

Schallemissionen an Schienenbahnen

A. Holzer

Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg; E-Mail: andreas.holzer@lfu.bayern.de

1 Einleitung

Vor rund 25 Jahren wurde zur Prognose von Schienenverkehrsgeräuschen die Schall 03 [1] entwickelt, im Jahr 1990 überarbeitet und dabei ein einheitlicher Grundwert von 51 dB(A) als zentraler Emissionswert eingeführt. Die Schall 03 ist Bestandteil der Verkehrslärmschutzverordnung-16. BImSchV [2]. Der Grundwert von 51 dB(A) ist nach [1] definiert als Mittelungspegel eines „Standardzuges“ pro Stunde (25 m seitliche Entfernung, 3,5 m über Schienenoberkante und ca. 4 m über ebenem Grund), der eine Länge von 100 m hat und mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h zu 100 % schiebengebremst auf durchschnittlich gutem Gleis fährt. Nachdem seit einigen Jahren neue, in [1] noch nicht berücksichtigte Triebzüge für den Nah- und Fernverkehr in Betrieb sind, stellt sich die Frage nach deren Emissionen. Wir haben deshalb an einigen bayerischen Schienenstrecken die Vorbeifahrgeräusche von neuen und zum Vergleich auch die von herkömmlichen Fahrzeugen gemessen und ausgewertet.

2 Messmethodik und Auswertung

Mit zwei parallelen, in 5 m Abstand voneinander senkrecht zum Schienenweg stehenden Messketten (Redundanz) wurde unter Beachtung der E DIN EN ISO 3095:2001-04 [3] an meist zweigleisigen Strecken – alle in der Oberbauform „Betonschwellen im Schotterbett“ – gemessen. Für jeden Messquerschnitt wurde ein Gelände-profil angefertigt und die mittlere Höhe über Grund h_m bestimmt. Die Vorbeifahrgeräusche wurden linear in einem Frequenzbereich von 20 Hz - 20 KHz aufgezeichnet (Schallpegelmesser: Brüel & Kjaer, Klasse 1; Speicherung auf DAT-Rekordern von TEAC und Sony, Dynamikumfang > 75 dB) und im Labor mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F ausgewertet. Neben dem Zugtyp haben wir Länge, Anzahl der Wagen, Vorbeifahrtgeschwindigkeit und Vorbeifahrtzeit sowie die Bremsbauart der Fahrzeuge erfasst. Vom März 2001 bis November 2002 wurden so für ca. 700 Züge die Vorbeifahrtpegel gemessen, von denen rund 550 – wie nachfolgend beschrieben – ausgewertet werden konnten.

Damit sich die Emissionen der unterschiedlichen Schienenfahrzeuge untereinander und mit dem Grundwert von 51 dB(A) vergleichen lassen, wurde der orts- und fahrzeugspezifische Grundwert, nach-

folgend mit $L_{m, o, 1h}$ bezeichnet, gebildet. Aus den aufgenommenen Geräuschen wurden mit einem Messverstärker (Brüel & Kjaer, Klasse 0) dazu die auf eine Stunde bezogenen energieäquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} ermittelt, die fahrzeugspezifischen Einflussgrößen mit den Formeln (2) bis (4) nach [1] berechnet, mit den Diagrammen 8 und 9 in [1] auf den Bezugsabstand 25 m normiert, von der jeweils gleichen Zugart der energetische Mittelwert gebildet und der Vertrauensbereich mit statistischen Methoden nach [4] bestimmt; deren Spannweiten betragen 0,2 - 0,7 dB bei $n > 7$. Nachdem sich die Vorbeifahrgeräusche [5] für Holz- und Betonschwellen tatsächlich nicht signifikant unterscheiden, ist für die Fahrbahnart keine Korrekturgröße D_{Fb} in die Auswertung eingegangen.

3 Schienenzustand

An keinem Messort war uns die Rauigkeit der Laufflächen quantitativ bekannt. In Kissing (Kis) und Laufach (Lau) lagen neue und offenbar gut eingefahrene Schienen (Liegedauer $\frac{1}{2}$ - 1 Jahr) vor; in Hallbergmoos (Hal) waren sie in gutem Zustand (Liegedauer ca. 8 Jahre, von täglich rund 200 ET 420 bzw. ET 423 und etwa einem Güterzug monatlich befahren). Mit Ausnahme von München-Aubing (Aub) war an allen anderen Messorten von Gleisen mittlerer bis guter akustischer Qualität auszugehen.

4 Ergebnisse und ihre Diskussion

Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen die ortspezifischen Grundwerte von Reisezügen, Abbildung 4 die von Güterzügen auf einer mit 20 % geneigten Strecke in Laufach und auf ebenem Fahrweg in Kissing.

4.1 Regionalzüge (Abbildung 1)

Bei „Silberlingen“ mit gemischten Bremssystemen lagen am Messort Lau die $L_{m, o, 1h}$ -Werte unter und in Kis um rund 5 dB über dem Grundwert 51 dB(A) [1]. Die höheren Werte in Kis sind vermutlich auf die höhere Schwingungsanregung wegen der weichen Zwischenschicht zwischen Schienenfuß und Betonschwelle zurückzuführen (vgl. [6]). Die hohen Werte in Aub werden durch die schlechten Gleise verursacht. Die Pegel in Otterfing (Ott) sind noch mit weiteren Messungen abzusichern. Die Werte in Geltendorf (Gel) können als repräsentativer Durchschnitt für diesen Zugtyp angesehen werden. Die neuen Regional- und die Doppelstock-Züge,

alle schiebengebremst, unterschreiten erwartungsgemäß auf guten Gleisen die 51 dB(A). Die höheren $L_{m, o, 1h}$ der Doppelstock-Züge bei Kis2 sind wohl durch Lüftergeräusche (am Messtag betrug die Temperaturen 28–32 °C) und durch die höhere Körperschallabstrahlung der Schienen infolge der weichen Zwischenlage verursacht.

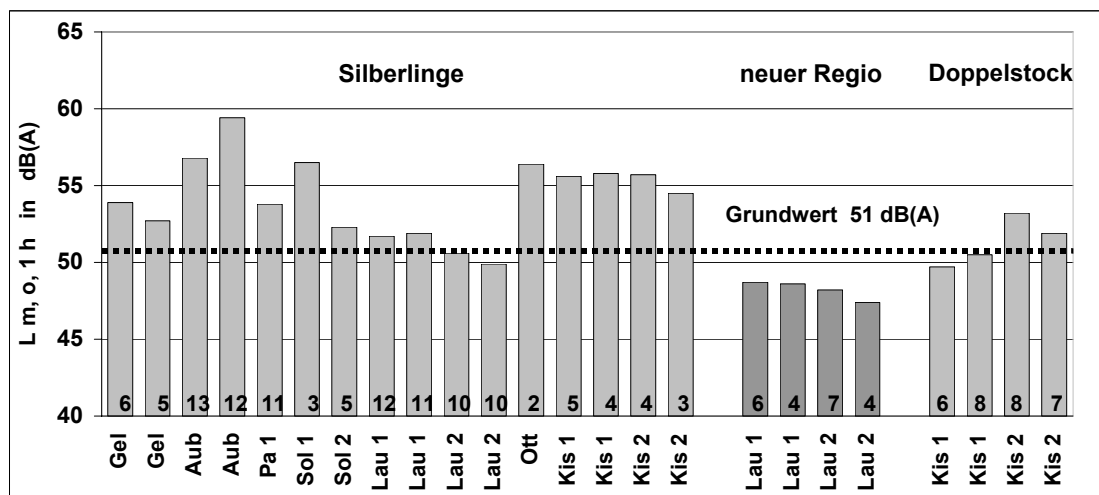


Abbildung 1: Regionalzüge (Zahlen in den Säulen = Stichprobenumfang)

4.2 Nahverkehrstriebzüge (Abb. 2)

Die Triebzüge lagen auf mittleren bis guten Gleisen um 2-3 dB unter der Bezugsgröße von 51 dB(A). Dabei schneiden Elektro-Triebzüge, ET 420 und ET 423 um rund 1 dB günstiger ab als die Verbrennungs-Triebzüge VT 642 und VT 101...117 (Integral). Zur Absicherung des Grundwertes des Integral sind weitere Messungen erforderlich.

4.3 Fernreisezüge (Abb. 3)

Erwartungsgemäß zeigen sich auf guten Gleisen in Kis und Lau bei Fernreisezügen mit Radabsorbern niedrige fahrzeugspezifische Grundwerte, die bei ICE (Typ 1, 2 und 3) um 5 bis 7 dB und bei IC um 1 bis 4 dB unter dem Grundwert von 51 dB(A) lagen.

4.4 Güterzüge (Abb. 4)

Bei Messungen von Güterzügen an der Spessartrampe mit 20 % Neigung (Lau1) lassen sich deutliche, vom Richtungsgleis abhängige Unterschiede bei den $L_{m, o, 1h}$ feststellen, die bei einer Messung ½ Jahr später (Lau2) bestätigt wurden. Bergab fahrende Güterzüge sind demnach wegen der auffälligen Bremsgeräusche um 2-3 dB lauter als bergauf fahrende. Die $L_{m, o, 1h}$ -Werte bergauf liegen, obwohl diese Züge 2- und 3-fach lokbespannt waren, nur geringfügig über dem Grundwert von 51 dB(A). Bei Personenzügen war kein vom Gefälle abhängiger Einfluss nachweisbar (vgl. die Zug-Typen Silberlinge, neue Regional-Züge, IC und ICE 1, mit Index Lau1 und Lau2 in den Abb. 1 und 3). Güterzug-Messungen in Kissing (Kis1) ergeben Werte für $L_{m, o, 1h}$, die um rund 6 dB über dem Grundwert von 51 dB(A) liegen; die hohen Werte wurden mit der Messung Kis2 bestätigt. Hier kündigten sich Züge, insbesondere die Güterzüge, lange bevor sie in Sicht waren, durch auffälligen Körperschall von den Schienen an.

5 Fazit

Aus den Ergebnissen lässt sich folgern:

- Bei den scheibengebremsten Personenzügen hat sich erwartungsgemäß unabhängig von Zugart und Fahrzeugzustand der Schienenzustand als weitaus dominierender Einflussparameter für die Geräuschemissionen herausgestellt. Die Spannweiten der Ergebnisse von bis zu 18 dB für den ET 423 in Aub und in Hal belegen einmal mehr den entscheidenden Einfluss des Schienenzustandes auf die Geräuschenstehung.
- Weiche Zwischenlager bei steifem Unterbau verursachen vor allem bei Güterzügen höhere Emissionen, dagegen nicht bei schnel-

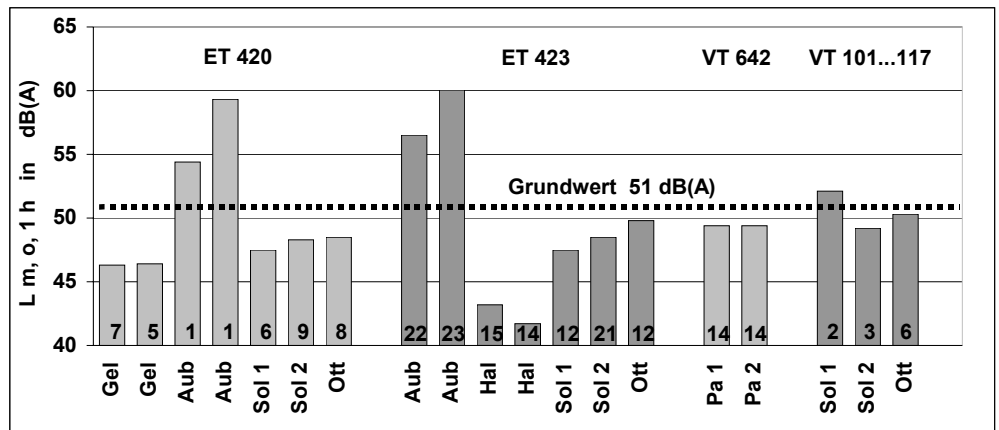


Abbildung 2: Nahverkehrstriebzüge (Zahlen in den Säulen = Stichprobenumfang)

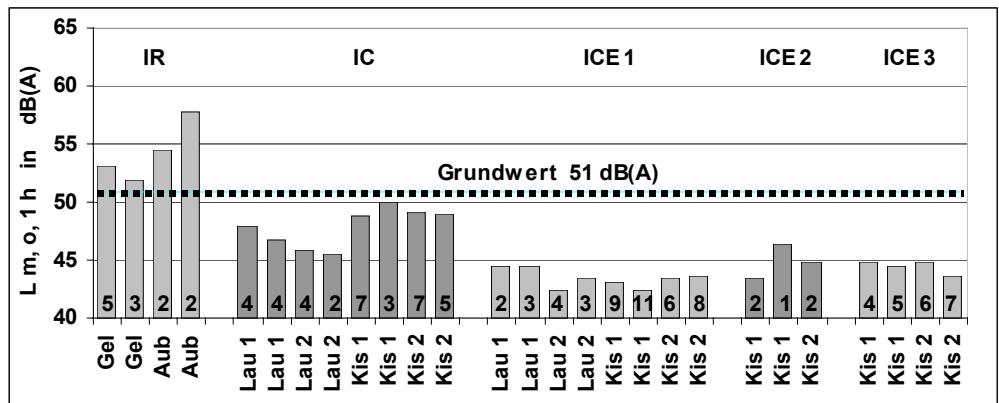


Abbildung 3: Fernreisezüge (Zahlen in den Säulen = Stichprobenumfang)

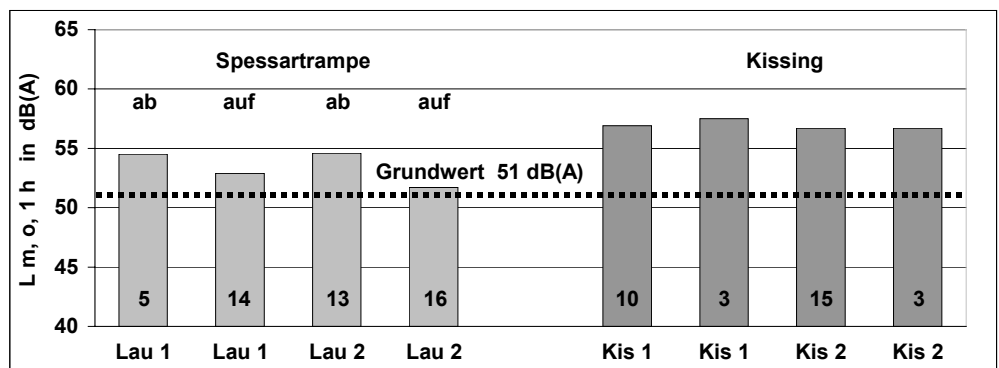


Abbildung 4: Güterzüge (Zahlen in den Säulen = Stichprobenumfang)

len Fernreisezügen (ICE).

- Bei neuen Triebzügen ist ein fahrzeugspezifischer Korrekturwert D_{Fz} für die ET von -3 dB und für die VT im Regionalverkehr von -2 dB denkbar.
- An Strecken mit 20 % Gefälle ist ein Bremszuschlag für bergab fahrende Güterzüge auf guter Gleislage in Höhe von 3 dB gerechtfertigt.

Literatur

- [1] Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen an Schienenwegen, Schall 03, Ausgabe 1990, Deutsche Bahn AG, Frankfurt/M.
- [2] Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV vom 12.06.1990, BGBl. I S. 1036.
- [3] E DIN EN ISO 3095:2001-04, Messung der Geräuschemissionen von spurgebundenen Fahrzeugen.
- [4] VDI 3723-1, Anwendung statistischer Methoden zur Kennzeichnung schwankender Geräusche.
- [5] Giesler, H.-J. und Nolle, A.: Geräuschemissionen von Schienenfahrzeugen; Z. für Lärmbekämpfung 37 (1990) S. 157.
- [6] Giesler, H.-J.: Geräuschemission von Zugvorbeifahrten auf akustisch geschliffenen Gleisen; DAGA 2001, S. 200.