

TEXTE 60/2003

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 298 54 266
UBA-FB 000424/1-3

Weiterentwicklung der Prognoseverfahren der Verkehrslärmschutz-verordnung (16. BImSchV) Besonders überwachtes Gleis (BüG), Feste Fahrbahnen

von

Dr.-Ing. Wolf Maire
Dr.-Ing. Ulrich Lehmann

Ingenieurbüro Bonk-Maire-Hoppmann GbR, Berlin

Forschungsvorhaben 298 54 266: Weiterentwicklung der Prognoseverfahren der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)

Ziele:

Die im Juni 1990 in Kraft getretene Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) enthält neben Grenzwerten das Verfahren zur Ermittlung der Immissionen.

Das Rechenverfahren basiert auf zahlreichen Ergebnissen von Untersuchungen zur Geräuschemission und Ausbreitung.

Die Messergebnisse zur Geräuschemission beim Schienenverkehr wurden an Reisezügen mit Geschwindigkeiten bis max. 200 km/h, zum größten Teil bis ca. 160 km/h und Güterzügen bis ca. 100 km/h sowie an Nahverkehrsmitteln gewonnen. Die Messungen erfolgten im wesentlichen an den typischen Oberbauarten Holz- und Betonschwellen im Schotterbett sowie vereinzelt, insbesondere beim Nahverkehr, an Rasengleisen, nicht absorbierenden festen Fahrbahnen und an in Straßenfahrbahnen eingebetteten Gleisen. Der Einfluss der verschiedenen Fahrbahnarten auf die Geräuschemission wird im Rechenverfahren durch unterschiedliche Summanden D_{Fb} berücksichtigt.

Inzwischen kommen neue Fahrbahnarten zum Einsatz, für die entsprechende D_{Fb} - Werte neu festgelegt werden müssen.

Ziel des Vorhabens ist die Ermittlung von Emissionsdaten an Schienenwegen mit der Fahrbahnart „Absorbierende Feste Fahrbahn“ und mit der Schallschutzmaßnahme „Besonders überwachtes Gleis“, um für diese die Festlegung der Summanden D_{Fb} zu unterstützen.

Es besteht ein erhebliches Bundesinteresse an der Durchführung dieser Untersuchungen, um den erforderlichen Schutz nach der 16. BImSchV im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für die Betroffenen sicherzustellen. Das Vorhaben ist ein wichtiger Beitrag zum Vollzug des § 43 BImSchG.

Ergebnisse:

Die Messungen erfolgten an der Neu- und Ausbaustrecke Berlin - Hannover (Hochgeschwindigkeitstrasse) und an der Ausbaustrecke Hamburg - Berlin. An der Strecke Berlin - Hannover wurden verschiedene Varianten der Oberbauart „Feste Fahrbahn“, nicht absorbierend und absorbierend, und wie auch an der Strecke Berlin – Hamburg die Oberbauart „Betonschwellengleis im Schotterbett“, einschließlich besonders überwacht, untersucht. Es wurden die Vorbeifahrgeräusche von Zügen auf Gleisen mit Regelquerschnitt in ebenem Gelände mit Einzelmikrofonen messtechnisch erfasst. Das Mikrofon befand sich in 25 m Entfernung von Gleismitte und in 3,5 m Höhe über Schienenoberkante (Die Schienenoberkante liegt bei dem Regelquerschnitt etwa 0,6 m über Geländeniveau, die mittlere Ausbreitungshöhe beträgt damit etwa 2,3 m). Als Messorte waren Streckenabschnitte zu wählen, die die Bedingungen des „langen, geraden Verkehrsweges“ (mindestens 75 m rechts und links des Lotes der Mikrofonposition auf die Achse des Gleises müssen gleiche Emissionsbedingungen aufweisen, z. B. keine Änderung in der Fahrbahnausführung) und freie Schallausbreitung erfüllten.

Bei jeder Zugvorbeifahrt wurden

- Typ der Lokomotive des Zuges,
 - Länge des Zuges,
 - Geschwindigkeit des Zuges,
 - Anzahl der klotz- und scheibengebremsten Wagen des Zuges
- erfasst.

Zum Vergleich mit den Rechenwerten nach der 16.BImSchV wurden die Messwerte der einzelnen Zugvorbeifahrten auf Normbedingungen umgerechnet. Normbedingungen sind

- 1 Vorbeifahrt je Stunde,
- Zuglänge 100m,
- Zuggeschwindigkeit 100km/h,
- Scheibenbremsanteil an der Gesamtlänge des Zuges 100%.

Außerdem gelten als Normbedingungen die in den Tabellen A und C der Anlage 2 der 16. BImSchV mit einem Korrekturwert von 0 dB angesetzten Zug- und Fahrbahnarten.

Da das Ziel der Untersuchungen in der Ermittlung der Korrektur-Summanden für die unterschiedlichen Fahrbahnarten bestand, wurde die Fahrbahnkorrektur bei der Auswertung nicht berücksichtigt und ein sogenannter fahrbahnspezifischer Basiswert ermittelt. Aus den umgerechneten Einzelwerten waren Mittelwerte je Zugart zu bilden. Der Vertrauensbereich des Mittelwertes war mit einer 80%-Aussagesicherheit vorgegeben. Die Mittelwerte der Basiswerte können mit einem Wert verglichen werden, der dem Grundwert von 51 dB plus entsprechende Fahrbahnkorrektur D_{Fb} der Schall 03 bzw. 16. BImSchV entspricht. Die Messungen wurden nach einem Jahr wiederholt.

Die Tabelle 1 enthält die Untersuchungsergebnisse an den Festen Fahrbahnen. Inhalt der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen nach einem Jahr.

Der Vergleichswert für die nicht absorbierende Feste Fahrbahn beträgt 56 dB(A) ($51 + D_{Fb} = + 5$ dB(A) entsprechend 16. BImSchV). Für die absorbierende Feste Fahrbahn strebt die DB AG die Gleichwertigkeit mit der Oberbauart Betonschwellengleis im Schotterbett an, so dass sich ein Vergleichswert von 53 dB(A) ($51 + D_{Fb} = + 2$ dB(A) entsprechend 16. BImSchV) ergibt. Entsprechend beträgt die Differenz zwischen absorbierender (a) und nicht absorbierender (na) Fester Fahrbahn 3 dB(A).

Die Tabellen 1 und 2 lassen erkennen, dass bei der nicht absorbierenden Festen Fahrbahn bei allen Zugarten die Werte unterhalb des Vergleichswertes liegen. Bei der absorbierenden Festen Fahrbahn liegen nur die Werte der schnellen Reisezüge (ICE 1/2 und IC/IR) unter dem Vergleichswert, die der RE- und Güterzüge liegen teilweise darüber. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Strecke zum Zeitpunkt der Messungen im Jahr 1999 noch nicht ganz ein Jahr in Betrieb war. Die Schienen waren sicher in einem besseren Zustand als durchschnittlich gut, wie ihn die Schall 03 beschreibt (16. BImSchV entsprechend mittlerer Wert der Lärmveränderung durch Riffelbildung). Dieser mittlere Zustand wird sich, unter der Voraussetzung, dass die Schienen nicht in der Zwischenzeit geschliffen werden, erst nach einigen Jahren einstellen, da diese Strecke eine vergleichsweise geringe Belastung aufweist. Zur Beurteilung der Gleichwertigkeit der absorbierenden Festen Fahrbahn mit der Oberbauart Betonschwellengleis können jedoch Ergebnisse von Messungen herangezogen werden, die an Gleisen mit Betonschwellen

Messort/ Fahrbahnart	Gleis/Richtung	Zugart				
		ICE 1	ICE 2	ICE 3	IC/IR	RE
2.1 Groß Behnitz km 143,00 FF(a)	1 Berlin	49,0	48,8		50,3	54,8
	2 Hannover	48,4	47,0		48,9	51,4
2.2 Wernitz, km 133,60 FF(a)	1 Hannover	47,7	47,4		50,0	51,9
	2 Berlin	48,1	47,4		48,6	50,7
2.3 Schwanebeck, km 138,20 FF(na)	1 Hannover	50,1	49,7		49,8	53,3
	2 Berlin	51,2	51,0		51,0	52,7
2.4 Jävenitz, km 231,00 FF(a)	1 Berlin	48,7	48,8		48,8	
	2 Hannover	46,0	46,0		46,7	
2.5 Vinzelberg, km 128,85 FF(a)	1 Berlin	48,3	48,1		48,2	
	2 Hannover	48,3	48,0		48,6	
2.6 Schönhausen, km 182,70 FF(na)	1 Hannover	49,4	49,9		50,2	
	2 Berlin	50,4	50,2		50,6	
2.7 Nahrstedt, km 215,75 FF(a)	1 Berlin	47,2	47,1			
	2 Hannover	48,3	48,3			
2.8 Charlottenhof, km 200,34 FF(a)	1 Hannover	49,2	49,2	51,6		
	2 Berlin	47,1	46,5	50,3		

Tabelle 1: Mittelwerte der fahrbahnspezifischen Basiswerte in dB(A)
Feste Fahrbahn, Messung 1999
(a) absorbierende, (na) nicht absorbierende Feste Fahrbahn

Messort/ Fahrbahnart	Gleis/Richtung	Zugart					
		ICE 1	ICE 2	ICE-T	IC/IR	RE	GV
2.1 Groß Behnitz, km 143,00 FF(a)	1 Berlin	50,8	51,2		50,6	55,7	
	2 Hannover	49,7	49,7		50,4	52,8	
2.2 Wernitz, km 133,60 FF(a)	1 Hannover	48,8	48,6		50,4	52,2	54,4
	2 Berlin	48,7	48,6	50,7	49,1	51,2	53,5
2.3 Schwanebeck, km 138,20 FF(na) (1) FF(a) 2	1 Hannover	50,8	51,0		52,2	55,8	54,3
	2 Berlin	46,1	46,7	50,3	48,5	50,8	51,8
2.4 Jävenitz, km 231,00 FF(a)	1 Berlin	47,1	47,4	51,7	48,4		
	2 Hannover	47,3	47,2	51,4	47,4		
2.5 Vinzelberg, km 128,85 FF(a)	1 Berlin	48,9	49,0	54,1	51,6		
	2 Hannover	49,8	49,8	52,7	50,8		
2.6 Schönhausen, km 182,70 FF(na)	1 Hannover	50,6	50,2	54,8	52,2		
	2 Berlin	50,5	49,5	54,1	52,2		
2.7 Nahrstedt, km 215,75 FF(a)	1 Berlin	47,2	47,1	50,6			
	2 Hannover	46,4	46,8	49,4			
2.8 Charlottenhof, km 200,34 FF(a)	1 Hannover	52,7	52,7	55,2	53,0		
	2 Berlin	46,5	45,8	50,0	47,6		

Tabelle 2: Mittelwerte der fahrbahnspezifischen Basiswerte in dB(A)
Feste Fahrbahn, Messung 2000
(a) absorbierende, (na) nicht absorbierende Feste Fahrbahn

ebenfalls im „Neuzustand“ oder maximal 8 Monate nach einem Schliff ermittelt wurden. Nach den Veröffentlichungen in den UBA-Jahresberichten 1995 und 1996 wären die Vergleichswerte für den ICE 47 dB(A), für den IC/IR ca. 49 dB(A) und für Züge mit Fahrzeugen mit Graugussklotzbremsen etwa 51 dB(A). Ein Blick auf die Tabelle 1 zeigt, dass diese Werte nur an wenigen Richtungsgleisen ermittelt wurden. Die angestrebte Differenz zwischen absorbierender und nichtabsorbierender Fester Fahrbahn im Mittel über alle angetroffenen Zugarten von 3 dB(A) wurde nicht erreicht. Eine Gleichwertigkeit der absorbierenden Festen Fahrbahn mit der Oberbauart Betonschwellengleis im Schotterbett ist bei den untersuchten Ausführungen nicht gegeben.

Die Wiederholungsmessungen im Jahr 2000 ergaben z. T. Pegelerhöhungen bis 3,5 dB(A). Nur an einem Richtungsgleis eines Messortes wurden geringere Pegel ermittelt. Ursachen (z. B. Gleispflege) sind nicht bekannt. In Tabelle 3 sind die Pegeländerungen für das Richtungsgleis Hannover an den verschiedenen Messorten aufgetragen.

Messort/ Fahrbahnart	Gleis/ Richtung	Zugart			
		ICE 1	ICE 2	IC/IR	RE
2.1 Groß Behnitz, km 143,00 FF(a)	2 Hannover	+1,3	+2,7	+1,5	+1,4
2.2 Wernitz, km 133,60 FF(a)	1 Hannover	+1,1	+1,2	+0,4	+0,3
2.3 Schwanebeck, km 138,20 FF(na)	1 Hannover	1)	1)	1)	1)
2.4 Jävenitz, km 231,00 FF(a)	2 Hannover	+1,3	+1,2	+0,7	
2.5 Vinzberg, km 128,85 FF(a)	2 Hannover	+1,5	+1,8	+2,2	
2.6 Schönhausen, km 182,70 FF(na)	1 Hannover	+1,2	+0,3	+2,0	
2.7 Nahrstedt, km 215,75 FF(a)	2 Hannover	-1,9	-1,5		
2.8 Charlottenhof, km 200,34 FF(a)	1 Hannover	+3,5	+3,5		

1) Keine Differenzbildung wegen unterschiedlicher Messbedingungen

Tabelle 3: Differenzen der Messergebnisse aus den Jahren 2000 und 1999

Das Richtungsgleis Berlin kann für diese Untersuchungen nicht herangezogen werden, da es kurz vor den Wiederholungsmessungen aufgrund eines erheblichen Fahrflächenfehlers zwischen Wolfsburg und Berlin geschliffen werden musste.

Die Tabellen 4 und 5 enthalten die Untersuchungsergebnisse an Streckenabschnitten, bei denen im Planfeststellungsbeschluss als Schallschutzmaßnahme das „Besonders überwachte Gleis“ bei der Oberbauart Betonschwellengleis im Schotterbett festgesetzt wurde. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Erst- und in Tabelle 5 die der Wiederholungsmessungen aufgetragen.

Messort	Gleis/Richtung	Zugart					
		ICE 1	ICE 2	IC/IR	RE	RB	GV
1.1 Falkensee, km 22,60	1 Berlin	-	-	52,9	54,4	55,4	
	2 Hamburg	-	-	50,7	51,6	54,3	
1.2 Falkensee, km 21,40	1 Hamburg	-	-	51,3	53,8	54,6	
	2 Berlin	-	-	52,4	52,4	53,1	
1.3 Sülfeld, km 188,50	1 Berlin	46,1	46,7	49,0		52,9	53,9
	2 Hannover	47,6	48,5	48,9		52,5	52,4
1.4 Leiferde, km 206,70	1 Hannover	51,6	52,5	52,1		53,2	54,6
	2 Berlin	47,7	48,4	49,0		54,8	51,8
1.5 Immensen, km 232,85	1 Berlin	51,8	51,1	50,4		53,7	52,4
	2 Hannover	48,7	48,7	48,2		53,2	52,4

Tabelle 4: Mittelwerte der fahrbahnspezifischen Basiswert in dB(A)
Besonders überwachtetes Gleis, Messung 1999

Messort	Gleis/ Richtung	Zugart						
		ICE 1	ICE 2	ICE-T	IC/IR	RE	RB	GV
1.1 Falkensee, km 22,60	1 Berlin	-	-		50,6	51,8	54,5	
	2 Hamburg	-	-		50,0	48,4	53,5	
1.2 Falkensee, km 21,40	1 Hamburg	-	-		49,2	50,5	53,5	
	2 Berlin	-	-		48,6	48,5	51,2	
1.3 Sülfeld, km 188,50	1 Berlin	45,4	45,7	48,6	47,2	46,1		54,6
	2 Hannover	48,0	48,6	50,3	48,8	48,5		53,4
1.4 Leiferde, km 206,70	1 Hannover	53,3	53,9	54,2	53,2	53,5		54,4
	2 Berlin	47,9	48,3	50,0	50,5	48,4		52,8
1.5 Immensen, km 232,85	1 Berlin	51,6	50,5	52,9	50,4	48,6		53,0
	2 Hannover	48,8	48,8	53,6	49,4	48,7		53,

Tabelle 5: Mittelwerte der fahrbahnspezifischen Basiswerte in dB(A)
Besonders überwachtes Gleis, Messung 2000

Der Vergleichswert für das „Besonders überwachte Gleis“ beträgt für die o. a. Oberbauart 50 dB(A) ($51 + D_{Fb} = -1$ dB(A) gemäß der Verfügung des Eisenbahn-Bundesamtes vom 16. März 1998). Bei einer Bewertung ist zusätzlich zu beachten, dass dieser Wert im Mittel eingehalten werden muss. Eine Überschreitung ist zulässig, da das Gleis erst geschliffen werden muss, wenn bei der Überwachung mit dem Schallmesswagen eine Überschreitung von 3 dB(A) festgestellt wird. Eine Einhaltung im Mittel bedeutet aber gleichzeitig, dass nach dem Schleifen eine Unterschreitung des Vergleichswertes um 3 dB(A) erreicht werden muss. Eine Orientierung erfolgt dabei an der Zugart IC, da der zur Überwachung eingesetzte Schallmesswagen ein IC-Wagen ist.

Betrachtet man die Zugart IC/IR der Tabelle 4, ist ersichtlich, dass 4 Richtungsgleise noch unter dem Vergleichswert von 50 dB(A) lagen. Die „Eingriffsschwelle“ von 53 dB(A) wurde an allen Messorten noch nicht erreicht. Der Höchstwert wurde am Richtungsgleis Berlin am Messort Falkensee km 22,60 mit 52,9 dB(A) ermittelt. Gleichwohl ist zu erkennen, dass die Werte der Regionalexpress-, Regionalbahn- und Güterzüge (RE, RB, GV) immer über den Werten der ICE- und IC- Züge und teilweise über der Eingriffsschwelle liegen. Damit werden die Ergebnisse der Teststrecken zum „Besonders überwachten Gleis“ bestätigt. Die Radrauhigkeiten der klotzgebremsten Fahrzeuge sind die Ursache für die hohen Werte.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen aufgetragen. Bei der Interpretation der Werte im Vergleich zur Tabelle 4 ist zu beachten, dass an den Messorten 1 und 2 in Falkensee ca. 6 Wochen vor der Messung ein „akustischer Schliff“ durchgeführt wurde. Durch diesen Schliff wurden zwar Verbesserungen zwischen 0,7 bis 3,9 dB(A) bei den verschiedenen Zugarten erreicht, die erforderliche Unterschreitung des Vergleichswertes von 50 dB(A) um 3 dB(A) jedoch nicht.

An den anderen 3 Messorten erfolgte kein Schienenschliff. Die Pegeländerungen zeigen trotz gleicher Belastung der Streckenabschnitte kein einheitliches Bild. An zwei Richtungsgleisen konnte mit Ausnahme der Güterzüge bei allen anderen Zugarten eine Pegelabnahme ermittelt werden. Bei den anderen 4 Richtungsgleisen wurden, wie erwartet, Pegelerhöhungen (bis 1,7 dB(A) je nach Zugart) festgestellt werden.

Zusammenfassung

Mit diesem Vorhaben konnte erstmals die Schallschutzmaßnahme „Besonders überwachtetes Gleis“ in der Praxis untersucht werden. Die Untersuchungen ergaben, dass nach dem Schleifen unter Praxisbedingungen (evtl. unzureichende Sperrpausen) nicht so geringe Werte, wie erforderlich, erreicht wurden. Es bestehen z. T. erhebliche Differenzen zwischen den Werten der Regionalexpress-, Regionalbahn- und Güterzüge und der ICE- und IC- Züge. Es ist möglich, dass aufgrund dessen die „Eingriffsschwelle“ für ein erneutes Schleifen der Schienen zu hoch angesetzt ist. Dazu sind weitere Untersuchungen zur zeitlichen Veränderung der Pegel bei den verschiedenen Zugarten erforderlich.

Die angestrebte Gleichwertigkeit der absorbierenden Festen Fahrbahn mit dem Betonschwellengleis im Schotterbett konnte durch die Untersuchungen nicht festgestellt werden.

Erstmals konnten auch die neuen Zugarten ICE 3 und ICE-T erfasst werden. Die Ergebnisse sind noch nicht statistisch abgesichert, im Vergleich zu den ICE 1 und 2 wurden jedoch tendenziell höhere Werte ermittelt. Dies liegt einerseits daran, dass bei der Auswertung auch für diese neuen Zugarten für die Korrektur der Fahrzeugart ein D_{Fz} von -4 dB(A) berücksichtigt wurde. Dies ist wahrscheinlich nicht gerechtfertigt. Aufgrund der geänderten Antriebstechnik sind nicht mehr alle Räder mit Radabsorbern bestückt. Teilweise sind Radscheibenbremsen vorhanden. Bei den ICE-T-Zügen ist eine höhere Geräuschemission evtl. auf eine geringere Abschirmung der Drehgestelle, die durch die Neigetechnik bedingt ist, zurückzuführen. Die Untersuchungen geben erste Hinweise, dass für diese Zugarten D_{Fz} - Werte neu festgelegt werden müssen.