

Die Schallemission von Straßenbahnen

1. Die Bedeutung der Lärmeinwirkungen im Wohnumfeld

Der Lärm ist die bedeutendste Umweltbeeinträchtigung im Wohnumfeld. Er kann als ein Maßstab für verminderte Lebensqualität dienen. Nach Angaben des Umweltbundesamtes stört er noch mehr als Luftverschmutzung, Gewässer- und Abfallbelastung [12]. In Deutschland fühlen sich nach der Online-Umfrage 2002 des Umweltbundesamtes durch Straßenverkehrslärm rund 64% der Einwohner und durch Schienenverkehrslärm rund 19% der Einwohner mittelmäßig bis sehr stark belästigt [14]. Trotzdem gibt es wegen der hohen auf die öffentliche Hand zukommenden Kosten nur einen unbefriedigenden Schutz vor Verkehrslärm.

Ergebnisse von Befragungen spiegeln allerdings nur subjektive Eindrücke wieder; denn das Ohr ist immer aufnahmebereit. Einen Gewöhnungseffekt gibt es daher nicht, nur eine scheinbare Gewöhnung an bekannte Geräusche, wenn sie nicht allzu laut sind. Auch die Geräusche, an die man sich scheinbar gewöhnt hat, mindern die nächtliche Erholung wegen der Verkürzung des Tiefschlafzustandes. Lärm beschleunigt auf biochemischem Weg die Alterung des Herzens durch Freisetzung der Stresshormone Adrenalin und Cortisol. Ich möchte hier nicht auf einzelne Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung eingehen, nur so viel: Unbestritten ist, daß Beurteilungspegel, also Mittelungspegel, von etwa über 65 dB(A) bei Dauereinwirkung das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhen [13]. Eine weitere gesicherte Erkenntnis ist, daß bei Straßenverkehrslärmbelastungen mit Mittelungspegeln von mehr als 65/55 dB(A) außen tags/nachts eine Zunahme des Risikos für Herzinfarkt um ca. 20% zu befürchten ist [8].

2. Neuere Meßergebnisse der Schallemissionen von Straßenbahnen.

Die Eingangsgrößen für die Berechnungen der Schallemissionen von Schienenbahnen finden sich in den durch die Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV [2] (erlassen aufgrund von § 43 Abs. 1 Nr. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG[1]) eingeführten Regelwerken. Es sind dies die Anlage 2 zur 16. BImSchV oder die „Schall 03“ [3]. Die tatsächlichen Größen ändern sich im Laufe der Jahre. Auch werden im Laufe der Zeit neue Oberbauformen, deren Schallemission nicht hinreichend bekannt ist, zum Stand der Technik. So ist zu erwarten, daß bei der klassischen Straßenbahn der Schwellenoberbau im Schotterbett, dessen Unterhalt wegen des Einsatzverbotes von Herbiziden stark erschwert worden ist, in erheblichem Umfang durch den Rasengleisoberbau ersetzt wird. Dieser ist im Prinzip eine feste Fahrbahn mit Mutterbodenaufgabe und Raseneinsaat.

Das Bayer. Landesamt für Umweltschutz (BayLfU) hat seit 1984 immer wieder an verschiedenen Straßenbahnstrecken Schallpegelmessungen durchgeführt oder durchführen lassen, u.a. durch das Ingenieurbüro Möhler + Partner. Dieses Büro hat in engem Zusammenwirken mit dem Auftraggeber und mit dem Umweltbundesamt die Untersuchungen vorgenommen und den Abschlußbericht [10] bis Ende 1997 erstellt. Eine Kurzfassung erschien unter dem gleichen Titel in der „Zeitschrift für Lärmbekämpfung“ [11]. Eine Gesamtschau der vom Umweltbundesamt durchgeführten oder ausgewerteten Schallemissionsmessungen an Straßenbahnstrecken hat Heinz-Joachim Giesler gegeben [6].

Einen Vergleich der Zu- und Abschläge nach den Meßergebnissen mit den Werten in der „Schall 03“ zeigt Tabelle 1.

Tab. 1:

In 4 756 Messungen ermittelte Pegeldifferenzen der akustischen Eingangsgrößen von schalltechnischen Berechnungen, verglichen mit den Werten der Richtlinie „Schall 03“

Zuschlagart	nach [6], ergänzt nach [5], [9] und [10] dB	nach „Schall 03“ ***) dB
Fahrzeugart D_{Fz}		
• Straßenbahn-Hochflurfahrzeug	+3	+3
• Straßenbahn-Niederflurfahrzeug	+1	+3
• Stadtbahn Stuttgart	0	+3
• U-Bahn Hamburg (DT 4)	-5	+2
• U-Bahn München	-2	+2
Fahrbahnart D_{Fb}		
• Rasenbahnkörper, tiefliegender Rasen	+4	-2
• Rasenbahnkörper hochliegender Rasen	0	-2
• Schotterbett, Holzschwellen	+2	0
• Schotterbett, Betonschwellen	+2	+2
• Feste Fahrbahn, nicht absorbierend, straßenbündige Gleise	+7	+5
Einfluß der Pflege des Rad-Schiene-Systems D_{Fb} , Fußnote		
• gepflegtes Rad-Schiene-System	-3 **)	
Einfluß der Kurven D_{Ra}		
• Kurvenradius <50 m ohne Maßnahmen gegen das Quietschen	8	
• Kurvenradius <50 m mit Maßnahmen gegen das Quietschen	5*)	
• Kurvenradius von 50 m bis < 300 m	2*)	
• Kurvenradius < 300 m		8
• Kurvenradius von 300 m bis < 500 m		3

*) Ergebnisse noch nicht genügend abgesichert

**) Kann auf Antrag des Projektträgers schon jetzt von der Planfeststellungsbehörde anerkannt werden.

***) rechtsverbindliche Werte nach [2].

Die Werte beziehen sich auf den „Grundwert“ nach „Schall 03“, der 51 dB(A) beträgt und für folgende Verhältnisse gilt:

- 1 Zug/Stunde mit 100 m Länge
- 100 km/h Geschwindigkeit,
- Zug vollständig schiebengebremst,
- Holzschwellengleis im Schotterbett,
- 25 m Meßabstand neben dem Gleis in 3,5 m Höhe über Grund,
- durchschnittlich guter Schienenzustand.

Die wesentlichen Ergebnisse von Untersuchungen des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz [10], des Umweltbundesamtes [6] und der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. STUVA [9] sind folgende:

- Straßenbahnzüge auf Holzschwelligleisen sind ebenso laut wie Züge auf Betonschwelligleisen im Schotterbett. Der ermittelte Fahrbahnzuschlag beträgt 2 dB.
- Der Fahrbahnzuschlag für Gleise (i.d.R. Rillenschienengleise), die in den Straßenkörper eingebettet sind, liegt um 2 dB höher als nach „Schall 03“. Er beträgt 7 dB, nicht 5 dB.
- Das Rasengleis ist tatsächlich um 2 – 6 dB lauter als nach „Schall 03“ berechnet. Es ist bei hochliegendem Rasen nur um 2 dB leiser als das Betonschwelligleis, bei tiefliegendem Rasen um 2 dB lauter als das Betonschwelligleis, jeweils im Schotterbett.
- Bei einem regelmäßig gepflegten Rad-Schiene-System kann bei allen Fahrbahnarten ein Abschlag von 3 dB angesetzt werden. Dazu müssen die Schienen aller Betriebsstrecken etwa alle 1 – 2 Wochen durch Schleifwagen mit Schleifsteinen geschliffen und aufgetretene Rad-Flachstellen kurzfristig abgedreht werden, d.h. der Verkehrsbetrieb muß einen Schleifwagen und eine Radsatzprofilierungsmaschine besitzen und auch ständig einsetzen.
- Der Zuschlag von 3 dB für ältere Straßenbahnfahrzeuge konnte bestätigt werden. Für neuere Niederflurfahrzeuge kann er auf 1 dB vermindert werden. Beispiele für Straßenbahn - Vorbeifahrten auf geraden und gekrümmten Gleisabschnitten zeigt Bild 1.
- Der Kurvenzuschlag nach „Schall 03“ in Höhe von 8 dB wurde für Radien von etwa 25 m bestätigt. Die Emissionen streuen sehr stark. Sie sind besonders hoch bei trockenem, kaltem Wetter, bei neuen Radreifen auf neuen Gleisen oder bei verriffelter Innenschiene. Maßnahmen gegen erhöhte Kurvengeräusche (u.a. Schmiereinrichtungen, stationär am Gleis oder an den Spurkränzen des Fahrzeuges, sowie eigens auf das Spektrum des Kurvenquietschens abgestimmte Radabsorber) verringern die Emissionen im Mittel nur um 1,5 dB(A).
- Neuere Stadtbahn- und U-Bahn-Fahrzeuge sind deutlich leiser als mit den Fahrzeugparametern der „Schall 03“ berechnet, z.B. der Stuttgarter DT 8 um 3 dB(A), die Münchner U-Bahn-Fahrzeuge der 2. Generation um 3 dB(A), der Hamburger DT 4 um bis zu 10 dB(A) [9, 10].

Bedauerlicherweise sind aber neuere Fahrzeuge nicht immer leiser als die älteren [7]. Gefördert wird diese Erscheinung einmal durch die fehlende Rechtsverordnung nach § 38 Abs. 2 BImSchG zur Begrenzung der Schallemissionen von Schienenfahrzeugen. Dazu beigetragen hat aber auch die Straßenbahn-Niederflurtechnik mit durchgehendem Niederflur-Fußboden. Deshalb mußten Schall emittierende Aggregate ungeschützt auf dem Wagendach angeordnet werden und nicht mehr – wie bei älteren Fahrzeugen – abgeschirmt unter dem Wagenfußboden. Besonders leise Fahrzeuge waren ältere Nicht-Niederflurfahrzeuge, z.B. die 1988/89 beschafften Wagen der Würzburger Straßenbahn (dortiger Typ GT-E) mit Niederflur-Mittelteil.

Wichtige Ergebnisse

- für Gleise in der Geraden und in der Kurve,
 - für verschieden gute Gleiszustände
- sind in den Bildern 1 und 2 enthalten.

Die Meßergebnisse zeigen insgesamt, daß die Parameter der „Schall 03“ für Straßen- und U-Bahnen, die gemäß 16. BImSchV bei schalltechnischen Berechnungen rechtsverbindlich anzusetzen sind, zu einem nicht unerheblichen Teil überholt sind. Eine Fortschreibung der „Schall 03“ wird auf Antrag der Deutschen Bahn AG seit 2002 beraten, sie soll 2005 fertiggestellt werden.

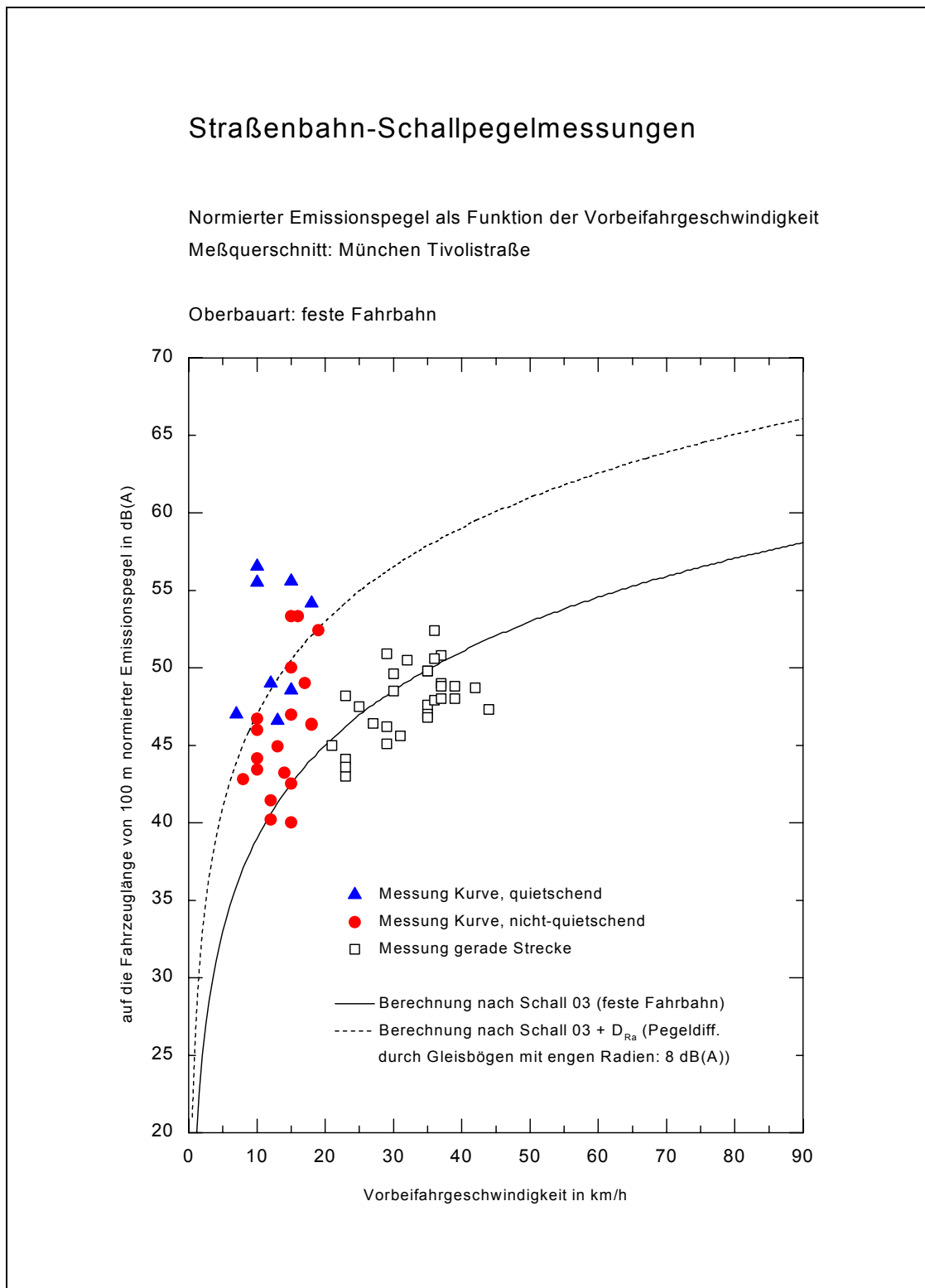


Abb. 1: Straßenbahn-Schallemissionen, Vergleich gerade Strecke – Kurve [10]

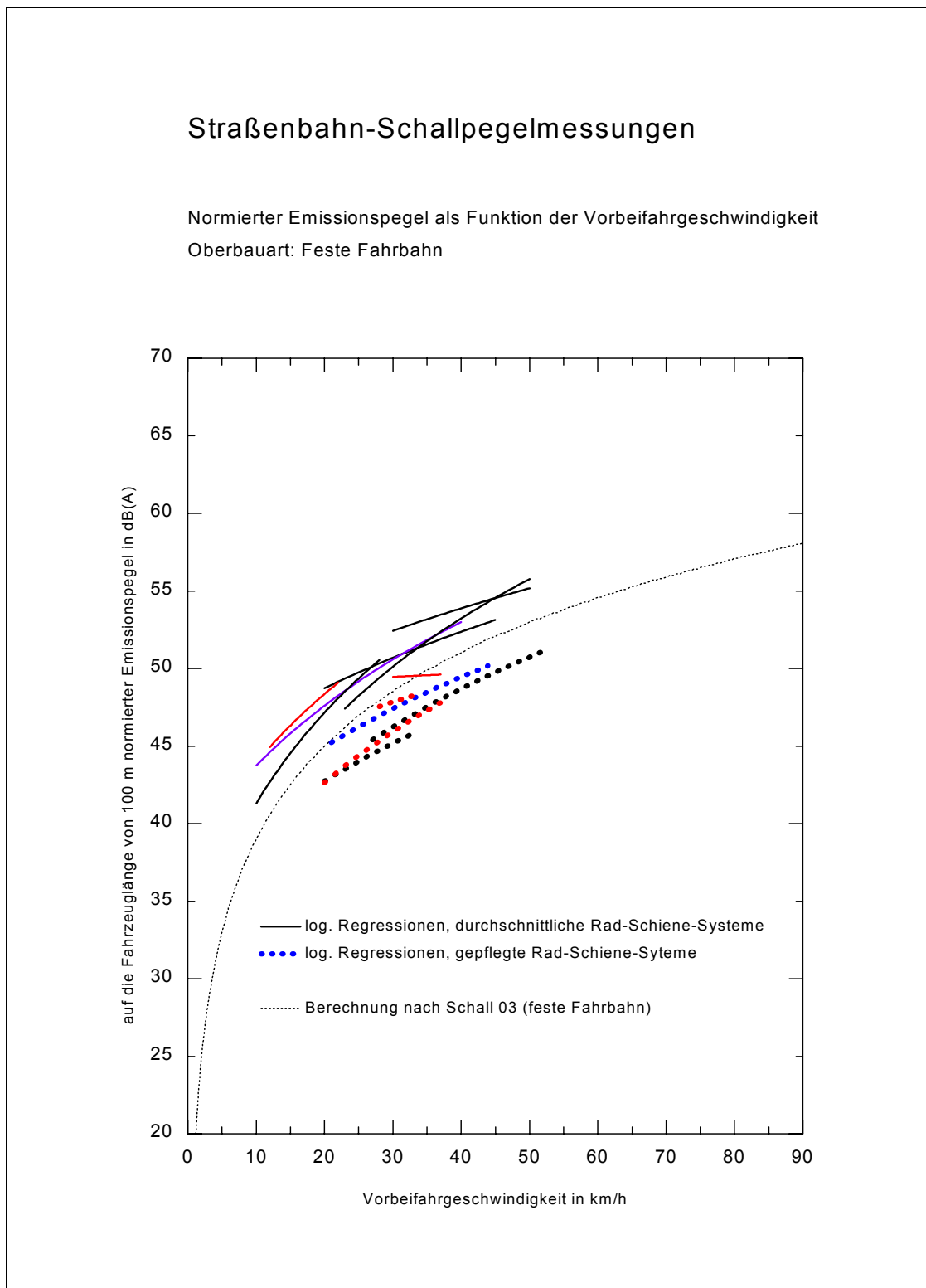


Abb. 2: Abhängigkeit des Straßenbahn-Schallemissionspegels von der Geschwindigkeit bei fester Fahrbahn [10]

Literatur:

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG vom 15. März 1974, neu gefaßt durch Bek. v. 26. 9.2002 BGBl I 3830.
- [2] Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV vom 12.06.1990, BGBl I S. 1036.
- [3] Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen - „Schall 03“.
- [4] Giesler H.-J., Krawiec J.: „Die Berliner Straßenbahn - Minderung der Geräuschemission“, in: „Der Nahverkehr“ 4/1998 S. 26.
- [5] Giesler, H.-J.: Vortrag „Geräuschemissionen von Fahrzeugen des Schienenpersonennahverkehrs in Deutschland“ auf dem UBA-Fachgespräch „Minderung der Geräuschemissionen des Schienenpersonennahverkehrs“ am 29./30.06.1999 (Abschlag in Höhe von -5 dB(A) für den DT 4 der Hamburger U-Bahn aus der „Schall 03“ und den Angaben des Vortrages errechnet).
- [6] Giesler, H.-J.: „Geräuschemissionen von Straßenbahnen“, in: „Der Nahverkehr“ 4/2000 S. 10.
- [7] Groß, K.: Heuler und Quietschenten, in „Der Fahrgast“ 2/2002 S. 41.
- [8] Ising H., Kruppa B.: Zum gegenwärtigen Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels, Umweltmed Forsch Prax 6 (4) 181-189 (2001).
- [9] Krüger, F. und Witte, G.: Hamburger U-Bahn deutlich leiser, in „Der Nahverkehr“ 5/2001 S. 20.
- [10] Möhler + Partner, München: „Schallemissionen von Schienennahverkehrsbahnen“, im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Abschlußbericht 090 416, Dezember 1997, zu beziehen zum Preis von 18,-- € beim Ingenieurbüro Möhler + Partner, Schwanthalerstraße 79, 80336 München.
- [11] Möhler U., Prestele G., Giesler H.-J., Hendlmeier, W.: „Schallemissionen von Schienennahverkehrsbahnen“, in: „Zeitschrift für Lärmbekämpfung“ 6/1998 S. 209.
- [12] Umweltbundesamt: UBA-Forschungsbericht 84-101 07 051, Berlin 1984.
- [13] Umweltbundesamt: „Lärmbekämpfung '88“, Berlin 1989.
- [14] Umweltbundesamt: Jahresbericht 2002 (Online-Umfrage zur Lärmbelästigung in Deutschland).

Ansprechpartner:

Wolfgang Hendlmeier, Tel. (0821)9071-5212, wolfgang.hendlmeier@lfu.bayern.de