

# Untersuchung zur Übertragbarkeit des Schienenbonus auf die Magnetschnellbahn\*

**Zusammenfassung** Es sollte überprüft werden, ob der für den herkömmlichen Schienenverkehr gültige und in der 16. BImSchV verankerte Schienenbonus von 5 dB(A) auch für die geplante Magnetschnellbahnstrecke Berlin-Hamburg angewendet werden kann. Da die eigentlich notwendigen Felduntersuchungen mangels vorhandener Strecken nicht durchgeführt werden können, wurden hierzu theoretische Betrachtungen angestellt.

Der Lästigkeitsunterschied zwischen Schienen- und Straßenverkehrslärm setzt sich im wesentlichen aus einem hohen Lästigkeitsunterschied zugunsten des Schienenverkehrs für die Schlafstörungen und einem geringen Lästigkeitsunterschied zugunsten der Straße für die Kommunikationsstörungen im Freiraum zusammen. Für die Gesetzgebung (16. BImSchV) wurde hieraus ein Mittelwert von 5 dB(A) als sog. Schienenbonus gebildet. Aus den Untersuchungsergebnissen zum Lästigkeitsunterschied zwischen Schienen- und Straßenverkehrslärm kann abgeleitet werden, daß vor allem die längeren Ruhepausen und der langsame Pegelanstieg beim Schienenverkehrslärm zu den geringeren Belästigungsreaktionen gegenüber dem Straßenverkehr bei den Schlafstörungen führen. Dagegen ist der relativ geringe Schienenbonus bei den Kommunikationsstörungen unter anderem darauf zurückzuführen, daß die Vorbeifahrten bei der Schiene im Vergleich zur Straße relativ andauern und hohe Vorbeifahrtpegel aufweisen.

Vergleiche der Geräusche des Schienenverkehrs mit denen der geplanten Magnetschnellbahn zeigten, daß die Pausenstruktur, die Pegelanstiegszeit und die Höhe des Vorbeifahrtpegels beider Geräuscharten ähnlich sind und somit ein Schienenbonus für die Schlafstörungen bei der Magnetschnellbahn in gleicher Höhe wie beim Schienenverkehr vertretbar ist. Dagegen sind die Vorbeifahrtzeiten bei der Magnetschnellbahn aufgrund der höheren Geschwindigkeiten und der geringeren Fahrzeuglänge wesentlich kürzer, so daß für den Bereich der Kommunikationsstörungen durch die Magnetschnellbahn eher geringere Gestörtheitsreaktionen zu erwarten sind als durch Schienenverkehrslärm. Der Einfluß von außerakustischen Moderatoren, insbesondere die Einstellung zum Verkehrsmittel, kann derzeit noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden. Auf lange Sicht dürften aber Moderatoren wie „Gewöhnung an Lärm“, „Lärmempfindlichkeit“ etc. keinen wesentlich anderen Einfluß auf die Gestörtheitsreaktionen haben als beim Schienenverkehrslärm. Insgesamt kann man daher zu dem Schluß kommen, daß der Lärm der Magnetschnellbahn in gleichem Maße wie Schienenverkehrslärm weniger lästig ist als Straßenverkehrslärm und daher nach dieser theoretischen Betrachtung ein Schienenbonus von 5 dB(A) auch auf die Magnetschnellbahn übertragen werden kann.

## 1

### Aufgabenstellung

Der Schienenbonus beschreibt den Unterschied in der empfundenen Lästigkeit zwischen Schienen- und Straßenverkehrslärm bei gleichem Durchschallpegel. Er wurde in der 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) [1] mit einem Wert von 5 dB(A) festgelegt. Mit seiner Einführung in die

ser Verordnung soll erreicht werden, daß beim Neubau und der wesentlichen Änderung von Straßen und Schienenwegen die jeweiligen Anwohner bei der Ausweisung von Schallschutzmaßnahmen gleich behandelt werden, indem man von der gleichen zumutbaren Lärmbelastung ausgeht. Es stellt sich nun die Frage, ob beim Bau der Magnetschnellbahn zwischen Berlin und Hamburg für die Beurteilung der dadurch verursachten Lärmbelastung ebenfalls ein Schienenbonus angesetzt werden kann.

Der Betrieb der Magnetschnellbahn wird derzeit an einer Versuchsstrecke im Emsland getestet. Im Bereich dieser Versuchsstrecke ist keine Wohnbebauung vorhanden, so daß eine Befragung von Betroffenen im Feld zur Lästigkeitswirkung nicht möglich ist. Es soll daher versucht werden, durch eine theoretische Betrachtung abzuschätzen, ob ein Schienenbonus auch bei der Magnetschnellbahn angewendet werden kann. Zu diesem Zweck wird durch eine Analyse der vorhandenen Literatur der derzeitige Kenntnisstand zum Schienenbonus umrissen. In einem zweiten Schritt werden die akustischen Eigenschaften der Magnetschnellbahn analysiert und die Unterschiede und/oder Gemeinsamkeiten mit der Schiene herausgearbeitet. Schließlich werden diese Erkenntnisse auf die Ergebnisse der Literaturanalyse übertragen und interpretiert.

## 2

### Derzeitiger Erkenntnisstand zum Schienenbonus

In zwei umfangreichen Literaturuntersuchungen von Schümer, Schümer-Kohrs [2] und Möhler, Schümer-Kohrs [3, 4] aus den Jahren 1987 bzw. 1991 wurden die Ergebnisse zur Lästigkeitswirkung von Schienenverkehrslärm zusammengetragen und interpretiert. Die dort aufgeführten Erkenntnisse beziehen sich vorwiegend auf sozialwissenschaftliche Untersuchungen und Schallmessungen in Frankreich, Deutschland, England, Skandinavien, Schweiz und Japan. Die Befragungen fanden dort meist an elektrifizierten Bahnstrecken mit gemischtem Güter- und Reisezugverkehr und Geschwindigkeiten zwischen 80 km/h und 160 km/h statt.

Die Autoren der Literaturstudien kommen nach der Analyse von ca. 40 Studien zu folgenden Schlußfolgerungen:

- Im Vergleich zu Störungen der Ruhe und Erholung, des Aufenthalts im Freien und der vegetativen Störungen ergeben sich die relativ größten Störungen durch Schienenverkehrslärm im Bereich der Unterhaltung im Freien (Kommunikationsstörungen), die relativ geringsten im Bereich der Schlafstörungen.
- Neben der akustisch meßbaren Lärmbelastung beeinflussen auch sog. außerakustische Moderatoren, wie z.B. die Einstellung zur Bahn, das Wohnumfeld oder die Lärmempfindlichkeit, die Belästigungsreaktionen in erheblichem Maß.
- Der äquivalente Dauerschallpegel – oder Mittelungspegel – ist im Vergleich zu anderen akustischen Kenngrößen am besten geeignet, die Lärmbelastung vorherzusagen. Er ist vor allem besser geeignet als der Spitzenpegel, da dieser nur ein einzelnes Schallereignis beschreibt und keine Aussagen über Vorbeifahrtsdauer oder Häufigkeit zuläßt.

In bezug zum Lästigkeitsunterschied zwischen Schienen- und Straßenverkehrslärm („Schienenbonus“) kann aus der Literatur folgendes abgeleitet werden:

\* im Auftrag der MVP Versuchs- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnen, München

- Der Lästigungsunterschied liegt bei der allgemeinen Belästigung unabhängig vom Tageszeitraum zwischen 0 und 15 dB(A) zugunsten des Schienenverkehrs.
  - Bei den Schlafstörungen liegt der Lästigungsunterschied zwischen 4 und 20 dB(A) zugunsten des Schienenverkehrs.
  - Bei den Kommunikationsstörungen ergibt sich ein Lästigungsunterschied von 1 bis 4 dB(A) zugunsten der Straße. Bei der Bestimmung der Lästigungsunterschiede wurde die unterschiedliche Fensterstellgewohnheit an Straßen- und Schienenwegen nicht berücksichtigt (siehe unten). Mit deren Berücksichtigung würde sich vermutlich für diesen Gestörtheitsbereich für die auf den Innenraum bezogenen Kommunikationsstörungen ebenfalls ein Schienenbonus ergeben.
  - Auswertungen zur Fensterstellgewohnheit [5] an Straßen und Schienen ergaben, daß bei gleichem Mittelungspegel an Straßen ungleich mehr Betroffene das Fenster geschlossen halten als bei der Schiene. Bei einem Mittelungspegel von z.B. 70 dB(A) nachts halten an Straßen ca. 80%, an Schienenwegen nur ca. 20% der Betroffenen das Fenster im Schlafräum im Sommer geschlossen.
- Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen zum Schienenbonus sind in Tabelle 1 aufgeführt.
- Die Ursachen für diese Lästigungsunterschiede wurden bisher in keiner Studie nachgewiesen. Es wurden lediglich Vermutungen angestellt:
- Bei gleichem Mittelungspegel ist die Anzahl der Vorbeifahrten von KFZ etwa 100fach häufiger als diejenige von Zügen (bei durchschnittlich geringerem Abstand der Betroffenen zur Straße und größerem Abstand zur Schiene).
  - Zwischen einzelnen Zugvorbeifahrten bestehen lange Ruhepausen; bei der Straße sind diese kürzer. Unterstellt man z.B. 3 Zugvorbeifahrten und 300 KFZ-Vorbeifahrten je Stunde, so würde sich dadurch - bei gleichem Mittelungspegel - bei der Schiene eine Pausendauer von ca. 20 min ergeben, bei der Straße von nur ca. 1 sec (unter Berücksichtigung der Pegelanstiegs- und -abfallzeiten).
  - Das Frequenzspektrum der Schiene wirkt weniger lästig als das Spektrum der Straße mit starken niederfrequenten Anteilen.
  - An die Geräusche der Schiene kann man sich eher gewöhnen als an die Geräusche der Straße, da sie einem Fahrplan unterliegen und daher regelmäßig auftreten.

**Tabelle 1.** Unterschiede zwischen Schienen- (SVL) und Straßenverkehrslärm (STVL) in dB(A) bei gleicher Störwirkung (+ bzw. SVL < STVL = Schienenverkehr weniger störend)

Studie in dB(A)	Gestörtheitsbereich	Pegelunterschied
<i>England:</i> Fields u. Walker [6]	allgem. Belästigung	+4 bis +15
<i>Deutschland:</i> IF-Studie [7]	allgem. Belästigung Schlafstörungen Kommunikation	+1 bis +5 +9 bis +13 -1 bis -4
<i>Niederlande:</i> Peeters [8]	allgem. Belästigung Kommunikation	+3 bis +5 SVL > STVL
<i>Schweiz:</i> Meyer et al. [9]	allgem. Belästigung Schlafstörungen Kommunikation	0 bis +9 +4 bis +20 SVL > STVL
<i>Österreich:</i> Lang [10]	allgem. Belästigung	SVL < STVL

In welchem Ausmaß diese einzelnen Faktoren zu der unterschiedlichen Einschätzung der Lästigkeit von Straßen- und Schienenverkehr beitragen, kann z.B. durch Laboruntersuchungen analysiert werden, in denen die einzelnen akustischen Parameter gezielt variiert werden können [11, 12].

Es sei noch auf eine Lärmwirkungsstudie zum französischen TGV verwiesen, die sich allerdings nur mit der Auswirkung des Lärms des Hochgeschwindigkeitszuges befaßte: Diese im Jahr 1995 veröffentlichte Studie aus Frankreich [13] untersuchte die Lästigungsreaktionen an der Hochgeschwindigkeitsstrecke des TGV Atlantique. Die Autoren kamen zu dem Schluß, daß die durch die Hochgeschwindigkeit erwartete Erschreckensreaktion eine nur untergeordnete Rolle bei der allgemeinen Belästigung durch den TGV spielt. Der „Überraschungseffekt“ (6,5% der Befragten) wurde hier deutlich seltener als Ursache für die Belästigungen genannt als die Anzahl der Vorbeifahrten (21%) und die Erschütterungen (18,5%). Bei den Gestörtheitsreaktionen kommt diese Studie zu ähnlichen Ergebnissen wie Studien zum Schienenverkehr mit „normaler“ Geschwindigkeit. Auch hier rangieren die Kommunikationsstörungen deutlich vor den Störungen des Schlafes und der Ruhe/Erholung (sowohl bei offenem als auch bei geschlossenem Fenster). Ein weiteres Ergebnis der Studie besagt, daß sich 75% der befragten Anwohner an der Neubaustrecke des TGV Atlantique nach weniger als einem Jahr an den Schienenlärm gewöhnt haben.

### 3

#### Akustischer Vergleich

##### Magnetschnellbahn „Transrapid 07“ – Schienenverkehr

Im folgenden werden die akustischen Eigenschaften der Magnetschnellbahn mit denjenigen der herkömmlichen Bahn verglichen. Dabei wird die akustische Situation, wie sie bei den Studien zur Festlegung des Schienenbonus in den Jahren 1979 bis 1983 vorhanden war, zugrundegelegt. In diesem Zeitraum wurden die Befragungen an Strecken mit einer Maximalgeschwindigkeit von 160 km/h mit IC-Zügen durchgeführt. Zum Vergleich werden auch die entsprechenden Werte von heute verkehrenden ICE-Zügen aufgeführt.

### 3.1

#### Vorbeifahrtpegel

Zur Beurteilung der Unterschiede der Schallemissionen von Magnetschnellbahn und herkömmlichen Schienenfahrzeugen dient zunächst der zeitliche Verlauf des gemessenen A-bewerteten Schalldruckpegels. Dazu wird der Pegel-Zeit-Verlauf des Versuchsfahrzeuges Transrapid 07/2 (2 Sektionen; Gesamtlänge 50 m) dem von Zugvorbeifahrten unterschiedlicher Zuggattung - jeweils in 25 m Entfernung aufgenommen - qualitativ gegenübergestellt. Die dazu verwendeten Daten der Magnetschnellbahn wurden von der IABG [14] zur Verfügung gestellt und durch eigene Stichprobenmessungen auf Plausibilität geprüft. Das Ergebnis ist in Bild 1 dargestellt.

Es zeigt sich, bedingt durch die wesentlich geringere Länge und die höhere Geschwindigkeit der Magnetschnellbahn, ein relativ deutlicher Unterschied im zeitlichen Pegelverlauf der beiden Systeme. So ist vor allem die Dauer des Schallpegels während der Vorbeifahrt bei der Magnetschnellbahn ge-

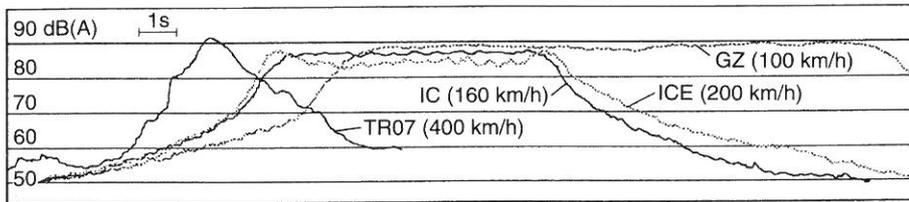


Bild 1. Gemessene Pegelverläufe von Vorbeifahrten in 25 m Entfernung

Tabelle 2. Vorbeifahrtpegel und Vorbeifahrtdauer

Typ	Länge	Geschwindigkeit	Vorbeifahrtpegel in 25 m dB(A)	Vorbeifahrtdauer in sec.
Magnetschnellbahn	150 m	400 km/h	91	1,4
TR 07/2	150 m	200 km/h	76	2,7
Schiene	ICE	420 m	200 km/h	7,6
	IC	340 m	160 km/h	7,7
	GZ	500 m	100 km/h	18,0

genüber dem Schienenverkehr unterschiedlich. Diese Relationen ändern sich auch nicht grundlegend, wenn anstelle des 2-Sektionen-Fahrzeuges das auf der Strecke Berlin - Hamburg vorgesehene 6-Sektionen-Fahrzeug zum Vergleich herangezogen wird.

Zur genaueren Unterscheidung wurden auf der Grundlage der für die Berechnung der Schallimmissionen maßgeblichen Berechnungsvorschriften [15, 16] die Unterschiede in den Vorbeifahrtpegeln rechnerisch ermittelt (Tabelle 2). Die Vorbeifahrtpegel für die Magnetschnellbahn im Abstand von 25 m wurden aus [17], für den ICE aus [18] übernommen.

Der Vorbeifahrtpegel der Magnetschnellbahn liegt im Abstand von 25 m bei einer Geschwindigkeit von 200 km/h ca. 8 dB(A) bzw. 11 dB(A) unter dem entsprechenden Vorbeifahrtpegel eines ICE mit 200 km/h bzw. eines IC mit 160 km/h. Gleichzeitig ist die Vorbeifahrtdauer mit ca. 3 sec weniger als halb so lang wie diejenige des ICE oder des IC mit ca. 8 sec. Dagegen sind die Vorbeifahrtpegel der Magnetschnellbahn bei einer Geschwindigkeit von 400 km/h um ca. 7 dB(A) höher als diejenigen des ICE mit einer Geschwindigkeit von 200 km/h bzw. um 4 dB(A) höher als diejenige des IC mit 160 km/h.

Die empfundene Lästigkeit eines Geräusches wird auch durch sein mehr oder minder plötzliches Auftreten bestimmt. Dieses Charakteristikum läßt sich durch den Pegelanstieg, d.h. die Höhe der Pegeländerung pro Zeiteinheit, beschreiben. In Bild 2 sind beispielhaft die Pegelanstiege einer Magnetschnellbahn mit 400 km/h und eines IC-Zuges mit 160 km/h jeweils im Abstand von 25 m in Form einer linearen Regression im Pegelbereich über 70 dB(A) vergleichend dargestellt.

In Tabelle 3 sind die Pegelanstiege vergleichend gegenübergestellt. Die Daten für die Magnetschnellbahn wurden [17] entnommen.

Der Vergleich der Pegelanstiege zeigt, daß trotz der deutlich höheren Geschwindigkeiten der Pegelanstieg der Magnetschnellbahn sich meßtechnisch im Bereich über 70 dB(A) nicht wesentlich von denjenigen der IC- oder ICE-Züge unterscheidet. Dieser Pegelbereich wurde wegen des steilen Anstiegs als maßgeblich für die Erschreckensreaktion erachtet. Der IC-Zug taucht aus dem Grundgeräusch (in diesem Fall bei etwa 50 dB(A)) deutlich langsamer auf als die Magnetschnellbahn. Inwieweit der Pegelanstieg in diesem Pegelbereich Gestörtheitsreaktionen beeinflusst, kann jedoch nicht

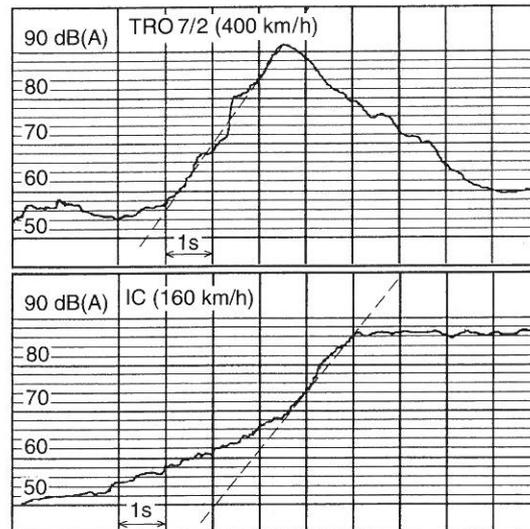


Bild 2. Pegelanstiege von TR 07 und IC in 25 m Entfernung

Tabelle 3. Gemessene Pegelanstiege in dB(A)/sec

Typ	Geschwindigkeit	Pegelanstieg in dB(A)/sec in 25 m Entfernung	
Magnetschnellbahn	400 km/h	10-14	
TR 07/2	200 km/h	7-8	
Schiene	ICE	200 km/h	17
	IC	160 km/h	12
	GZ	100 km/h	13

abgeschätzt werden. Bei größeren Abständen von der Trasse ist aber eine Angleichung auch in diesem Pegelbereich zu erwarten.

### 3.2 Vorbeifahrthäufigkeit

Die Zeit- bzw. Pausenstrukturen der Magnetschnellbahn bzw. des Schienenverkehrs erweisen sich in vielen Aspekten als ähnlich. Besonders wenn man die Zeitstruktur von Straßenverkehrslärm mit in Betracht zieht, kann festgestellt werden, daß die Magnetschnellbahn dem Schienenverkehr sehr stark gleicht.

Der Magnetschnellbahnverkehr zeichnet sich ebenso wie der Schienenverkehr durch relativ hohe Spitzenpegel und lange Ruhepausen zwischen den Vorbeifahrten aus. Lediglich die Dauer der einzelnen Schallereignisse ist bei der Magnetschnellbahn wesentlich kürzer als beim Schienenverkehr. Dies hat u.a. zur Folge, daß bei vergleichbarer Streckenbelastung der Mittelungspegel bei der Magnetschnellbahn um 3-4 dB(A) niedriger liegt, trotz der wesentlich höheren Geschwindigkeit.

Bild 3 zeigt den Pegel-Zeit-Verlauf der Magnetschnellbahn und einer gleich belasteten Schienenstrecke. Deutlich zu erkennen ist, daß trotz gleicher Anzahl an Schallereignissen der Mittelungspegel  $L_{Am}$  bei der Magnetschnellbahn wegen

**Tabelle 4.** Vergleich der Zeitstruktur der Magnetschnellbahn mit einer DB-Hauptstrecke (Beispiel: Berlin-Hamburg im Jahr Prognose 2010)

	Magnetschnellbahn		Schiene	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Anzahl der Vorbeifahrten pro h	8	1	10	8
Beurteilungspegel in dB(A)*	65	56	69	69
durchschnittl. Pausendauer in min	7,5	60	6	7

\* Beurteilungspegel in 25 m Abstand und 3,5 m Höhe von der näheren Fahrbahn bzw. Gleis nach [15, 16]

der kürzeren Vorbeifahrtzeiten geringer ist. Gleichzeitig sind dadurch die Ruhepausen zwischen den Vorbeifahrten geringfügig länger.

In Tabelle 4 werden die Beurteilungspegel und die Pausendauern gegenübergestellt. Für die Magnetschnellbahn wurden dabei die Streckenbelegungen, wie sie für die geplante Strecke Hamburg-Berlin vorgesehen sind, zugrundegelegt. Als Vergleich dienen die Prognosedaten für die Hauptabfuhrstrecke der Bahn von Berlin nach Hamburg für das Jahr 2010.

Die Ergebnisse von Tabelle 4 zeigen, daß, obwohl die Streckenbelastung der Magnetschnellbahn nahezu der prognostizierten Belastung der Strecke Berlin-Hamburg entspricht, der Beurteilungspegel tagsüber um ca. 4 dB(A) niedriger liegt. Bei den Schienenstrecken tritt üblicherweise nachts keine Absenkung des Beurteilungspegels auf, wohingegen bei der Magnetschnellbahn der Verkehr und somit der Beurteilungspegel deutlich vermindert ist, so daß der Unterschied nachts auf 13 dB(A) anwächst.

Die durchschnittliche Pausendauer zwischen zwei Vorbeifahrten ist bei der Magnetschnellbahn bei gleicher Streckenbelegung zwischen 10 Sekunden bis 1 Minute länger als bei einer vergleichbaren Schienenstrecke mit gleicher Streckenbelegung. Dieser Unterschied ist in der geringeren Vorbeifahrtzeitdauer der Magnetschnellbahn begründet.

### 3.3

#### Frequenzspektrum

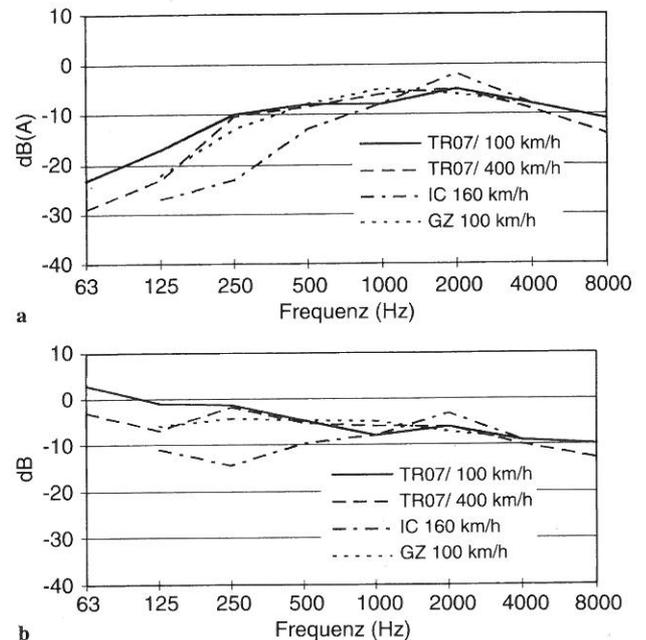
Als weiteres Kriterium zum akustischen Vergleich zwischen Magnetschnellbahn und Schiene werden die Frequenzspektren herangezogen. Dazu sind im weiteren die A-bewerteten und die unbewerteten Oktavspektren eines IC und eines GZ denen des Transpid 07/2 bei verschiedenen Geschwindigkeiten gegenübergestellt [19] (siehe Bild 4).

Das Spektrum der Magnetschnellbahn zeigt bei beiden Geschwindigkeiten einen ähnlichen Verlauf wie Güterzüge bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h. Im oberen Frequenzbereich über etwa 1000 Hz zeigt das Spektrum von IC-Zügen einen etwas größeren Pegelanteil.

### 4

#### Anwendbarkeit des Bonus

In der Gesetzgebung wurde für die geringere Lästigkeit des Schienenverkehrs gegenüber dem Straßenverkehr ein Wert von 5 dB(A) als Schienenbonus festgelegt. Dieser Wert stellt einen Mittelwert aus einem hohen Lästigkeitsunterschied zugunsten der Schiene für den Nachtzeitraum (bei den Schlafstörungen von bis zu 13 dB(A)) und dem geringen Lästigkeitsunterschied für den Tageszeitraum (bei den Kommuni-



**Bild 4.** A-bewertete (a) und unbewertete (b) Oktavpegeldiagramme von IC, GZ und TR 07/2 bei 100 und 400 km/h

kationsstörungen ein Lästigkeitsunterschied zugunsten der Straße von bis zu 4 dB(A) dar.

Der hohe Lästigkeitsunterschied für die Schlafstörungen ist wohl darauf zurückzuführen, daß durch die im Vergleich zum Straßenverkehrslärm langen Ruhepausen zwischen zwei Schallereignissen und durch die lange Pegelanstiegszeit Einschlaf- und Aufweckstörungen in weit geringerem Maße auftreten als beim Straßenverkehrslärm.

Dagegen ergibt sich für den Bereich der Kommunikation durch die vergleichsweise höheren Vorbeifahrtpegel der Schiene und die wesentlich längere Vorbeifahrtzeit eine höhere Störwirkung durch den Schienenverkehrslärm als durch den Straßenverkehrslärm.

Vergleicht man nun die Geräuschcharakteristik der Magnetschnellbahn mit derjenigen des herkömmlichen Schienenverkehrs in bezug auf deren Einfluß auf die Gestörtheitsreaktionen, ergibt sich folgendes Bild:

- Bezüglich der *Schlafstörungen* zeigt sich, daß sich sowohl der Pegelanstieg als auch die Länge der Ruhepausen zwischen den Vorbeifahrten bei Schienenverkehr und Magnetschnellbahn in der gleichen Größenordnung darstellen. Dies bedeutet, daß der für diesen Gestörtheitsbereich nachgewiesene hohe Schienenbonus auch für die Magnetschnellbahn übertragen werden kann.
- Der für die *Kommunikationsstörungen* maßgebliche Verlauf des Vorbeifahrtpegel unterscheidet sich bei Schienenverkehr und Magnetschnellbahn stark: Die Vorbeifahrtzeitdauer der Magnetschnellbahn ist wesentlich kürzer; dagegen ist die Höhe des Vorbeifahrtpegels bei Geschwindigkeiten von 400 km/h höher als derjenige der Schiene. Insgesamt kann man zu dem Schluß kommen, daß durch die Magnetschnellbahn die Störungen der Kommunikation im Freien aufgrund der kürzeren Vorbeifahrtzeit geringer ausfallen werden als diejenigen durch Schienenverkehrslärm. Somit wird sich vermutlich für diesen Gestörtheitsbereich eher ein größerer Schienenbonus bzw. kein Schienenmalus ergeben.
- Die *empfundene Lautheit* des Geräusches wird neben der Pegelhöhe durch das Frequenzspektrum bestimmt. Das Spektrum des Schienenverkehrs und der Magnetschnellbahn unterscheiden sich nicht wesentlich. Sowohl bei

niedrigen Geschwindigkeiten der Magnetschnellbahn als auch im oberen Geschwindigkeitsbereich gleicht das Frequenzspektrum demjenigen eines Güterzuges mit 100 km/h. Es ist daher auch aus Sicht des Frequenzspektrums keine andere Auswirkung auf die Belästigungswirkung zu erwarten als durch den Schienenlärm.

- In gleichem Maße wie die akustischen Eigenschaften beeinflussen sogenannte *außerakustische Moderatoren* die Balästigungsreaktionen. Der Schienenverkehr wird allgemein aufgrund der insgesamt wesentlich geringeren Schadstoffbelastung und des geringeren Energiebedarfes gegenüber dem Straßenverkehr als umweltfreundliches Verkehrsmittel eingestuft. Diese Faktoren können sicherlich auch auf die Magnetschnellbahn übertragen werden. Weitere akustische Moderatoren, wie Lärmempfindlichkeit, Lärmgewöhnung etc., unterscheiden sich bei der Magnetschnellbahn sicherlich nicht bezüglich ihres Einflusses auf die Gestörtheitsreaktionen von der Situationen bei herkömmlichem Schienenverkehr. Inwieweit jedoch die Einstellung zur Magnetschnellbahn die Reaktionen beeinflussen, kann nicht eingeschätzt werden, da sie sowohl durch positive Erfahrungen von Besuchern auf der Versuchsanlage im Emsland als auch durch ablehnende Haltungen geprägt ist. Es ist aber zu vermuten, daß sich diese eher emotionalen Einflußfaktoren auf lange Sicht neutralisieren werden.

Wenn man die oben genannten Faktoren zusammenfaßt, kann festgestellt werden, daß der Schienenbonus in der Höhe von 5 dB(A) aufgrund von theoretischen Überlegungen auch auf die Magnetschnellbahn übertragen werden kann.

#### Literatur

1. 16. Bundesimmissionenschutzverordnung (16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung) 1990
2. Schuemer, R.; Schuemer-Kohrs, A.: Lästigkeit von Schienenverkehrslärm im Vergleich zu anderen Lärmquellen - Überblick über Forschungsergebnisse. Z. Lärmbekämpfung. 38 (1991) 1-9
3. Möhler, U.; Schuemer-Kohrs, A.: Literaturstudie über die Wirkung von Schienenverkehrslärm allein oder im Vergleich mit anderen Verkehrslärmquellen. Bericht DT 170 (C 163) des ORE, Utrecht, April 1985

4. Möhler, U.: Community response of railway noise - A review of social surveys, Journal of Sound and Vibration 120 (1988) 321-332
5. Möhler, U.: Zum Einfluß der Fensterstellung auf die Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm. DAGA 1987
6. Fields, J. F. et al.: Reactions to railway noise: A survey near railway lines in Great Britain. Institute of Sound and Vibrations Research, Southampton Report No. 102, England, 1980
7. Planungsbüro Obermeyer: Interdisziplinäre Feldstudie II über die Besonderheiten des Schienenverkehrslärms gegenüber dem Straßenverkehrslärm. Forschungsbericht 70 081/80, Bundesministerium für Verkehr. München, 1983
8. Peeters, A. et al.: Hinder Door Spoorweggeluid in de Woonomgeving. IMG-TNO-Rapport D 60, Delft 1983
9. Meyer, A. et al.: Zur Begrenzung der Lärmbelastung. Zusammenfassung der Schlußberichte und Teilberichte. Soziologisches Institut der Universität Zürich, 1980
10. Lang, J.: Schallimmissionen an Schienenverkehrsstrecken. Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Wien 1989
11. Fastl, H.: Psychoakustische Experimente zum Schienenbonus. Fortschritte der Akustik. DAGA 94, Dresden 1994
12. Fastl, H.: Psychoacoustics and rail bonus. Inter noise 94, Yokohama 1994
13. Lambert, J. et al.: Impact du bruit sur les riverains du TGV Atlantique. Rapport INRETS n° 196, Frankreich 1995
14. IABG: Schreiben der IABG an Akustik Data vom Juli 1995
15. Schall 03: Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen. Bundesbahn - Zentralamt, München 1990
16. Schall Transrapid: Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Magnetschwebebahnen des Systems Transrapid, 1995 (Entwurf)
17. Bericht BTM 96/002: Schallmessungen am Transrapid 07 nach Bugmodifikationen, 1996
18. Hölzl, G.; Redmann, M.: Fortschritte bei Schallreduzierungsmaßnahmen des elektrischen Bahnbetriebes. Elektrische Bahnen 92 (1994) 5
19. Kurze, U.: Einfluß der Luftabsorption des TR 07. Bericht der Fa. Müller-BBM GmbH vom 25.11.1992

Dipl.-Ing. Ulrich Möhler

Dipl.-Ing. Manfred Liepert

Möhler+Partner, München

## Diskussionsbeiträge zu Schienenbonus und Transrapid

Die Bewertung der Schallimmissionen, die beim geplanten Einsatz der Transrapid-Magnetschnellbahn als Verkehrsmittel zu erwarten sind, ist unter Fachleuten immer noch eine strittige oder zumindest offene Frage. Die Zeitschrift für Lärmbekämpfung betrachtet es als eine wichtige Aufgabe, für solche neuen, ungeklärten Streitpunkte ein aktuelles Diskussionsforum bereitzustellen. Zur Eröffnung der Diskussion hat die Hauptschriftleitung Herrn Dipl.-Ing. Reimar Paulsen, Medizinisches Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf, und Herrn Prof. Dr. Rainer Guski, Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum, um ihre kritische Stellungnahme zum vorstehenden Beitrag „Untersuchungen zur Übertragbarkeit des Schienenbonus auf die Magnetschnellbahn“ gebeten. Wir danken den Herren, daß sie uns so kurzfristig Diskussionsbeiträge liefern konnten, und hoffen, daß dieses Thema reges Interesse bei unseren Lesern findet.

### Anmerkungen zum akustischen Vergleich von Magnetschnellbahn und Schienenverkehr

Der Schienenbonus ist das Ergebnis mehrerer vergleichender Studien von Straßen- und Schienenverkehrslärm (vgl. dazu die Übersichtsarbeit von Schuemer und Schuemer-Kohrs). Für zwei seit langem gebräuchliche Verkehrsmittel konnten ausführliche Feldstudien durchgeführt werden. Problematisch wird es, wenn die Lärmwirkungen neuer, im Feld noch nicht verfügbarer Techniken abgeschätzt werden sollen, um diese dann durch geeignete Schutzmaßnahmen in Grenzen zu halten.

Mit der Magnetschnellbahn wird zu Beginn des nächsten Jahrtausends ein neues Verkehrsmittel in Betrieb gehen, das sich vom herkömmlichen Schienenverkehr z.T. deutlich unterscheidet. Da ist zunächst der Antrieb, der ohne Berührung der Trasse über ein Magnetfeld erfolgt. Damit entfällt eine klassische Geräuschquelle: der Rad-Schiene-Kontakt. Dieses Plus wird durch die Strömungsgeräusche, die überproportional mit der Geschwindigkeit ansteigen, allerdings mehr als ausgeglichen. Die Geschwindigkeit der Magnetschnellbahn wird auf freien Strecken etwa 400 km/h betra-