

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Schriftenreihe für Verkehr und Technik

Band 98

Schall und Erschütterungen bei Bahnen nach BOSTrab

**Messung, Bewertung und
Minderungsmaßnahmen**

Von

Dipl.-Ing. Udo Lenz

ERICH SCHMIDT VERLAG

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter
ESV.info/978 3 503 16783 8

Gedrucktes Werk: ISBN 978 3 503 16783 8
eBook: ISBN 978 3 503 16784 5

ISSN 0340-9554

Alle Rechte vorbehalten
© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2016
www.ESV.info

Dieses Papier erfüllt die Frankfurter Forderungen der Deutschen Nationalbibliothek und der Gesellschaft für das Buch bezüglich der Alterungsbeständigkeit und entspricht sowohl den strengen Bestimmungen der US-Norm Ansi/Niso Z 39.48-1992 als auch der ISO-Norm 9706.

Satz: Tozman Satz & Grafik, Berlin
Druck und Bindung: Strauss, Mörlenbach

Vorwort

Bereits als kleiner Junge machte ich in den 60er Jahren erste Erfahrungen mit den Körperschallimmissionen von Straßenbahnen. Ein Freund meines Vaters betrieb in Flensburg in der Norderstraße eine Bäckerei mit zur Straßenbahn gelegendem Ladengeschäft. Hinter dem Ladengeschäft befand sich ein Aufenthaltsraum, in dem die Straßenbahn trotz geschlossener Türen deutlich hörbar war. Als kleiner Junge wusste ich natürlich noch nicht, was Körperschallübertragungen sind. Die Straßenbahn in Flensburg existiert auch schon lange nicht mehr. Damals konnte ich nicht ahnen, dass ich mich zukünftig und inzwischen seit 30 Jahren mit den Schall- und Erschütterungsimmissionen von Straßenbahnen beschäftigen würde. Noch im Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Hannover habe ich den Verkehrsbereich vermieden und mich allgemein mit Schall- und Erschütterungsimmissionen beschäftigt. Am damaligen Curt-Risch-Institut für Dynamik, Schall und Messtechnik habe ich die Grundlagen hierfür kennen gelernt. Viele praktische Kenntnisse der Messtechnik hat mir dort Ingenieur G. Lotz beigebracht. Nach Abschluss meines Studiums fing ich im Sommer 1985 im damaligen Ingenieurbüro D. Uderstädt, Essen als Sachbearbeiter für Messungen und Immissionsprognosen an. Vom Ingenieur D. Uderstädt habe ich viele Dinge gelernt, die für die praktische Arbeit in einem Ingenieurbüro erforderlich sind.

Das vorliegende Buch basiert auf meinen in vielen Jahren gewonnenen Erkenntnissen über die Schall- und Erschütterungsimmissionen von Schienenverkehrswegen nach BOStrab. Die Darstellungen sind sicherlich nicht in allen Bereichen umfänglich und abschließend. Wenn das Buch in Fachkreisen Anklang findet, besteht die Möglichkeit zukünftig eine Überarbeitung vorzunehmen. Daher bin ich für Rückmeldungen, Anregungen, Fehlerhinweise etc. dankbar.

Udo Lenz

Essen, im März 2016

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Abbildungsverzeichnis	11
1 EINLEITUNG	15
2 BESCHREIBUNG DER IMMISSIONEN	17
2.1 Grundlagen	17
2.2 Erregermechanismen	19
2.2.1 Luftschall	19
2.2.2 Erschütterungen und Körperschall	23
2.3 Luftschall.	23
2.4 Schwingungen	32
3 VERORDNUNGEN UND REGELWERKE	35
3.1 Vorbemerkung.	35
3.2 Gesetze und Rechtsverordnungen	35
3.2.1 Vorbemerkung	35
3.2.2 Grundgesetz	36
3.2.3 Bürgerliches Gesetzbuch	37
3.2.4 Bundes-Immissionsschutzgesetz	37
3.2.5 Verkehrslärmschutzverordnung.	38
3.2.6 Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm	42
3.2.7 24. BImSchV	43
3.2.8 Allgemeine Verwaltungsvorschrift Baulärm.	45
3.3 Technische Regelwerke	46
3.3.1 Vorbemerkung	46
3.3.2 Erschütterungen	46
3.3.3 Körperschall	50
3.4 Vergleichende Beurteilung.	51
3.5 Besondere Anforderungen	52
3.6 Orientierungswerte für die Planung.	52
4 MESSUNGEN	55
5 IMMISSIONSPROGNOSEN	57
5.1 Vorbemerkung.	57
5.2 Luftschallimmissionen	58
5.2.1 Grundlagen	58
5.2.2 Emissionen	58

5.2.3	Transmission.	60
5.2.4	Immission.	62
5.2.5	Anmerkungen Rechenmodell	66
5.2.6	Anmerkungen Straßenverkehr	67
5.2.7	Anmerkung Gesamtverkehr	67
5.2.8	Anmerkung stehende Fahrzeuge	67
5.3	Schwingungsimmissionen	67
5.3.1	Vorbemerkung	67
5.3.2	Übersicht Prognosemodelle	68
5.3.3	Prognose Neubau einer oberirdischen Gleistrasse	70
5.3.3.1	Prognosemodell	70
5.3.3.2	Emissionspegel	70
5.3.3.3	Einfluss Abstand.	71
5.3.3.4	Einfluss Gebäude	73
5.3.3.5	Ermittlung der Beurteilungsgrößen.	75
5.3.4	Prognosemodell, Neubau einer unterirdischen Gleistrasse.	76
5.3.5	Prognosemodell Umbau einer oberirdischen Gleistrasse	77
6	MINDERUNGSMASSNAHMEN SCHALL	81
6.1	Vorbemerkung.	81
6.2	Streckenplanung	82
6.3	Oberbau	84
6.4	Fahrzeugart	87
6.5	Schallschirme.	87
6.6	Pflege von Rad und Schiene.	88
7	KURVENGERÄUSCHE	89
7.1	Vorbemerkung.	89
7.2	Kurvenquietschgeräusche.	89
7.3	Kurvenzischgeräusche	90
7.4	Minderung von Kurvengeräuschen	92
7.4.1	Vorbemerkung	92
7.4.2	Radabsorber	93
7.4.3	Radbedämpfung.	95
7.4.4	Schienenbewässerung	96
7.4.5	Schienenschmierung.	96
8	GLEISELASTIZITÄT MINDERT SCHWINGUNGEN.	99
8.1	Vorbemerkung.	99
8.2	Grundlagen der Schwingungsisolierung.	101
8.3	Elastische Oberbauformen.	103
8.4	Beschreibung der elastischen Oberbausysteme	105
8.4.1	Masse-Feder-Systeme	105
8.4.2	Unterschottermatten.	108
8.4.3	Diskrete Schienenbefestigungen	110
8.4.4	Kontinuierliche Schienenbefestigung	114
8.4.4.1	Vorbemerkung	114

8.4.4.2	Elastische Rillenschienenlagerung	116
8.4.4.3	Kontinuierlich elastisch gebettetes Schienensystem	125
8.4.5	Schwellenlager	126
8.4.6	Übersicht immissionsmindernde Wirkung	128
8.4.7	Spezielle Maßnahmen bei Weichen	129
8.4.8	Technische Lieferbedingungen	131
9	GERÄUSCHABSTRAHLUNG BEI BRÜCKEN	133
9.1	Problemstellung	133
9.2	Minderungsmaßnahmen	134
10	FAHRZEUGEMISSIONEN	137
10.1	Vorbemerkung	137
10.2	Schallemissionen der Fahrzeuge	137
10.3	Schwingungsemissionen der Fahrzeuge	139
10.4	Minderung der Außengeräusche	139
10.5	Minderung der Innengeräusche	141
10.6	Minderung der Schwingungsemissionen	142
11	SCHWINGUNGSSCHUTZ AN GEBÄUDEN	143
11.1	Vorbemerkung	143
11.2	Abschirmung im Erdreich	143
11.3	Abfederung von Anliegergebäuden	145
11.3.1	Vorbemerkung	145
11.3.2	Abfederung mit Elastomer-Blocklagern	146
11.3.3	Abfederung mit Schraubenfedern	147
11.3.4	Abfederung mit Elastormatten	148
12	BAUSTELLENIMMISSIONEN	149
13	LITERATURHINWEISE	151
	Stichwortverzeichnis	155