolgt ausschließlich für Ausgangssignale sowie solche Parameter, die einen direkten Bezug zu den ausgegebenen Werten haben.

Die folgenden Anforderungen an das Messsystem müssen erfüllt werden.

5.2 Genauigkeit des Ausgangssignals

Das Messsystem muss in der Lage sein, gültige Messwerte zu produzieren für den Wellenlängenbereich und den akustischen Rauheitspegel der zu charakterisierenden Messstelle.

Wenn es jedoch ausreicht, die Einhaltung einer Grenze der akustischen Rauheit nachzuweisen, muss das Messsystem lediglich gültige Messwerte in Form von Terzpegeln der akustischen Rauheit liefern, die gleich oder größer als die Grenzwerte sind. Dies gilt insbesondere bei der Abnahmeprüfung einer Teststrecke.

5.3 Abmessungen des Aufnehmers

Falls ein Kontaktsensor benutzt wird, muss seine Tastspitze sphärisch ausgeführt sein, und deren Radius darf höchstens 7 mm betragen.

Bei einem berührungslosen Aufnehmer muss die effektive Breite kleiner als der Abstand zwischen den einzelnen Abtastpunkten sein.

5.4 Bewegung des Aufnehmers

Das Messgerät muss den Aufnehmer auf dem Schienenkopf innerhalb einer Toleranz von ± 1 mm entlang einer Spur führen, die parallel zur Außenkante des Schienenkopfes verläuft.

5.5 Abtastrate

Das Messsystem muss Messwerte mit einem Abtastintervall von kleiner oder gleich 1 mm erfassen und ausgeben.

5.6 Abtastlänge

Das Messsystem muss Rauheitsprofile mit einer Länge ≥ 1 m aufnehmen können.

6 Messdatenerfassung

6.1 Allgemeines

Das Ziel der Messdatenerfassung besteht darin, Aufzeichnungen der akustischen Rauheit beider Schienen der Teststrecke in digitaler Form zu erhalten. Diese werden mit einer ausreichend hohen Abtastrate über eine ausreichende Abtastlänge auf den Schienen gemessen, um daraus das Rauheitsspektrum zu berechnen. Die Abtastlänge muss mindestens 1 m betragen, damit das abgeschätzte Wellenlängen-Terzspektrum den Bereich bis 0,25 m abdeckt.

ANMERKUNG Um Wellenlängen größer als 0,25 m zu erhalten, wären größere Abtastlängen notwendig als die in diesem Abschnitt betrachteten.

6.2 Anforderungen an die Teststrecke

6.2.1 Gleisaufbau

Die Oberbauform muss über die gesamte Teststrecke konstant sein, und zwar mindestens für die folgenden Parameter Schienenquerschnitt, Schieneneinbauneigung und Schienenlagerung. Bei einem Schotteroberbau sind die Parameter, welche die Schienenlagerung bestimmen, die Art der Zwischenlagen, die Schienenbefestigung, der Schwellentyp, der Schwellenabstand sowie der Schotter.

ANMERKUNG Wenn eine Änderung im Gleisaufbau vorliegt, sollten getrennte Teststrecken festgelegt und die akustische Rauheit jeder Teststrecke gemessen und dargestellt werden.

6.2.2 Lokale Schienenfehler

Genau genommen, bestehen seitens der Messdatenerfassung der akustischen Rauheit keine Vorgaben an die Teststrecke. Andererseits kann es in der Teststrecke lokale Schienenfehler geben (z. B. Beschädigungen, Schleuderstellen), die für eine Beurteilung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung von Rollgeräusch nicht mit einzubeziehen sind.

ANMERKUNG Lokale Schienenfehler sind bei der Beurteilung der akustischen Rauheit im Hinblick auf den Rollgeräuschanteil nicht relevant.

6.3 Auswahl der Referenzfläche

6.3.1 Allgemeines

Die akustische Rauheit der Teststrecke muss innerhalb einer Referenzfläche ermittelt werden. Die Referenzfläche innerhalb des Fahrspiegels ist durch folgende Parameter bestimmt:

- a) Länge in Schienenlängsrichtung;
- b) Breite in Schienenquerrichtung, w_{ref} ;
- c) Entfernung zur Schienenaußenkante, d_{ref} .

6.3.2 Begründete Fälle bei der Auswahl für Typprüfungen

Es liegt in der Verantwortung des Messpersonals, Länge, Breite und Position der Referenzfläche auf beiden Schienen festzulegen und diese Entscheidungen zu begründen.

Wenn die Rauheitsmessung im Rahmen der Typprüfung von Fahrzeugen durchgeführt wird, ist allerdings einer der folgenden Fälle für die Begründung heranzuziehen:

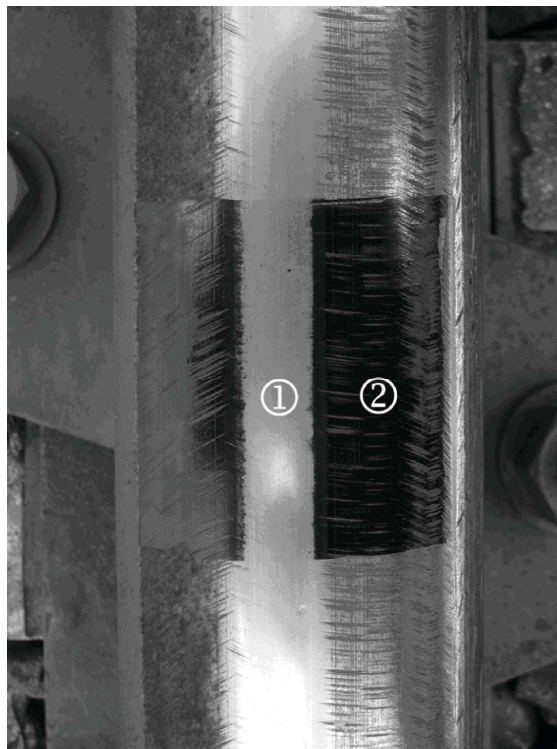
- a) Fall 1: Die Schienenfahrfläche auf dem Schienenkopf ist deutlich zu erkennen und es ist bekannt, dass dieser Fahrspiegel von den zu prüfenden Schienenfahrzeugen hervorgerufen wird.

Die Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene (Radaufstandspunkt) ist ungefähr 10 mm breit. Daher dürfen eventuell vorhandene, nur schwach glänzende Flächen am Rand des Fahrspiegels, die schmaler als die Hälfte dieser Breite sind, nicht zum Fahrspiegel gezählt werden.

- b) Fall 2: Die Stelle des Rad-Schiene-Kontaktes des untersuchten Zugs kann während der Abnahmeprüfung gemessen werden.

ANMERKUNG 1 Es empfiehlt sich, mit einem Filzstift quer über die Schienenfläche eine Linie zu zeichnen, um die Stelle des Rad-Schiene-Kontaktes zufriedenstellend anzuzeigen. Es wird empfohlen, die Kontaktstelle an beiden Enden des Prüfabschnitts zu ermitteln.

In Bild 2 ist ein Anwendungsbeispiel für diese Methode gezeigt.



Legende

- 1 tatsächliche Schienenfahrfläche der Zugräder 2 Filzstiftmarkierung außerhalb der Fahrfläche

Bild 2 — Beispiel für eine Markierung mit wasserfestem Filzstift auf der Schienenoberfläche