



Schallschutz – eine Investition in die Zukunft der Bahn



Inhalt

03 Vorwort

04 Die Deutsche Bahn – Vorreiter in Sachen Umweltschutz

06 Schall ist nicht gleich Schall – physikalische Grundlagen Die menschliche Wahrnehmung von Schall Das Hörempfinden – erwünschter und unerwünschter Schall Lärmwirkung Belästigungsempfinden von Erschütterungen

09 Schienenverkehrsgeräusche – Ausbreitung und Berechnung Schallemissionen und -immissionen Rechtliche Grundlagen zur Berechnung des Schalls Schalltechnische Untersuchungen

12 EU-Umgebungslärmrichtlinie und nationale Umsetzung Einheitliche Systeme in Europa

14 Ziele und Strategie im Lärmschutz der Deutschen Bahn

15 Lärmvorsorge bei Neu- und Ausbaustrecken Aktive und passive Schallschutzmaßnahmen BüG – das „Besonders überwachte Gleis“

18 Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen des Bundes

19 Verbundstoffbremssohle vermeidet Lärm an der Quelle Umrüstung der vorhandenen Güterwagons Pilot- und Innovationsprogramm

21 Innovationen für die leisere Bahn Leise Innovationen am Fahrweg



Vorwort

Mobilität ist ein unverzichtbares Gut unserer Gesellschaft: Leistungsstarke Verkehrsangebote und eine zukunftsfähige Infrastruktur sind die Voraussetzungen für eine funktionierende und prosperierende Wirtschaft. Mobilität ist auch ein bedeutender Faktor für unsere Lebensqualität und spielt bei der individuellen Gestaltung unserer Freizeit eine wichtige Rolle.

Die Prognosen der Verkehrsexperten weisen darauf hin, dass das Verkehrsaufkommen – ungeachtet der aktuellen wirtschaftlichen Probleme – langfristig weiter steigen wird. Die Kehrseite dieses Trends ist die damit verbundene steigende Belastung für Umwelt und Mensch. In diesem Kontext gewinnt die Schiene als umweltverträglichster Verkehrsträger zunehmend an Bedeutung.

Die Deutsche Bahn AG ist sich ihrer Verantwortung bewusst und arbeitet intensiv daran, die Umweltfolgen von Verkehr zu minimieren. Einen besonderen Fokus richtet sie dabei auf die Lärmemissionen. Wir wissen, dass viele Anwohner unter Schienenverkehrslärm leiden und nehmen dieses Problem sehr ernst. Denn wir wissen auch: Einer leisen Bahn gehört die Zukunft. Die DB AG hat sich deshalb das Ziel gesetzt, den Schienenverkehrslärm von 2000 bis 2020 zu halbieren.

Dieses Ziel erreichen wir nur, wenn alle beteiligten Akteure an einem Strang ziehen. Die Forschung an Hochschulen und Industrie muss funktionierende sowie wirtschaftlich tragfähige Lösungen entwickeln. Die Betreiber müssen sie auf Alltagstauglichkeit erproben und ihr Know-how einbringen. Und nicht zuletzt muss die Politik die finanziellen Voraussetzungen für den Einsatz leiser Technologien schaffen, damit diese die umweltfreundliche Bahn nicht verteuern und so zu neuen Nachteilen führen.

Die Deutsche Bahn versteht sich als Treiber für eine leise Bahn: Noch bevor es gesetzlich Pflicht wurde, haben wir bei neuen Güterwagen die deutlich leisere Verbundstoffbremssohle eingesetzt. Sie reduziert in Kombination mit einer guten Pflege der Gleise die Schallpegel um 10 dB (A) – dies entspricht einer Halbierung des Lärms. Im Rahmen des Programms zur Lärmsanierung können wir eine erfolgreiche Zwischenbilanz ziehen. Von den insgesamt betroffenen 3.500 Streckenkilometern wurden seit 1999 bereits 740 Kilometer erfolgreich saniert.

Mit dem Konjunkturprogramm der Bundesregierung kann die Deutsche Bahn in den nächsten Jahren innovative Technologien und Verfahren am Fahrweg in der Praxis erproben. Diese Investition ist ein wichtiger Impuls für die leise Bahn der Zukunft.

Dr. Volker Kefer

Vorstand Technik, Systemverbund und Dienstleistungen
der Deutschen Bahn AG



Die Deutsche Bahn – **Vorreiter in Sachen Umweltschutz**

Der Personen- und Güterverkehr auf der Schiene wächst kontinuierlich – Tendenz: steigend. Dies entlastet die Umwelt von klimaschädlichen CO₂-Emissionen und Abgasen – belastet aber auch Anwohner mit Lärm. Deshalb hat sich die DB das Ziel gesetzt, leiser zu werden.

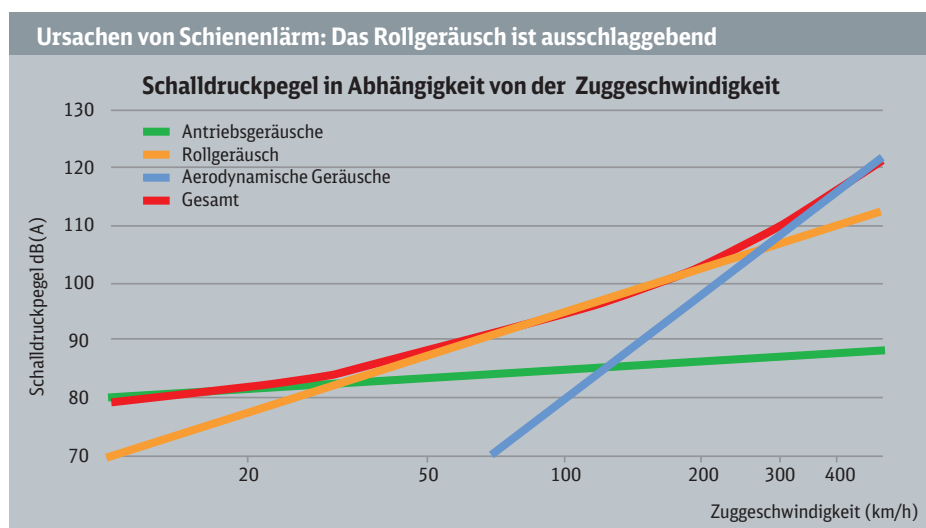
Mobilität ist die Grundlage für Wachstum und Beschäftigung und symbolisiert für die meisten Menschen Freiheit und Lebensqualität. Modernes Freizeitverhalten, gemeinsame Märkte im vereinten Europa und die Globalisierung führen darüber hinaus zu einem veränderten Mobilitätsverhalten in unserer Gesellschaft. Verkehrsexperten sagen national und international kontinuierlich wachsende Verkehrsströme voraus – sowohl bei Gütern als auch Reisenden.

Verkehr bedeutet jedoch auch immer einen Eingriff in unsere Umwelt. Mobilität von Menschen und Gütern sicherzustellen und dabei die Folgen für Mensch und Natur zu minimieren, ist deshalb von entscheidender Bedeutung für einen nachhaltigen Verkehr.

Die Schiene ist der umweltfreundlichste Verkehrsträger. Die Bahn ist besonders energiesparend und klimafreundlich: Ein Reisender mit dem ICE verursacht im

Vergleich zur Fahrt im Auto nur ein Drittel der klimaschädlichen CO₂-Emissionen. Auch im Güterverkehr hat die Schiene die Nase vorn: Wird eine Tonne einer Ware mit einem Güterzug transportiert, fällt im Vergleich zum Lkw nur ein Viertel des CO₂ an.

Die DB arbeitet daran, ihre Umweltbilanz noch weiter zu verbessern. Bis zum Jahr 2020 will sie die spezifischen CO₂-Emissionen des Konzerns um 20 Prozent senken – einschließlich der Verkehre auf der Schiene, auf der Straße, in der Luft und auf dem Wasser. Seit 1990 hat die





DB die spezifischen CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs sogar schon um 40 Prozent reduziert.

Als Vorreiter eines klimafreundlich und umweltfreundlich organisierten Verkehrs vernetzen wir die verschiedenen Verkehrsträger ökonomisch und ökologisch intelligent miteinander und verlagern Verkehr auf die Schiene. Damit setzt die DB das Ziel einer nachhaltigen Verkehrspolitik um.

Anwohner an stark befahrenen Güterverkehrsstrecken empfinden den wachsenden Schienenverkehr als Problem. Sie befürchten eine zunehmende Belästigung durch Schienenlärm.

Laut Umfragen des Umweltbundesamtes (2008) fühlen sich 59 Prozent der Bevölkerung durch den Lärm des Straßenverkehrs belästigt. Er ist aufgrund des dichten Straßennetzes die Hauptlärmquelle in Deutschland. Rund 42 Prozent nennen an zweiter Stelle Nachbarn als unerwünschte Geräuschquelle; an dritter Stelle folgt der Flugverkehr (30 Prozent), der durch den kontinuierlichen Ausbau und die intensive Nutzung von Flughäfen immer stärker in das „Lärmbewusstsein“ der Bevölkerung rückt. An vierter Stelle folgt der Schienenverkehr, durch dessen Schallemissionen sich jeder Vierte (24 Prozent) gestört fühlt.

Somit besteht die Herausforderung darin, den Schienenverkehr zu stärken und gleichzeitig die Lärmbelastigung für die Anwohner zu senken. Zunehmender Schienenverkehr und abnehmende Lärmbelastung ist kein Widerspruch. Die Deutsche Bahn hat sich das Ziel gesetzt: die Halbierung des Schienenverkehrslärms von 2000 bis 2020 – trotz steigendem Verkehrsaufkommen auf der Schiene.



Hauptquelle des Schienenlärms ist das Rollgeräusch, welches wesentlich vom Oberflächenzustand der Rad- und Schienenauflflächen bestimmt wird

Hauptursache des Schienenverkehrslärms ist das Abrollen der Räder auf den Gleisen, das so genannte Rollgeräusch. Weitere Schallquellen sind Antriebsgeräusche von Motoren und Lüftern, Rangier- und Verladegeräusche an Bahnhöfen sowie vereinzelt Signalgeräusche, beispielsweise an Bahnübergängen. Beim Hochgeschwindigkeitsverkehr kommen außerdem aerodynamische Geräusche der Stromabnehmer hinzu. Im Schienengüterverkehr besteht darüber hinaus die Herausforderung, dass dieser auch in den Nachtstunden mit besonderem Ruhebedürfnis stattfindet.

Die Deutsche Bahn AG sieht ein hohes Potenzial insbesondere in der Lärmminimierung an der Quelle. So können durch den Einsatz einer neuen Verbundstoffbremse die Aufriffelungen der Räder bei Güterzügen deutlich verringert und damit das Rollgeräusch halbiert werden. Neu beschaffte Güterwagen sind bereits mit dieser Technik ausgestattet. Die Umrüstung aller vorhandenen Wagen ist jedoch finanziell von den Schienenverkehrsunternehmen nicht zu bewerkstelligen. Damit der umweltfreundliche Schienenverkehr konkurrenzfähig bleibt, sind die Betreiber hier auf eine öffentliche Förderung angewiesen.



Schall ist nicht gleich Schall – physikalische Grundlagen

Werden Geräusche als belastend oder störend empfunden, spricht man von Lärm. Dabei entscheiden individuelles Hörempfinden und persönliche Vorlieben häufig darüber, ob ein Geräusch als Lärm wahrgenommen wird. Rein physikalisch betrachtet besteht Lärm aus Schalldruckwellen, die sich über die Luft ausbreiten.

Als Luftschall oder kurz Schall werden kleine Schwankungen des Luftdrucks bezeichnet. Schall kann durch unterschiedliche Vorgänge erzeugt werden, etwa durch Übertragung der Schwingungen eines festen Körpers auf die angrenzende Luftschicht (z. B. Lautsprecher), durch Strömungsvorgänge der Luft (z. B. Orgelpfeife) oder durch Druckstöße aufgrund plötzlicher Temperaturänderung (z. B. Blitz, Verbrennungsmotor). Die Luftdruckschwankungen am Ort der Erzeugung breiten sich in der Luft in Form von Schallwellen aus. Bei der Ausbreitung im freien Raum nimmt die Stärke der Druckschwankungen mit zunehmendem Abstand von der Quelle kontinuierlich ab. Durch Hindernisse auf dem Aus-

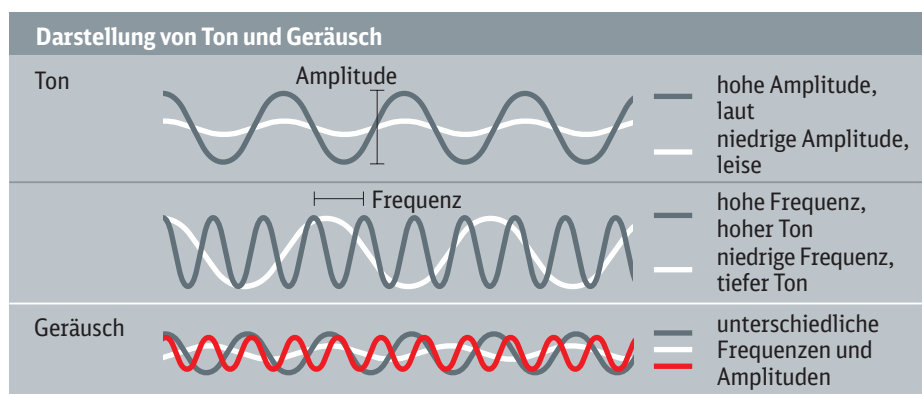
breitungsweg, zum Beispiel durch eine Schallschutzwand, können die Schallwellen reflektiert oder absorbiert werden.

Die menschliche Wahrnehmung von Schall

Treffen die Schallwellen auf das Trommelfell, so gerät auch dieses in Schwingung. Der Mensch nimmt dadurch ein Geräusch wahr. Die kleinste Druckschwankung, die vom Ohr aufgenommen und verarbeitet wird, wird als Hörschwelle bezeichnet. Sehr hohe Schalldrücke können das Ohr schädigen und werden ab einer bestimmten Schwelle als Schmerz empfunden.

Der zwischen diesen Grenzen liegende Hörbereich wird üblicherweise durch den Schalldruckpegel beschrieben. Er bildet als logarithmisches Maß in guter Näherung den Höreindruck des Ohres ab. Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben und seine Werteskala umfasst im Hörbereich 0 bis 120 dB. Pegelunterschiede lassen sich ab einer Differenz von circa 3 dB als gerade hörbar wahrnehmen, obwohl diese Differenz bereits einer Verdopplung der Schallenergie entspricht. Ein Anstieg von 10 dB wird als Verdopplung der Lautstärke empfunden.

Für die Wahrnehmung von Schall spielt neben der Amplitude des Schalldrucks auch die zeitliche Abfolge der Luftdruckschwankungen eine Rolle. Diese wird durch die Frequenz mit der Maßeinheit Hertz beschrieben. Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde. Vom menschlichen Ohr werden Druckschwankungen im Frequenzbereich zwischen 16 und 20.000 Hertz wahrgenommen. Besteht der Schall nur aus einer dominierenden Frequenz, so spricht man von einem Ton. Im Allgemeinen sind an einem Schallereignis jedoch viele unterschiedliche Frequenzen beteiligt.





Inbesondere in Stadt- und Ballungsräumen liegen Verkehrswege und Bebauung dicht zusammen

Das menschliche Gehör weist für verschiedene Frequenzen eine unterschiedliche Empfindlichkeit auf. Um dieses Empfindungsverhalten im Schalldruckpegel abzubilden, wird er mit einer so genannten Frequenzbewertung versehen. Zur Beschreibung von Verkehrsgereuschen hat sich international die so genannte A-Bewertung etabliert. Sie berücksichtigt, dass das menschliche Ohr empfindlicher auf hohe als auf tiefe Töne reagiert und wird bei der Pegelangabe durch die Schreibweise „dB (A)“ deutlich gemacht.

Das Hörempfinden – erwünschter und unerwünschter Schall

Lärm ist unerwünschter Schall – damit sind Geräusche gemeint, die vom Menschen als störend beziehungsweise belästigend empfunden werden. Häufig macht schon eine größere Lautstärke ein Geräusch zum Lärm. In vielen Fällen ist es aber die Botschaft, die mit dem Geräusch vermittelt wird, die wesentlich über das Empfinden mitentscheidet. Hierunter fallen auch der „Klang“ eines Geräusches sowie sein zeitlicher Ablauf. So signalisiert schnell anschwellender Lärm, wie beispielsweise beim Presslufthammer, eine Bedrohung und wird als besonders störend empfunden. Demgegenüber nimmt das Gehirn langsam zu- und abnehmende Geräusche als weniger belästigend wahr.

Besonders große Unterschiede sind im persönlichen Empfinden der einzelnen Menschen festzustellen. So wird ein Rockkonzert oder der Besuch einer Disco für den einen als „Musik in den Ohren“, für den anderen als unerträglicher Lärm empfunden. Persönliche Meinung und individuelles Interesse spielen bei der Bewertung eines Geräusches also ebenfalls eine entscheidende Rolle.

Natürlich ist auch die Häufigkeit einer Geräuscheinwirkung ein entscheidender Einflussfaktor. Die resultierende Geräuschbelastung wird daher nicht allein durch das Einzelereignis, sondern durch die Summe der Geräuscheinwirkungen innerhalb eines Beurteilungszeitraumes beschrieben. Das Maß hierfür ist der Beurteilungspegel, der bei Verkehrslärm für die Zeiträume Tag (6 bis 22 Uhr) und Nacht (22 bis 6 Uhr) definiert ist.

Lärmwirkung

Straßenverkehrslärm wird im Vergleich zu Schienenverkehrslärm von den Betroffenen in der Regel als deutlich störender empfunden – dies belegen umfangreiche Lärmstudien. Die Ursachen hierfür sind sehr vielfältig: Schienenverkehr weist in der Regel lange Geräuschpausen zwischen den einzelnen Zugfahrten auf, die Geräuscheignisse treten regelmäßig auf, der Geräuschcharakter der Ereignisse ist sehr ähnlich. Aber

Schallereignisse und deren Schallpegel

Düsenjet beim Start (in 7 m Entfernung)	140
<u>schmerzhaft</u>	120
Rockkonzert (in 7 m Entfernung)	
Kreissäge (in 7 m Entfernung)	100
Güterzug (in 7 m Entfernung)	
lauter Stadtverkehr (in 7 m Entfernung)	80
<u>laut</u>	60
normales Gespräch (in 1 m Entfernung)	40
<u>leise</u>	20
Flüstern (in 1 m Entfernung)	
leiser Wind	0
	dB (A)

auch unbewusste psychische Komponenten können hierbei eine große Rolle spielen.

Der Unterschied im Geräuschempfinden zwischen Schienen- und Straßenverkehr kann mehr als 10 dB (A) betragen. In der 16. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV), die für die Dimen-



sionierung von Schallschutzmaßnahmen im Rahmen der Lärmvorsorge maßgeblich ist, wurde diesem Umstand Rechnung getragen und die geringere Lästigkeitswirkung des Schienenverkehrs in Form des so genannten Schienenbonus mit einem Wert von 5 dB (A) verankert.

Um auch besondere Situationen – etwa an Strecken mit Hochgeschwindigkeitsverkehr, hohem Güterverkehrsanteil oder hoher Streckenbelegung – einzubeziehen, wurden in den Jahren 1996 bis 2002 durch die Deutsche Bahn ergänzende Studien in Zusammenarbeit mit Umweltbundesamt, Eisenbahn-Bundesamt, Bundesverkehrsministerium und verschiedenen Hochschulen veranlasst und koordiniert. Dabei wurde die geringere Belästigungswirkung durch Schienenverkehrslärm bestätigt.

Auch aktuelle Forschungen zur Schlafqualität befassen sich mit Vergleichen

zwischen Straßen- und Schienengeräuscheinwirkungen. So werden am Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund in einem deutsch-französischen Verbundvorhaben derzeit umfangreiche Laborversuche durchgeführt und ausgewertet.

Belästigungsempfinden von Erschütterungen

Landgestützte Verkehre, also auch der Schienenverkehr, führen neben der Schallabstrahlung auch zu einer Schwingungsanregung des Untergrundes. Die Schwingungen breiten sich im Boden aus und werden in bestimmten Fällen bis in nahestehende, benachbarte Gebäude übertragen. Oberhalb der Fühlschwelle werden sie vom Menschen über den Körperkontakt an Füßen, Händen, etc. wahrgenommen und dann als Erschütterungen bezeichnet. Zugleich wird durch schwingende Gebäudeteile

Luftschall erzeugt, der im Gebäudeinneren hörbar sein kann. Er wird als „sekundärer Luftschall“ bezeichnet und ist vor allem dann wahrnehmbar, wenn keine anderen Geräuscheinwirkungen oder -quellen vorhanden sind.

Ein Maß für Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen stellt der so genannte KB-Wert nach DIN 4150, Teil 2, dar. Die Norm enthält Richtwerte, nach denen der KB-Wert in Bezug auf Wahrnehmbarkeit und Lästigkeit beurteilt werden kann. Ähnlich wie beim Luftschall spielen auch hier neben der Stärke der Einwirkung die beteiligten Frequenzen, der zeitliche Verlauf und die Häufigkeit der Ereignisse eine wesentliche Rolle. Bei dem Neubau oder der baulichen Änderung von Bahnanlagen in der Nähe von Wohnbebauung wird daher auch die Einwirkung von Erschütterungen untersucht und bewertet.



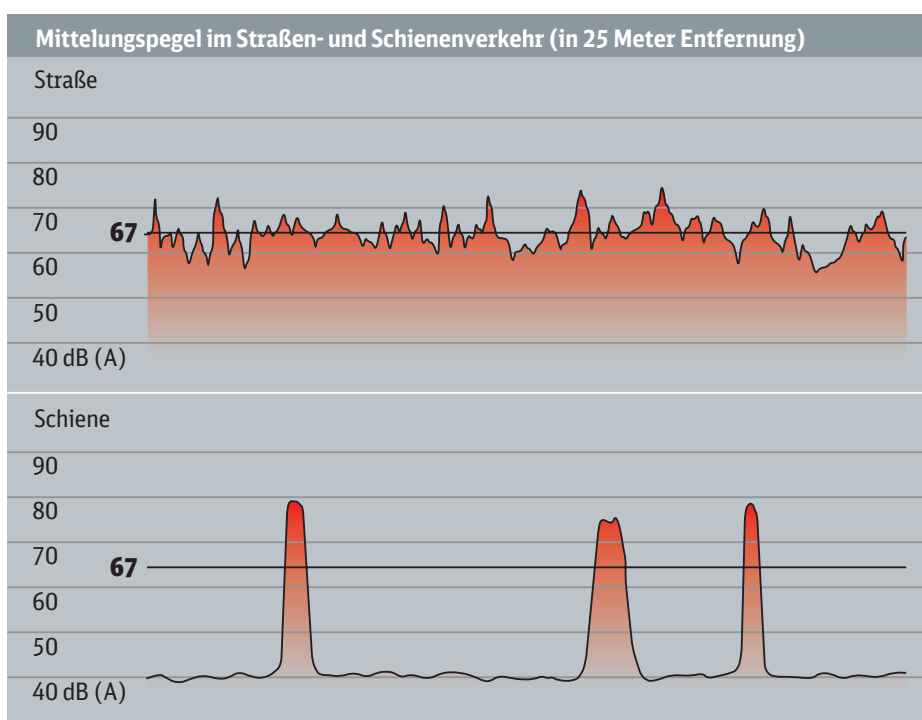
Insbesondere im Güterverkehr lassen sich die Schallpegel durch Lärmschutzmaßnahmen erheblich reduzieren

Schienenverkehrsgeräusche – Ausbreitung und Berechnung

Die Bewertung von Verkehrslärm sowie die daraus resultierende Festlegung von Schallschutzmaßnahmen basieren auf einem aufwendigen Berechnungsverfahren. Auf Basis von Verkehrsprognosedaten werden so genannte Beurteilungspegel ermittelt. Grundlage hierfür ist die Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen („Schall 03“).

Schallemissionen des Schienenverkehrs an Eisenbahnstrecken resultieren im Wesentlichen aus den Antriebsgeräuschen, den aerodynamischen Geräuschen bei Geschwindigkeiten von über 250 Kilometer pro Stunde und vor allem aus dem Abrollen des Rades auf der Schiene. In der Praxis schwanken Geräusche häufig in Lautstärke und Frequenzbereich innerhalb der für die Fahrzeuge und Zugarten typischen Bandbreiten.

Die für den Lärm relevanten Geräusche werden in dem Schallereignis einer Zugvorbeifahrt zusammengefasst. Die Berechnung der Schallemission berücksichtigt Fahrzeugart, Länge und Geschwindigkeit des Zuges sowie die Bremsbauart (Anteil Scheibenbremsen). Weiterhin fließen in den Beurteilungspegel Fahrbahn- und Gleiseigenschaften wie Schwellenart, Feste Fahrbahn, zulässige Streckengeschwindigkeit und Rauigkeit der Schienenfahrfläche ein. Enge Gleisdadien, Bahnübergänge und Brücken werden bei der Berechnung durch Zuschläge berücksichtigt. Alle Zugfahrten in einem bestimmten Zeitraum (Tag: 6 bis 22 Uhr, Nacht: 22 bis 6 Uhr) werden zu einem logarithmischen Mittelungspegel der Schallemission zusammengefasst. In diesen gehen Stärke und Dauer jedes



Einzelgeräuschs ein. Pegelspitzen werden durch ihre hohe Intensität entsprechend stark berücksichtigt. Sie gehen also nicht – wie häufig irrtümlicherweise angenommen – durch das Mittelungsverfahren verloren. Fahren beispielsweise innerhalb einer Stunde 15 Regionalzüge mit Vorbeifahrtpegeln von

81 dB (A), so entsteht ein Mittelungspegel von rund 67 dB (A), obwohl zu etwa 95 Prozent dieser Zeit keine Zugbewegungen stattfinden. Dieses Beispiel macht deutlich, dass der Mittelungspegel hervortretende Geräuschspitzen in besonderem Maße berücksichtigt.



Die Züge des Nahverkehrs sind weitestgehend mit Scheibenbremsen ausgestattet, dadurch können die Schallemissionen deutlich reduziert werden

Schallemissionen und -immissionen

Emissionen sind Schallwellen, die von der Quelle beziehungsweise dem Entstehungsort abgegeben werden. Schallemissionspegel und deren Mittelungspegel sind als Schallpegel in 25 Meter Abstand vom Gleis in 3,5 Meter Höhe definiert.

Bei einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit steigt das Fahrgeräusch, gleichzeitig verkürzt sich die Durchfahrzeit. Steigt beispielsweise die Zuggeschwindigkeit von 140 auf 200 Kilometer pro Stunde an, führt dies zu einer Zunahme des Mittelungspegels um rund 3 dB (A). Eine größere Zuglänge erhöht den Mittelungspegel aufgrund der längeren Vorbeifahrzeiten ebenso.

Je größer der Abstand zwischen dem Entstehungs- und Empfangsort, desto bedeutender werden die Schallausbreitungsbedingungen. Bei einer Verdoppelung der Entfernung nimmt der Mittelungspegel durchschnittlich um 5 dB (A) ab. Neben der Schallabsorption in der Luft sind auch Unebenheiten des Bodens für diese Schallreduzierung verantwortlich. Eine Bebauung senkt die Schallpegel an den dahinter liegenden Orten ebenfalls deutlich. Reflexionen können an den Häuserfassaden entstehen. Die Schallausbreitung wird ebenfalls vom Gelände, sowie von der Boden- und Meteorologiedämpfung beeinflusst.

Schallimmissionspegel entstehen am jeweiligen Empfangsort, beziehungsweise

an dem Ort, der schalltechnisch beurteilt werden muss. Die Schallemissionspegel und die Schallimmissionspegel werden mit der „Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen“ (Schall 03) ermittelt. Das Berechnungsverfahren basiert auf einer Vielzahl ausgeführter Messungen und Untersuchungen. Unter Berücksichtigung der Lärmwirkung wird an den Gebädefassaden der Beurteilungspegel zur Bewertung der Schienenverkehrsgeräusche berechnet.

Rechtliche Grundlagen zur Berechnung des Schalls

Schallmessungen von Zugvorbeifahrten sind sehr aufwendig und stellen immer einen momentanen Wert dar. Sie werden genutzt, um akustische Eigenschaften von neuen Fahrzeugen, Komponenten oder der Fahrbahn zu bewerten. Diese Messungen müssen nach streng definierten Bedingungen durchgeführt werden, da viele Einflussfaktoren existieren, die die Messergebnisse verfälschen. Schallmessungen zur Bestimmung des Umgebungslärms müssten über einen längeren Zeitraum und dann gegebenenfalls an vielen Immissionsorten durchgeführt werden, um einerseits die meteorologischen Einflüsse und andererseits die speziellen Dämpfungs- und Reflektionsbedingungen des Übertragungsweges zu berücksichtigen. Die Auslegung von Schallschutzmaßnahmen in der Lärmvorsorge und der Lärmsanierung wird grundsätzlich durch die künftig zu erwartenden Beurteilungspegel bestimmt.

Beurteilungspegel aus Prognoseverkehrsdaten können nur durch eine Schallausbreitungsberechnung und nicht durch Messungen bestimmt werden.

In der 16. BImSchV ist für die Bewertung der Verkehrsgeräusche bei Neu- und Ausbaustrecken sowie in der Lärmsanierung die Berechnung der Schallemission, der Schallimmissionswerte und der Beurteilungspegel mit der Berechnungsvorschrift „Schall 03“ vorgeschrieben. Für Planrechtsverfahren müssen „Schalltechnische Untersuchungen“ nach Schall 03 durchgeführt werden.

Mit Hilfe der Berechnungsvorschrift lassen sich auch Prognosen für zukünftige Schallsituationen erstellen, da Ausgangsdaten für Fahrzeuge und Züge von Seiten der Hersteller und Betreiber bekannt sind. Neue Fahrzeuge müssen mindestens die Emissionsgrenzwerte entsprechend der Technischen Spezifikation der Interoperabilität (TSI) einhalten und haben damit einen definierten Emissionspegel, der in die Berechnung eingehen kann.

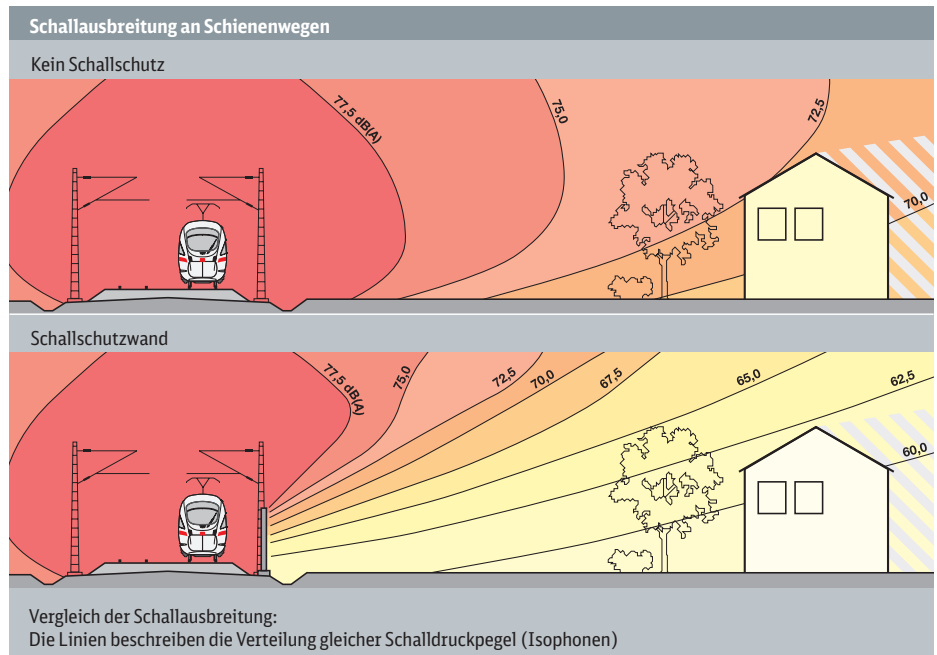
Das Berechnungsverfahren Schall 03 wurde im Rahmen eines Projektes des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung überarbeitet, um neue Erkenntnisse und Entwicklungen der Geräuschreduzierung an der Fahrbahn- und der Fahrzeugtechnik besser in der Schallberechnung berücksichtigen zu können. Die überarbeitete Schall 03 muss jedoch noch in Kraft treten.

Schalltechnische Untersuchungen

Bei der Neuplanung oder dem Umbau von Bahnstrecken wird zunächst eine Prognose der zu erwartenden Geräusche erstellt. Dadurch können spätere Konflikte frühzeitig erkannt und Lärmminierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Durch Schalltechnische Untersuchungen werden die Lärmbelastungen der Anwohner für den Ist- und Prognosefall mit und ohne Ausbaumaßnahme berechnet. Aus der Höhe der Lärmbelastung und den örtlichen Gegebenheiten werden gegebenenfalls Schallschutzmaßnahmen abgeleitet, die in die Berechnung einfließen und die Einhaltung der Grenzwerte aus der Lärmvorsorge oder Lärmsanierung ermöglichen.

Ausgangspunkt ist dabei die Aufnahme der neuen oder auszubauenden Eisenbahnstrecke in ein digitales, dreidimensionales Geländemodell mit Schallquellen und der Modellierung der Luftschallausbreitung bis zur Bestimmung



des Beurteilungspegels an der Gebäudefassade. Damm- und Einschnittlagen werden in diesen Modellen ebenso erfasst wie die Bebauung oder andere ortsspezifische Gegebenheiten. Zur exakten Bestimmung der Beurteilungspe-

gel ist neben dem Geländemodell vor allem eine sehr gute Datengrundlage der Fahrbahn- und Fahrzeugeigenschaften sowie der Verkehrsdaten erforderlich.



Bei den Zügen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs spielen vor allem aerodynamische Geräusche eine Rolle



Beispiel einer Lärmkarte für Berlin-Mitte mit dem Lärmindex L_{Night}

EU-Umgebungslärmrichtlinie und nationale Umsetzung

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie liefert den Rahmen für eine Bewertung der Lärmbelastung in Europa. Ziel der Richtlinie ist es, die Lärmsituation in den Mitgliedsstaaten zu verbessern.

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie richtet sich an die Mitgliedsstaaten der EU; in Deutschland wurde sie federführend durch das Bundesumweltministerium umgesetzt. Eine entsprechende Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes wurde im Jahr 2005 verabschiedet.

Fokus der Richtlinie ist die Erstellung von strategischen Lärmkarten und Lärmaktionsplänen sowie die Beteiligung der Öffentlichkeit. Für Ballungsgebiete mit mehr als 250.000 Einwohnern sowie Eisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 60.000 Zügen pro Jahr wurden bereits Lärmkarten erstellt und 2008 vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) für ganz Deutschland veröffent-

licht. In einem zweiten Schritt sollen bis 2012 Ballungsgebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern sowie Eisenbahnstrecken mit einem Verkehrsaufkommen von über 30.000 Zügen pro Jahr kartiert werden.

Auf Basis der Lärmkarten müssen die Gemeinden – ein Jahr versetzt – für lärm-belastete Gebiete so genannte Lärmaktionspläne entwickeln. Diese sollen Vorschläge unterbreiten, die die Lärmprobleme vermeiden beziehungsweise mindern. Die Lärmaktionspläne müssen der Europäischen Kommission vorgelegt werden. Lärmkarten und Lärmaktionspläne sind alle fünf Jahre zu prüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren.

Für die Länder der EU wurde mit den Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} eine vergleichbare Herangehensweise zur Berechnung der Lärmkarten vorgegeben. Dabei dienen der L_{DEN} als Maß für die allgemeine Belästigung und der L_{Night} als Maß für die Störungen des Schlafes. Die Berechnung der beiden Lärmindizes erfolgt in der Bundesrepublik nach dem Verfahren der „Vorläufigen Berechnungsvorschrift für den Umgebungslärm an Schienenwegen“ (VBUSch). Unter Beachtung der Vorgaben aus der EU-Umgebungslärmrichtlinie wurde dieses Berechnungsverfahren aus der Schall 03 abgeleitet. Im Vergleich zur Schall 03 ergeben sich jedoch Unterschiede, welche eine Vergleichbarkeit der deutschen Beurteilungspegel oder der europäischen Lärmkarten nicht erlaubt.



Einheitliche Systeme ermöglichen grenzüberschreitenden Verkehr

Unterschiede sind die zu betrachtenden Tageszeiten, die Lärmindizes und die teilweise anders bewerteten Schallquelleneigenschaften beider Berechnungsverfahren. Der L_{DEN} ist der über 24 Stunden gemittelte Schalldruckpegel, der sich aus dem L_{Day} (6 bis 18 Uhr), dem $L_{Evening}$ (18 bis 22 Uhr) und dem L_{Night} (22 bis 6 Uhr) zusammensetzt. Für die Zeit von 18 bis 22 Uhr wird dabei ein Gewichtungsfaktor von 5 dB (A) hinzugerechnet, für die Nachtzeit von 22 bis 6 Uhr ein Faktor von 10 dB (A).

Die Schall 03 dagegen berechnet den L_{Tag} (6 bis 22 Uhr) und den L_{Nacht} (22 bis 6 Uhr) und berücksichtigt die geringe Lästigkeit des vom Schienenverkehr ausgehenden Lärms durch den Schienenbonus. Weitere Unterschiede gibt es in der Berücksichtigung von zusätzlichen Schallquellen bei hohen Geschwindigkeiten, der Zuschläge für Gleisradian und der Fahrbahnart. Aktuell sind die Ergebnisse aus dem Verfahren nach Schall 03 immer dann anzuwenden, wenn der Umfang des Schallschutzes bei der Lärmvorsorge oder der Lärmsanierung zu ermitteln ist. Die Ergebnisse nach VBUSch finden Anwendung bei der

Lärmkartierung und sind Grundlage für die kommunale Lärmaktionsplanung.

Für die Erstellung und Veröffentlichung der Schienenverkehrslärmkarten ist in Deutschland das Eisenbahn-Bundesamt zuständig. Hierfür stellt die DB Netz AG die vorhandenen Basisdaten zu Verkehr und Eisenbahnstrecken zur Verfügung.

Einheitliche Systeme in Europa

Die EU-Richtlinie zur Interoperabilität transeuropäischer Eisenbahnsysteme sieht einen einheitlichen oder zumindest verknüpfbaren Zugverkehr in Europa vor. Sie soll sicherstellen, dass ein Fahrzeug beziehungsweise Zug die Eisenbahnstrecken der EU-Länder ohne technische Einschränkungen befahren kann. Mit den „Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität“ (TSI) werden gemeinschaftliche Vorgaben für Infrastruktur, technische Anlagen, Versorgungssysteme und Fahrzeuge erarbeitet und angewandt. Mit der „TSI Noise“ gelten seit Februar 2007 für alle neuen Schienenfahrzeuge einheitliche Grenzwerte für deren Geräuschemissionen in unterschiedlichen Betriebszuständen.

Um beispielsweise bei neuen Güterwagen die Grenzwerte für das Vorbeifahrgeräusch einzuhalten, ist der Einsatz der leisen Verbundstoffbremssohle oder der Scheibenbremse notwendig, weil dadurch eine glatte Lauffläche auf dem Rad und damit ein leiseres Rollgeräusch erreicht wird.



Während die EU-Umgebungsärmrichtlinie insbesondere darauf zielt, die Lärmbelastung der Anwohner auf der Immissionsseite darzustellen und zu verringern, ist durch die Einführung der TSI „Fahrzeuge Lärm“ und TSI „HGV“ das Augenmerk auf die Verringerung der Geräuschemissionen der Fahrzeuge unter Berücksichtigung der Gleisqualität gerichtet.

Geringere Schallemissionen durch Schienenschleifen: Nachmessen der geschliffenen Schiene



Ziele und Strategie im Lärmschutz der Deutschen Bahn

Der Schienenverkehr eignet sich wie kein anderes System, Personen und Güter über große Entfernungen sicher und schnell zu transportieren. Auch der Umweltvorteil macht das Rad-Schiene-System wirtschafts- und gesellschaftspolitisch sinnvoll. Diesen Umweltvorteil zu erhalten und auszubauen, ist deshalb wichtiger Bestandteil der Unternehmensphilosophie der DB. Allerdings stößt selbst der umweltfreundliche Schienenverkehr dort auf Vorbehalte, wo sich die Menschen vom nächtlichen Güterverkehr gestört fühlen. Die Deutsche Bahn hat sich das anspruchsvolle Ziel gesetzt, den Schienenverkehrslärm auf der Basis des Jahres 2000 bis 2020 zu halbieren –

damit zieht sie mit der Politik und den Anwohnern an einem Strang. Vor allem der nächtliche Güterverkehr soll leiser werden, dadurch kommt der Bekämpfung des Lärms an der Quelle eine besondere Bedeutung zu.

Das Halbierungsziel kann nur mit einem Gesamtkonzept erreicht werden, in dem vier maßgebliche Bausteine verfolgt werden:

- Die Lärmsanierung des Bestandsnetzes – Umsetzung des freiwilligen Lärmsanierungsprogramms des Bundes sowie der Lärmvorsorge an Neu- und Ausbaustrecken

- Umrüstung des Güterwagenbestandes auf die lärmreduzierende Verbundstoffbremssohle

- Unterstützung von Forschungsvorhaben zur Entwicklung neuer Technologien, die den Lärm am Fahrweg und am Fahrzeug verringern, wie das Forschungsprojekt „Leiser Zug auf realem Gleis“ (LZarG)

- Umsetzung der Maßnahmen aus dem Konjunkturprogramm der Bundesregierung zur Erprobung innovativer lärm- und erschütterungsmindernder Maßnahmen am Fahrweg.



Fast 14 Kilometer Schallschutzwände wurden entlang der Neubaustrecke Nürnberg–Ingolstadt gebaut; hier: Schallschutzwände im Altmühltal bei Großhöbding

Lärmvorsorge bei Neu- und Ausbaustrecken

Schädliche Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche an Neu- und Ausbaustrecken müssen durch entsprechende aktive und passive Schallschutzmaßnahmen verhindert werden. Dieses Prinzip der Lärmvorsorge ist durch den Gesetzgeber im Bundes-Immissionsschutzgesetz verankert.

Den Schutz vor Verkehrslärm regelt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Demnach ist beim Neubau oder der wesentlichen Änderung eines vorhandenen Verkehrsweges sicherzustellen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar wären. Allerdings müssen Kosten und Nutzen dabei in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen.

Jedoch ist nicht nur die Deutsche Bahn verpflichtet, möglichst umweltverträglich zu bauen. Auch die Kommunen müssen bei der Planung neuer Wohngebiete berücksichtigen, wie sich der Lärm von Straßen, Luft- oder Schienenwegen auf die Anwohner auswirkt.

Für den Neubau oder eine wesentliche Änderung von Schienenwegen und Straßen hat der Gesetzgeber die 16. Bundes-Immissionsschutzverordnung

(16. BImSchV) erlassen. In ihr ist konkret festgelegt, wann der Anlieger eines Schienenweges Anspruch auf Schallschutz hat. Diesen Anspruch auf die so genannte Lärmvorsorge haben grundsätzlich alle Anwohner an Neubaustrecken sowie von Strecken, die wesentlich geändert werden.

Eine solche Änderung ist zum Beispiel die Erweiterung eines Schienenweges um ein oder mehrere durchgehende Gleise. Eine wesentliche Änderung liegt auch vor, wenn – so die Vorschrift – „durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel um

Immissionsgrenzwerte gemäß 16. BImSchV		
Anlagen und Gebiete	Immissionsgrenzwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser Schulen Kurheime Altenheime	57	47
Reine Wohngebiete Allgemeine Wohngebiete Kleinsiedlungsgebiete	59	49
Kerngebiete Dorfgebiete Mischgebiete	64	54
Gewerbegebiete	69	59



Beispiel einer Schallschutzwand aus Drahtgabionen, die mit Steinen befüllt wurden

mindestens 3 dB (A) oder auf mindestens 70 dB (A) am Tage oder mindestens 60 dB (A) in der Nacht erhöht wird“. Gleiches gilt für erhebliche bauliche Eingriffe, wenn eine vorhandene Lärmbelastung von 70 dB (A) und mehr am Tag oder 60 dB (A) und mehr in der Nacht durch den erheblichen Eingriff zusätzlich erhöht wird.

Ein erheblicher baulicher Eingriff muss zu einer erkennbaren Veränderung des Verkehrsweges führen. Kleinere Baumaßnahmen wie das Versetzen von Signalanlagen, das Auswechseln von Schwellen, der Einbau von Weichen oder das Ändern einer Fahrleitung sind hingegen keine erheblichen baulichen Eingriffe. Auch eine Erhöhung der Zugzahlen und -geschwindigkeiten stellen ohne erheblichen baulichen Eingriff keine wesentliche Änderung dar.

Mit der Lärmvorsorge bei Neu- und Ausbaustrecken erfüllt die Bahn die seit 1974 gültigen gesetzlichen Bestimmungen des Schallschutzes. Überall dort, wo neue Bahnstrecken entstehen oder bestehende umfassend ausgebaut werden, sind bei Überschreitungen der Grenzwerte Schallschutzmaßnahmen zu treffen. Durchschnittlich rund 12 Prozent der Gesamtkosten solcher Infrastrukturprojekte werden in Maßnahmen des Umweltschutzes investiert.

Aktive und passive Schallschutzmaßnahmen

Der Schallschutz setzt sich in der Regel aus einer Kombination von aktiven und passiven Maßnahmen zusammen. Aktiv nennt man jene, die direkt am Entstehungsort sowie auf dem Ausbreitungsweg des Schalls erfolgen. An vorderster Stelle sind hier die Schallschutzwände und -wälle zu nennen, mit denen viele Anlieger vor den Geräuschen geschützt werden können. Sie wirken auf die gesamte Fläche, die vom Lärm des Verkehrsweges beschallt wird.

Schallschutzwälle sind aus ökologischer Sicht eine gute Alternative und verursachen zudem kaum Folgekosten für Instandsetzung und Unterhalt. Wegen des hohen Flächenverbrauchs ist deren Realisierung insbesondere in dicht bebauten Gebieten häufig unmöglich.

Daher ist die Schallschutzwand das häufigste eingesetzte Mittel des aktiven Schallschutzes. Die Wandmaterialien bestehen häufig aus Aluminium, es werden aber auch Wände aus Beton, Holz oder einer Kombination der genannten Materialien errichtet. Für Aluminium sprechen die leichte Handhabbarkeit und die gute Rückführung in den Wertstoffkreislauf.

Schallschutzwände sind zur Gleisseite hin hoch absorbierend gestaltet, um Schallreflexionen zu vermeiden. Dadurch wird verhindert, dass der Schall zwischen Wand und Zugaußenseite mehrfach reflektiert. Die Mindestwerte für die Schallabsorption sind in einer Richtlinie definiert.

Neben den akustischen erfüllen Schallschutzwände auch bautechnische Anforderungen. Hierzu zählen beispielsweise Standsicherheit und Anforderungen an den Werkstoff. Alle Bauarten von Schallschutzwänden müssen für den Einsatz zugelassen und in Bezug auf ihre Lärmreduzierung anerkannt sein. Für den Bau einer Schallschutzwand ist – entsprechend den Baugenehmigungen für den Hausbau – ein Planrechtsverfahren erforderlich. Hierfür muss in der Regel mit einem Vorlauf von etwa eineinhalb Jahren bis zum Baubeginn gerechnet werden. In vielen Ortslagen, wie beispielsweise im Rheintal, berücksichtigen die Planer in hohem Maße die Belange des Denkmalschutzes. Die Farbgebung der Schallschutzwände passt sich an das Stadtebild an. Die DB ist bestrebt, auch so genannte Gabionenwände – das sind Drahtkörbe, die mit Natursteinen befüllt werden – als landschaftsfreundliche Schallschutzwände einzusetzen.

Ab einer gewissen Höhe der Schallschutzwände werden die Pegelwerte nur noch unwesentlich reduziert. Zudem dürfen die Wände das Landschaftsbild nicht zerstören und der Aufwand muss in einem wirtschaftlich vernünftigen Verhältnis zum Nutzen stehen. Deshalb kommen passive Maßnahmen ergänzend oder alleine zum Einsatz.

Hierbei handelt es sich um schalltechnische Verbesserungen an Gebäuden – also am Ort, wo die Schallwellen einwirken. Für den Schutz der Innenräume ist neben dem Einbau von Schallschutzfenstern in Verbindung mit schalldämmenden Lüftern in Einzelfällen auch eine Dämmung von Außenwänden und Dächern erforderlich. Während die aktiven Maßnahmen die Außenbereiche und Innenräume schützen, können passive Maßnahmen die Einhaltung der Grenzwerte in Wohn- und Schlafräumen garantieren. Die erforderliche Schallschutzklasse für ein Schallschutzfenster wird ausgehend vom Beurteilungspegel nach der 24. Bundes-Immissionsschutzverordnung berechnet. In der Praxis wägen die Planer eine sinnvolle Kombination beider Möglichkeiten ab. Der Gestaltungsspielraum bei der Wahl der



richtigen Schutzmittel bewegt sich dabei im Spannungsfeld zwischen vorgegebenen Richtlinien der Bundesregierung und individuellen Anforderungen der Anwohner und Gemeinden. Hier gilt es häufig, die verschiedenen Interessen zu berücksichtigen und sinnvolle Kompromisse zu finden.

BüG – das „Besonders überwachte Gleis“

Wichtige Voraussetzung zur Lärmvermeidung an der Quelle ist eine glatte Oberfläche des Schienenkopfes. Als weitere Schallschutzmaßnahme gilt daher das Besonders überwachte Gleis (BüG). Beim Eisenbahnbetrieb entstehen Unebenheiten (Riffel) auf der Fahrfläche, die in der Folge Geräusche produzieren.

Damit diese Unebenheiten eine definierte Riffeltiefe nicht überschreiten, kontrolliert ein Schallmesszug regelmäßig den Zustand der Schienenoberflächen auf ihre akustischen Schallpegel. Überschreiten die Schallpegel die Vorgaben, wird die Oberfläche der Schienenköpfe geschliffen. Das BüG erzielt eine dauerhafte Lärmreduktion von 3 dB (A), die vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannt und als Abschlag bei der Schallberechnung angesetzt werden kann. Durch den Einsatz des BüG kann die Höhe der Schallschutzwände reduziert werden. Insbesondere dort, wo städtebauliche oder wirtschaftliche Gründe hohe Wände verbieten, kann das BüG dazu beitragen, Immissionsgrenzwerte einzuhalten.



Besonders überwachtes Gleis: der Schienenschleifzug im Einsatz

Beispiel einer Schallschutzwand mit durchsichtigen Glaselementen



Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen des Bundes

Im Gegensatz zur Lärmvorsorge ist die Lärmsanierung an bestehenden Strecken gesetzlich nicht verankert. Daher hatte die Bundesregierung 1999 das freiwillige Lärmsanierungsprogramm aufgesetzt. Wurden zu Beginn hierfür jährlich Mittel in Höhe von rund 50 Millionen Euro bereitgestellt, erhöhte sich das Budget 2006 bereits auf 76 Millionen Euro: Seit 2007 stehen dem Programm 100 Millionen Euro zu Verfügung. Die am stärksten belasteten Ortsdurchfahrten wurden durch die DB vorgeschlagen und in einer so genannten Dringlichkeitsliste durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung eingestuft. Seit Anfang 2005 liegt das Gesamtkonzept zur Lärmsanierung vor, das die bisherige Dringlichkeitsliste und weitere sanierungsbedürftige Abschnitte mit einer Streckenlänge von insgesamt 3.400 Kilometern in rund 1.375 Städten und Gemeinden umfasst. Die einzelnen Maßnahmen werden kontinuierlich abgearbeitet. Die Förderrichtlinie des Lärmsanierungsprogramms sieht beispielsweise in

Wohngebieten vor, dass bei Überschreitung der Schallpegel von 70 dB (A) am Tag beziehungsweise 60 dB (A) in der Nacht an den umliegenden Gebäuden Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt werden können. Bei der Planung der Maßnahmen werden künftige Verkehrsentwicklungen, wie sie im Bundesverkehrswegeplan prognostiziert sind, berücksichtigt. Das Lärmsanierungsprogramm kann bislang eine erfolgreiche

Bilanz aufweisen: In den ersten zehn Jahren wurden knapp 40 Prozent der betroffenen Kommunen saniert. Hierbei hat die DB Schallschutzwände mit einer Gesamtlänge von 264 Kilometern erstellt und fast 40.000 Wohnungen mit Schallschutzfenstern oder anderen Maßnahmen zum Lärmschutz, wie beispielsweise Schalldämmlüftern oder speziellen Isolierungen an Dächern, ausgestattet.



Schallschutzfenster reduzieren den Lärm in Schlaf- und Wohnräumen



Ziel der DB AG: Bremsklötze mit Grauguss-Sohlen durch die Verbundstoffbremssohlen zu ersetzen

Verbundstoffbremssohle vermeidet Lärm an der Quelle

Eine Bremssohle aus einer speziellen Kunststoffmischung halbiert das Rollgeräusch von Güterzügen. Neue Wagen werden bereits mit dieser Verbundstoffbremssohle ausgerüstet, die Umrüstung der Bestandsflotte stellt alle Beteiligten vor eine große Herausforderung.

Wichtiger Baustein bei der Lärmreduzierung des Schienengüterverkehrs ist der Einsatz von Verbundstoffbremssohlen, der so genannten „Flüsterbremse“. Die Verbundstoffbremssohle bekämpft den Lärm an der Quelle – der Lärm entsteht also erst gar nicht. Dagegen erhöht der Einsatz der herkömmlichen Graugussbremsklötze das Rollgeräusch: Sie werden beim Bremsen direkt auf die Räder gedrückt, was mit der Zeit zu Unebenheiten auf den Laufflächen der Räder führt und sich durch ein lauter werden des Rollgeräusch bemerkbar macht. Um dieser Lärmquelle zu begegnen, haben mehrere europäische Bahnen gemeinsam eine Bremssohle aus einer speziellen Kunststoffmischung für Güterwagen entwickelt. Der Einsatz dieser Verbundstoffbremssohle verhindert das Aufrauen der Räder. Im Zusammenwirken mit einer guten Pflege der Gleise wird so das Rollgeräusch des Güterzugs um bis zu 10 dB (A) reduziert, also halbiert.



Seit Februar 2007 gelten für alle neuen Schienenfahrzeuge einheitliche Grenzwerte für deren Geräuschemissionen. Diese Lärmreduzierung wird bei neuen Güterwagen durch den Einsatz der leisen Verbundstoffbremssohle (Typ „K-Sohle“) erreicht.

Obwohl die Verbundstoffbremssohle zeitlich unbefristet in ganz Europa erst im Oktober 2003 zugelassen wurde, hat die DB Schenker Rail bereits seit 2001 ausschließlich Wagen mit der neuen Bremssohle angeschafft. Mit Stand von

Oktober 2009 sind mehr als 5.100 der leisen Güterwagen bei DB Schenker Rail Deutschland im Einsatz. In den nächsten Jahren werden weitere neue Wagen mit der leisen Verbundstoffbremssohle den Betrieb aufnehmen.

Umrüstung der vorhandenen Güterwagens

Würde man den bestehenden Wagenpark mit der Verbundstoffbremssohle ausrüsten, führte dies zu einer spürbaren Lärmreduktion. Bundesweit sind mehr als



Das gelbe „K“ im Kreis zeigt an, dass der Wagen mit Verbundstoffbremssohle ausgerüstet ist

Im Pilotprojekt „Leiser Rhein“ werden rund 5.000 Wagen auf Verbundstoffbremssohle umgerüstet

135.000 Bestandsgüterwagen mit der Verbundstoffbremssohle auszurüsten, was mit erheblichen Kosten verbunden ist: Je nach verfügbarer Sohlentechnologie sind allein für Deutschland Kosten von bis zu 600 Millionen Euro zu erwarten. Die Güterverkehrsbahnen können diese Investition nicht tragen, da weder sie noch die Güterverkehrskunden durch den Umbau einen wirtschaftlichen Vorteil erzielen. Der Nutzen käme jedoch der Allgemeinheit und den Anwohnern zugute. Eine vollständige Förderung des Umbaus der Bestandsgüterwagen ist daher notwendig. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass für die umgerüsteten Wagen höhere Folgekosten zu erwarten sind. Diese resultieren aus höheren Sohlenkosten sowie aus dem größeren Verschleiß der Radsätze bei Nutzung der Verbundstoffbremssohle.

Um den Umrüstungsaufwand insgesamt zu reduzieren, wird derzeit an der Weiterentwicklung der Sohlentechnologie

gearbeitet. Ziel ist die Entwicklung einer im Vergleich zur K-Sohle kostengünstigeren Technik. Die sogenannte LL-Verbundstoffbremssohle hat neben ihrem lärm-mindernden Effekt den Vorteil, dass kein umfassender Umbau der Brems-einrichtung des Güterwagens erforderlich wird. Weil gegenwärtig jedoch keine solche zugelassene und serienreife Bremssohle existiert, ist zunächst ein weiteres Sammeln von Erfahrungen notwendig. Nur dann kann garantiert werden, dass in naher Zukunft marktfähige Lösungen zur Verfügung stehen. Jedoch wird auch bei der LL-Sohle mit höheren Folgekosten für die Wageninstandhaltung gerechnet.

Pilot- und Innovationsprogramm

Die Bundesregierung hat zusätzlich zum freiwilligen Lärmsanierungsprogramm der Umrüstung der Güterwagen auf die Verbundstoffbremssohle eine Schlüsselrolle zugeordnet. Dazu wurde ein Pilot- und Innovationsprogramm „Leise Güter-

wagen“ eingerichtet. Im Rahmen des Teilprojekts „Leiser Rhein“ erfolgt die pilothafte Umrüstung von rund 5.000 Wagen auf Verbundstoffbremssohlen. Darüber hinaus wird im Rahmen des Innovationsprogramms die Weiterentwicklung der Sohlentechnologie vorangetrieben. Damit soll die Grundlage für die Umrüstung der gesamten Flotte der Bestandsgüterwagen geschaffen werden.

Während Schallschutzwände und -fenster nur lokal wirken, reduzieren Maßnahmen am Fahrzeug den Lärm flächendeckend. Neue Verbundstoffbremssohlen bei Güterwagen halbieren die Lärmemissionen. Effizienter Lärmschutz erfordert somit die zusätzliche Förderung von Maßnahmen direkt an der Schallquelle. Die Umrüstung von Schienengüterfahrzeugen sollte daher im Rahmen des freiwilligen Lärmsanierungsprogramms des Bundes förderfähig sein.

Innovationen für die leisere Bahn

Eine nachhaltige Infrastruktur und ein möglichst leiser Schienenbetrieb sind entscheidend für die Zukunft des Verkehrsträgers Schiene. In verschiedenen Projekten erprobt die Deutsche Bahn AG daher innovative Technologien und Verfahren. Dank des Konjunkturprogramms erhalten Schall- und Erschütterungsschutz einen zusätzlichen Impuls: Zahlreiche neue Technologien können in den nächsten Jahren auf ihre Praxistauglichkeit untersucht werden.

Die Entwicklung neuer leiser Technologien unterstützt die DB AG mit dem Forschungsprojekt „Leiser Zug auf realem Gleis“ (LZarG). Das besondere an dem Projekt: Der Fokus liegt auf den Wechselwirkungen verschiedener lärmarmen Komponenten. Durch die geschickte Kombination von Maßnahmen an Fahrzeug und Fahrweg soll die Lärmminde- rung möglichst groß ausfallen. Die Untersuchungen in LZarG konzentrieren sich sowohl auf das Rad selbst als auch auf den Oberbau.

Im Interesse einer leisen Bahn arbeiten unter der Projektleitung der Deutschen Bahn, Hochschulen und Industrie gemeinsam an der Entwicklung dieser lärmarmen Komponenten. Neben den Technischen Universitäten in Berlin, Dresden und München haben sich neun Industriepartner im Rahmen des „Forschungsverbunds leiser Verkehr“ im Projekt LZarG zusammengeschlossen. Der Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) begleitet das Projekt.

Ziel ist es, bis 2011 die Entwicklung der Komponenten und Systeme abzuschließen. Das vom BMBF geförderte Programm ist im Januar 2008 gestartet und läuft über drei Jahre bis 2010. Kumuliert sollen die Techniken zusätzlich zur Flüsterbremse die Vorbeifahrgeräusche um circa 5 dB (A) weiter mindern.

In LZarG werden nachrüstbare Schallreduktionsmaßnahmen an der Quelle untersucht. Diese betreffen die Bedämpfung der Räder und der Schiene sowie akustisch optimierte Laufwerke und die elastische Schienenbefestigung /-lagerung.

Leise Innovationen am Fahrweg

Durch zusätzliche Mittel des Bundes bekommt das Thema innovativer Lärm- und Erschütterungsschutz an Schienenwegen einen neuen Schub. So kann die Bahn mit den Geldern aus dem Konjunkturprogramm innovative Verfahren und Technologien der Infrastruktur auf ihre Praxistauglichkeit überprüfen beziehungsweise mit konkreten Umsetzungs-

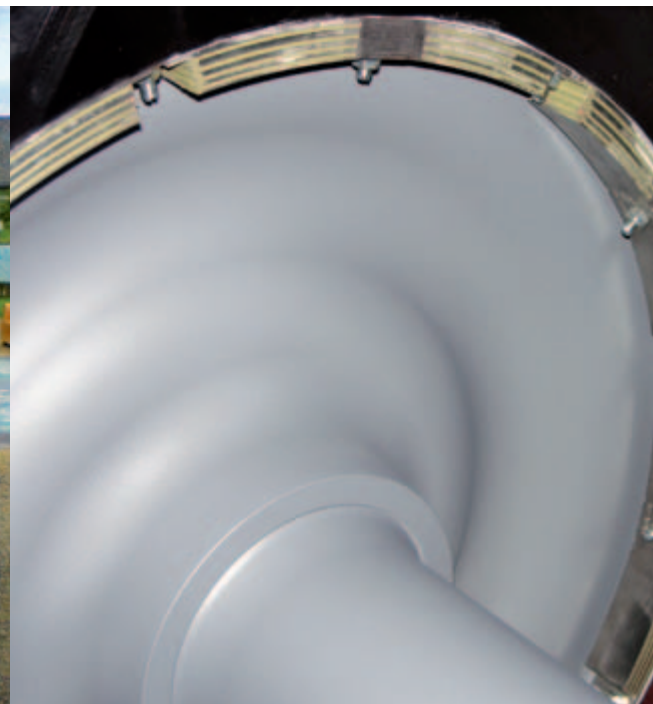
projekten starten. Diese Maßnahmen müssen ihre Tauglichkeit für die Lärmminde- rung noch unter Beweis stellen. Bei erfolgreicher Erprobung können Sie das herkömmliche Maßnahmenpektrum zur Lärmminde- rung ergänzen. Aus dem Konjunkturprogramm II werden 100 Millionen Euro in Pilotprojekte zur Erprobung innovativer Lärm- und Erschütterungs- schutzmaßnahmen an der Infrastruktur fließen.

Die Auswahl von Strecken, die für eine mögliche Erprobung der innovativen Technologien in Frage kommen, erfolgte nach technischen, örtlichen sowie betrieblichen Kriterien. Ziel ist es, optimale Effekte zu erreichen und die Projekte innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens des Konjunkturprogramms II (2009-2011) umsetzen zu können. Eine komplette Liste der Orte, in denen die verschiedenen innovativen Maßnahmen erprobt werden, finden Interessierte im Internet unter folgendem Link:

www.deutschebahn.com/laermenschutz



Schienensteg-
bedämpfer bei
einem Regel-
oberbau mit
Schotterbett
im Mittleren
Rheintal



Niedrige Schallschutzwände aus Gabionen sowie Schienenstegbedämpfer im Modell auf der Landesgartenschau 2008 in Bingen

Radschallabsorber am Güterwagenrad

Erste Projekte zur Erprobung innovativer Infrastrukturmaßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz sind umgesetzt. Bis Ende 2009 werden rund 17.000 Meter Gleis mit Schienenstegbedämpfern ausgerüstet sein. Sie mindern die Schwingungen des Gleises und reduzieren so das Rollgeräusch der Züge. Für die aus dem Konjunkturprogramm finanzierten Maßnahmen ist dabei ein Realisierungszeitraum bis 2011 vorgesehen. Erwartet wird eine Lärminderung um 3 dB (A).

Die folgenden Maßnahmen werden im Rahmen des Konjunkturprogramms noch umgesetzt:

Verschäumtes Schottergleis: Bei diesem Verfahren wird das Schotterbett mit einem speziellen Schaum ausgeschäumt und damit in seiner Lage dauerhaft stabilisiert. Es wird erwartet, dass dadurch die Erschütterungsübertragung vom Fahrzeug in den Untergrund gedämpft beziehungsweise reduziert werden kann. Der erreichbare Effekt muss noch nachgewiesen werden.

Niedrige Schallschutzwände aus Gabionen: Gabionen sind mit Steinen gefüllte Drahtkörbe. Als niedrige Schall-

schutzwände haben sie eine Höhe von etwa 38 oder 76 Zentimetern über Schienenoberkante. Ein spezieller Kern, der zum Beispiel aus recyceltem Material bestehen kann, absorbiert den Schall und lässt ihn nicht durch den Steinkorb passieren. Niedrige Schallschutzwände können im Vergleich zu höheren Schallschutzwänden näher an die Lärmquelle Gleis gebaut werden. Die erwartete Lärminderung beträgt 2 bis 6 dB (A). Auch hier muss der Lärminderungseffekt noch nachgewiesen werden.

Reduzierung des Bremsquietschens am Ablaufberg (Rangierbahnhof): Durch automatisiertes Auftragen eines „Reibmittels“ auf die Radkränze der ablaufenden Güterwagen soll im Rangierbahnhof das Quietschgeräusch in den Bremsanlagen des Ablaufberges deutlich reduziert werden. Der erwartete Lärminderungseffekt liegt bei circa 20 dB (A) bei jedem Bremsvorgang. Der erreichbare Effekt steht noch zur Erprobung aus.

Präventive Behandlung der Schienenoberfläche: Hochleistungsfähiges Schienenschleifen mit hoher Arbeitsgeschwindigkeit in kontinuierlichen Zeitabständen sorgt für ebene Fahrflächen und für die

Reduzierung des Fahrgeräusches. Mit dieser Maßnahme soll die Emission im Rad-Schiene-Kontakt um 3 dB (A) verringert werden.

Feste Fahrbahn: Die im Hochgeschwindigkeitsverkehr bewährten Oberbauformen bestehen aus festen Fahrbahnelementen, beispielsweise in Plattenbauweise. Sie unterscheiden sich vom klassischen Oberbau, bei dem die Schwellen im Schotterbett verlegt sind. Da Feste Fahrbahnen wegen der Betonoberfläche mehr abstrahlen als der hohlraumreiche Schotteroberbau, soll erprobt werden, wie Feste Fahrbahnen leiser gemacht werden können.

Brückenabsorber: Durch Einsatz spezieller Absorber an Überbauten von Stahlbrücken kann eine Reduzierung des Dröhnens des Brückenkörpers von 6 dB (A) erreicht werden.

Hochelastische Schienenstützpunkte: Rippenplatten oder Elastomere werden im Gleis im Brückenbereich angebracht, wodurch die Übertragung von Schwingungen auf den zumeist stählernen Brückenunterbau reduziert wird. Die Bahn erwartet von diesen Verfahren deutliche Effekte.



Unterschottermatte (mit oder ohne Gabionen): Bei diesem Verfahren werden unter dem Schotter elastische Matten eingelegt, die insbesondere auf hartem Untergrund, wie zum Beispiel Fels, eine wirksame Maßnahme zur Erschütterungsminderung darstellen. Die Unterschottermatten können in Kombination mit Gabionen verwendet werden.

Besohlte Schwellen: Bei dieser innovativen Technik sind die Schwellen auf der Unterseite mit elastischen Materialien besohlt. Dadurch wird die Übertragung

von Körperschall in den Untergrund vermindert und damit in benachbarte Wohnungen minimiert. Die zu erreichende Minderung muss noch ermittelt werden.

Automatische Schienenschmierung: Durch automatisches Schmieren gelingt es, Kreisch- und Quietschgeräusche in engen Kurven zu reduzieren. Auch hier steht die Überprüfung des Lärmminde- rungseffekts noch aus.

Alle diese Maßnahmen werden im Kon- junkturprogramm II auf ihre Eignung

unter den Bedingungen des täglichen Eisenbahnbetriebs erprobt und im Hin- blick auf ihre Beiträge zur Minderung der Lärm- und/oder Erschütterungsemissio- nen gemessen. Bei positivem Verlauf stehen diese Techniken nach Abschluss der Erprobungsphase zur Regelanwen- dung zur Verfügung. Sie können derzeit aber noch nicht bei Lärmvorsorge- und Lärmsanierungsmaßnahmen eingesetzt werden, weil zunächst die technische Zulassung und die Anerkennung der Minderungsbeiträge erfolgen muss.

Ihre Ansprechpartner bei der Deutschen Bahn

Informationen zum Lärmsanierungsprogramm

Deutsche Bahn AG
Kommunikation Netz
Theodor-Heuss-Allee 7
60486 Frankfurt am Main
Telefon: 069 265-32009
E-Mail: laermsanierung@deutschebahn.com

Informationen zum Umweltschutz

Deutsche Bahn AG
DB Umweltzentrum
Caroline-Michaelis-Straße 5-11
10115 Berlin
Telefon: 030 297-56501
E-Mail: db-umweltzentrum@deutschebahn.com

Weitere Informationen, wie beispielsweise der Nachhaltigkeitsbericht, die Broschüre „Kennzahlen und Fakten zur Nachhaltigkeit“ sowie aktuelle Umweltinformationen über die Bahn sind auch im Internet abrufbar unter:
www.deutschebahn.com/umwelt

Informationen zu den Umwelt- und Klimaschutzaktivitäten der DB finden Sie außerdem unter www.dbecoprogram.com

Impressum

Herausgeber:
Deutsche Bahn AG
Potsdamer Platz 2
10785 Berlin

Konzeption und Gestaltung:
Deutsche Bahn AG,
Kommunikation Netz

PRpetuum GmbH, Frankfurt am Main

Fotos:
Bodo Schulz (Titel), Maximilian Lautenschläger (S. 3; S. 6, rechts), Annette Koch (S. 4), Stefan Klarner (S. 5, oben), Gaby Sommer (S. 5, unten; S. 19, unten; S. 20, links u. rechts; S. 21), Günter Jazbec (S. 6, links), Wolfgang Klee (S. 7; S. 9), Andreas Herzau (S. 8), Hans-Joachim Kirsche (S. 10), Heiner Müller-Elsner (S. 11; S. 15; S. 16; S. 17, oben; S. 19, oben; S. 23), Eisenbahn-Bundesamt (S. 12), Bartłomiej Banaszak (S. 13, oben), Railteam (S. 13, unten), Stefan Warter (S. 14), Tibor Gugau (S. 17, unten), Ralf Louis (S. 18, oben), Sabine Weiler (S. 18, unten), Gerd LeDosquet (S. 22, links), Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH (S. 22, rechts)

Einzelangaben ohne Gewähr
Stand: Dezember 2009
Gedruckt auf 100% Recyclingpapier