

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREErschütterungen in der Umgebung von
oberirdischen Schienenverkehrswegen
Spektrales Prognoseverfahren
Ground-borne vibration in the vicinity of
at-grade rail systems
Spectral prediction method

VDI 3837

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Spektrales Prognoseverfahren	5	3 Spectral forecast procedure	5
3.1 Übersicht	5	3.1 Overview	5
3.2 Teilsysteme	9	3.2 Subsystems	9
3.3 Hinweise zu den Teilsystemen	11	3.3 Explanations on the subsystems	11
3.4 Verwendung von Terzschnellepegeln	13	3.4 Use of third speed level	13
3.5 Ermittlung von Kenngrößen der Teilsysteme	16	3.5 Investigation of sub- systems	16
3.6 Ermittlung der Beurteilungsgröße	17	3.6 Determination of the valuation parameters	17
4 Einflussgrößen beim spektralen Prognoseverfahren	17	4 Impact parameters for the spectral forecast procedure	17
4.1 Übersicht	17	4.1 Overview	17
4.2 Erregung und Emissionssystem	18	4.2 Excitation and emission system	18
4.3 Transmissionssystem	18	4.3 Transmission system	18
4.4 Primäres und sekundäres Immissionssystem	18	4.4 Primary and secondary immission system	18
5 Möglichkeiten zur Reduzierung von Erschütterungsimmissionen	22	5 Ways of reduction of vibration immissions	22
5.1 Übersicht	22	5.1 Overview	22
5.2 Maßnahmen am Emissionsort	22	5.2 Measures at the place of emission	22
5.3 Maßnahmen am Transmissionsweg	22	5.3 Measures at the transmission path	22
5.4 Maßnahmen am Immissionsort	22	5.4 Measures at the place of Immission	22
Anhang Beispiele	26	Annex Examples	26
Schrifttum	39	Bibliography	39

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Schwingungstechnik

VDI-Handbuch Schwingungstechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Diese Richtlinie ist im Gemeinschaftsausschuss NALS/VDI C 15 „Schwingungsminderung in der Umgebung von Verkehrswegen“ erarbeitet worden. Sie ergänzt DIN ISO 14837-1. Beide Regelwerke beschreiben die grundsätzlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten, die bei der Erstellung oder Bewertung einer Prognose von Schienenverkehrserschütterungen zu beachten sind, und nennen prinzipielle Maßnahmen zur Reduzierung von Erschütterungsimmissionen. Die vorliegende Richtlinie zeigt darüber hinaus anhand eines spektralen Prognoseverfahrens auf, wie eine Immissionsprognose aufgebaut sein kann.

Durch fahrende Schienenfahrzeuge entstehen Schwingungen, die über den Oberbau in den Unterbau eingeleitet und durch den Boden in benachbarte Gebäude übertragen werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und der Art der Schienenfahrzeuge können die angeregten Gebäudeschwingungen Erschütterungswerte erreichen, die deutlich spürbar sind und die Anhaltswerte für die Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen beim Aufenthalt in Gebäuden nach DIN 4150-2 überschreiten. Es werden jedoch erfahrungsgemäß bei Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 auch die Anhaltswerte zur Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf die bauliche Struktur eines Gebäudes nach DIN 4150-3 eingehalten.

Das spektrale Prognoseverfahren nach dieser Richtlinie kann analog auch für andere Beurteilungsaufgaben, wie die Einwirkung von Schwingungen auf erschütterungsempfindliche Geräte, Anlagen o.Ä., angewendet werden.

Bei zu ändernden oder neu zu bauenden Schienenwegen sind Prognosen der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden erforderlich. Zur

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

Introduction

This guideline has been elaborated by the committee NALS/VDI C 15 “Reduction of vibrations in the surrounding of travelways”. It complements DIN ISO 14837-1. Both sets of regulations describe the basic connections and dependencies, which have to be considered for a preparation or a valuation of a forecast of vibrations within the railway traffic. They mention principle measures for the reduction of immissions of vibrations. The current guideline moreover shows on the basis of a spectral forecast procedure, how an immission forecast can be established.

The passage of track-bound vehicles causes vibrations, which are induced through the superstructure into the substructure and are transferred through the soil into neighbouring buildings. Depending upon the local conditions and the kind of vehicles, the excitation vibrations of the buildings can reach levels which can be distinctly felt and exceed the border values for the impact of vibrations on humans during their presence in buildings, according to DIN 4150-2. However, from experience, if the guidelines according to DIN 4150-2 are followed, the target values for ascertaining the vibration effects on the structure of a building according to DIN 4150-3 are also obtained.

The spectral forecast procedure according to this guideline can also be applied for other evaluation tasks, such as the effect of vibrations on sensitive instruments, equipment or others.

For tracks that have to be altered or newly constructed, forecasts of the vibrations that are expected are necessary in the respective buildings. For the reduction of

Minderung der Erschütterungsimmissionen (angegeben etwa als KB_F -Werte) können Maßnahmen am Emissionsort (Fahrzeug, Oberbau, Unterbau), am Transmissionsweg (Boden) und am Immissionsort (Gebäude) getroffen werden.

Die Anregung von Erschütterungen (Emission), ihre Ausbreitung im Untergrund (Transmission) sowie die Einleitung und Auswirkung im Gebäude (Immission) hängt von zahlreichen Parametern ab, die rechnerisch in einem geschlossenen Rechenverfahren nur annähernd berücksichtigt werden können. Dies erschwert Prognosen, die allein auf Berechnungen basieren. Daher berücksichtigt das spektrale Prognoseverfahren nach dieser Richtlinie sowohl messtechnische als auch rechnerische Untersuchungen.

1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie werden grundlegende Abhängigkeiten für die Emission, Transmission und Immission von Erschütterungen aufgezeigt und darauf aufbauend ein spektrales Prognoseverfahren für die Erschütterungen im Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz beschrieben, die von **oberirdisch** geführten Schienenbahnen ausgehen.

Anmerkung 1: Zur Prognose von Erschütterungsimmissionen, die von **unterirdisch** geführten Schienenbahnen ausgehen, siehe DIN ISO 14837-1.

Das Verfahren kann angewendet werden bei bestehenden oder neu zu errichtenden Strecken.

Bis zu den nachfolgend aufgeführten Abständen zu benachbarten Gebäuden wird das spektrale Prognoseverfahren empfohlen, da in diesen Fällen in Gebäuden solche Erschütterungen auftreten können, die spürbar sind und die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 überschreiten:

- Vollbahn mit Massengütertransport, extrem weicher Boden, Holzbalkendecke: 200 m
- Vollbahn: 60 m
- S-Bahn: 40 m
- U-Bahn (oberirdisch fahrend), Stadtbahn, Straßenbahn: 25 m

Anmerkung 2: Schwingende Bauteile können auch zur Abstrahlung von sekundärem Luftschall führen; dieser kann nach der vorliegenden Richtlinie nicht abgeschätzt werden.

the vibration immission (given, for instance, as KB_F values) measurements at the place of emission (vehicle, superstructure, substructure), at the transmission path (soil) and at the immission location (building) can also be performed.

The excitation of vibrations (emission), their dispersion in the underground (transmission) as well as their induction and effect in the building (immission) depend upon several parameters, which can only be approximated by a closed simulation model. This aggravates forecasts which are only based on calculations. Therefore, the spectral forecast procedure according to this guideline considers only technical as well as mathematical investigations.

1 Scope

In this guideline, the basic dependencies for the emission, transmission and immission of vibrations are shown. Built upon this, a spectral forecast for vibrations in the frequency range of 4 Hz to 80 Hz, which originate from **overground** tracks, is described.

Note 1: For the forecast of vibration immissions which originate from **underground** tracks, see DIN ISO 14837-1.

The procedure can be applied for existing tracks or tracks that are to be newly constructed.

The spectral forecast procedure is recommended for the distances to the neighbouring buildings, listed in the following, since in these cases vibrations in buildings can occur to a degree that can be physically felt and which exceed the target values according to DIN 4150-2:

- railway with freight transport, extremely soft ground, timber ceiling: 200 m
- railway: 60 m
- tram: 40 m
- underground (overground), city railway, tram: 25 m

Note 2: Vibrating construction parts can also lead to secondary airborne sound; this, however, cannot be assessed according to the available guideline.