

TEXTE

138/2025

Kurzfassung

Verkehrswende und Konzept für einen leiseren Schienenverkehr bis 2030

von:

Prof. Dr. Kay Mitusch, Dr. David Sonnenberger und Anna-Katharina Stein
IGES Institut, Berlin

Prof. Dr. Markus Hecht, Luca Thomma und Thilo Hanisch
Technische Universität Berlin, Fachgebiet Schienenfahrzeuge

Prof. Dr. Eckhard Pache und Oliver Back
Juristische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 138/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3721 54 102 0
FB001650

Kurzfassung

Verkehrswende und Konzept für einen leiseren Schienenverkehr bis 2030

von

Prof. Dr. Kay Mitusch, Dr. David Sonnenberger und Anna-Katharina Stein
IGES Institut, Berlin

Prof. Dr. Markus Hecht, Luca Thomma und Thilo Hanisch
Technische Universität Berlin, Fachgebiet Schienenfahrzeuge

Prof. Dr. Eckhard Pache und Oliver Back
Juristische Fakultät, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

IGES Institut GmbH
Friedrichstraße 180
10117 Berlin

Abschlussdatum:

November 2024

Redaktion:

Fachgebiet I 2.3 Lärminderung im Verkehr
Detlef Gebauer, Percy Appel

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-7619>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, November 2025

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
2 Grundlagen zu Lärm und Lärminderung beim Schienenverkehr	8
3 Vorgehensweisen für die Einzelbereiche des Bahnsystems	10
3.1 Überblick	10
3.2 Lärminderung bei der Infrastruktur	10
3.3 Lärminderung bei Triebfahrzeugen	11
3.4 Lärminderung beim Schienenpersonenfernverkehr	12
3.5 Lärminderung beim Schienenpersonennahverkehr	12
3.6 Lärminderung beim Schienengüterverkehr	14
3.7 Lärminderung bei Abstellanlagen	16
4 Umfassender Immissionsschutz bei Neu- und Bestandsstrecken	17
5 Zusammenfassung und zentrale Pfeiler der Lärminderungspolitik	19
6 Abschätzung des Lärminderungspotenzials der empfohlenen Maßnahmen	21

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BSN	Bundesverband SchienenNahverkehr e.V.
DAK	Digitales Automatisches Kupplungssystem
DZSF	Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
EP-Bremse	Elektropneumatische Bremse
EU	Europäische Union
Schall 03	Anlage zu (§ 4) der 16. BImSchV: "Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege"
SGV	Schienengüterverkehr
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

1 Einleitung

Der Eisenbahnverkehr erzeugt einen relevanten Teil der verkehrsbedingten **Lärmbelastungen**. An den Haupteisenbahnstrecken in Deutschland sind 4,2 Millionen Menschen einer nächtlichen Lärmbelastung oberhalb der von der WHO empfohlenen Belastungsgrenze von 45 dB(A) ausgesetzt. Hinzu kommen Belastete an den übrigen Strecken des Netzes. Teilweise werden die Empfehlungen der WHO um mehr als 20 dB(A) überschritten. Nach Umfragen des Umweltbundesamts fühlten sich im Jahr 2020 etwa 34 % der Menschen durch Schienenverkehrslärm „mindestens etwas“ und 5 % der Menschen sogar „stark“ oder „äußerst“ gestört oder belästigt.

Gleichzeitig wird der Eisenbahn eine wichtige Rolle bei der **Verkehrswende** zugedacht. Ihre Verkehrsleistung soll zunehmen, was jedoch die Lärmbelastung weiter erhöhen wird, wenn nicht gleichzeitig lärmindernde Maßnahmen ergriffen werden. Dann ist auch die politische Erreichbarkeit der Verkehrswendeziele gefährdet, denn der Widerstand gegen den Ausbau des Schienennetzes oder die Reaktivierung von Strecken ist vor allem dem Lärmproblem geschuldet. Zur Verkehrswende passt auch nicht ein Verkehrsmittel, das hohe Lärmemissionen verursacht oder mit Schallschutzwänden abgeschirmt werden muss.

Die bisherige Lärmpolitik bezüglich der Schiene wird in Abschnitt 1.3 des Gutachtens dargestellt. Den in den letzten Jahren erzielten Erfolgen (Abschaffung der Grauguss-Bremssohlen bei den Güterwagen, Fortschritte bei Lärmvorsorge und Lärmsanierung, Schaffung von grundlegenden Instrumenten wie Lärmkartierung und Lärm-Monitoring) steht die Tatsache gegenüber, dass noch kein umfassender Ansatz zur Lärmpolitik existiert. Emissionsgrenzwerte¹ existieren nur für Neufahrzeuge (die TSI Noise der EU), nicht für Gebrauchtfahrzeuge und nicht für Infrastrukturen. Immissionsgrenzwerte existieren nur bei Neubau oder wesentlicher Änderung von Schienenwegen – wobei jedoch Änderungen des Betriebsprogramms einer Strecke (Zahl und Art der Züge) oder der Lärmimmissionsgrenzwerte nicht als wesentliche Änderung behandelt werden.

Ziel dieses Gutachtens ist die Entwicklung eines umfassenden Lärmschutzkonzeptes für den Schienenverkehr. Dazu werden **alle Verkehrsarten** auf der Schiene, also nicht nur der SGV, sondern auch SPFV und SPNV, und auch die **Infrastruktur** betrachtet. Schon lange wird gefordert, die Lärminderung an der Quelle zu verstärken. Mit dieser Zielrichtung werden für alle Bereiche Maßnahmen und Instrumente der Lärminderung aufgezeigt, wobei **Maßnahmen** technischer oder betrieblicher Art sind und von den Akteuren des Eisenbahnsektors umgesetzt werden müssen, während **Instrumente** alle Formen der politischen Einwirkung auf diese Akteure umfassen. Die **Handlungsempfehlungen** des Gutachtens zielen sowohl auf eine Reform des allgemeinen rechtlichen und institutionellen Rahmens der Lärmpolitik als auch auf konkrete Instrumente, die auf die Umsetzung bestimmter Arten von Maßnahmen zugeschnitten sind. Dabei werden kostengünstige Maßnahmen bevorzugt, und damit auch **Maßnahmen an der Quelle** und entsprechende Instrumente.

Demgegenüber besteht ein Problem der bisherigen Lärmpolitik darin, dass sie eine zu starke Tendenz zur Errichtung von **Schallschutzwänden** aufweist. Dies wird in Abschnitt 1.3.3 des Gutachtens erläutert, und in einem Exkurs (Abschnitt 1.3.5) kritisch beleuchtet. Ferner wird in dem Exkurs auf die konträren Effekte von **Tunneln und Geschwindigkeitsbegrenzungen** für die Funktionsfähigkeit der Eisenbahn hingewiesen, wenn diese als Standardmaßnahmen gegen Lärm gefordert werden.

¹ Während die Erzeugung von Lärm (zum Beispiel durch einen vorbeifahrenden Zug) *Emission* genannt wird, wird die Betroffenheit durch Lärm (zum Beispiel eines Anwohners an einer Strecke) als *Immission* bezeichnet. Siehe Kapitel 2 des Gutachtens.

2 Grundlagen zu Lärm und Lärminderung beim Schienenverkehr

In den Abschnitten 2.1 und 2.2 des Gutachtens werden die grundlegenden objektiven Größen und subjektiven Faktoren der Akustik beschrieben. Die **logarithmische Eigenschaft** des menschlichen Hörens hat zur Folge, dass eine Verdoppelung der Verkehrsmenge im Mittelungspegel zu einer Erhöhung der Lärmbelastung um nur 3 dB führt.² Wenn es also zum Beispiel gelingt, durch lärm mindernde Maßnahmen die bei einer Zugvorbeifahrt entstehenden Schallemissionen um 6 dB zu mindern, würde auch bei einer Verdoppelung der Zugzahlen eine spürbare Lärminderung eintreten. Das Beispiel illustriert, dass die angestrebte Steigerung des Schienenverkehrs einer Lärminderung nicht entgegenstehen muss.

Unterschiede in der Lautstärke verschiedener Schallquellen werden durch die logarithmische Eigenschaft des Hörens verstärkt, so dass die lauteste Schallquelle die Wahrnehmung oft stark dominiert. Abhängig von der Geschwindigkeit eines Zuges dominieren verschiedene Geräuschquellen oder -arten. Im Stillstand oder bei geringen Geschwindigkeiten dominieren **Aggregatgeräusche**, die von Lüftern, Kompressoren usw. emittiert werden. Bei mittleren und höheren Geschwindigkeiten dominiert das Rollgeräusch, bei sehr hohen Geschwindigkeiten die aerodynamischen Geräusche. Hinzu kommen Kurven-, Brems- und andere Geräusche. Von besonderer Bedeutung ist **das Rollgeräusch**, da es in einem breiten Geschwindigkeitsbereich dominiert, in dem sich die Züge überwiegend bewegen. Das Rollgeräusch wird durch die gemeinsame Rauigkeit im Rad-Schiene-Kontakt angeregt. Für eine niedrige Anregung müssen sowohl Rad- als auch Schienenrauheit gering sein.

Hieraus ergeben sich verschiedene **Angriffspunkte für schallmindernde Maßnahmen**. Bei den Zügen des Personenverkehrs – **SPFV und SPNV** – sind die Räder aufgrund der dort eingesetzten Scheibenbremsen bereits relativ glatt, so dass das Rollgeräusch bei hoher Schienenrauheit von dieser dominiert wird und hier zur Lärminderung angesetzt werden kann. In Bahnhofsnähe kommen Aggregat- und Bremsgeräusche hinzu, die insb. beim **SPNV** aufgrund der häufigen Halte ein Problem darstellen können. Auch der Türwarnton und die Vorgänge bei der nächtlichen Abstellung stellen Probleme dar. Beim **SGV** sind die Räder nicht so glatt wie beim Personenverkehr, so dass zur Minderung des Rollgeräuschs sowohl die Räder als auch die Schiene glatter werden müssen. Zudem weisen die Räder oft Flachstellen auf, die schlagende Geräusche verursachen. Die Lokomotiven erzeugen sowohl Aggregat- als auch Rollgeräusche, die gemindert werden können. Hinsichtlich des Gleises spielt neben der Schienenrauheit die Gleisabklingrate eine bedeutende Rolle, da diese die Schallabstrahlung des Gleises charakterisiert.

Die **politisch-rechtlichen Instrumente**, die zur Lärminderung eingesetzt werden können, gliedern sich in:

- ▶ Planungsinstrumente
- ▶ Instrumente direkter Verhaltenssteuerung in Form von Ge- und Verboten (z. B. Emissions- und Immissionsgrenzwerte, technische Zulassungsvorschriften)
- ▶ Instrumente indirekter Verhaltenssteuerung, insb. ökonomische Instrumente (z. B. finanzielle Förderung, lärmabhängige Trassenpreise)
- ▶ betriebsorganisatorische Instrumente

² Im Folgenden werden auch A-bewertete Größen vereinfacht als in „dB“ bezeichnet.

► straf- und ordnungswidrigkeitsrechtliche Sanktionen

Der nationale Handlungsspielraum wird durch EU-rechtliche Vorgaben eingeschränkt. So werden Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge durch die EU im Rahmen der TSI Noise festgelegt, die allerdings bislang nur für Neuzulassungen gilt und keine Vorgaben für Bestandsfahrzeuge aufstellt. Emissionsgrenzwerte für Infrastrukturen und Immissionsgrenzwerte werden nicht durch das EU-Recht geregelt; hier besteht ein Handlungsspielraum der Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung der generellen unionalen Vorgaben. In Deutschland wird der Immissionsschutz durch das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) geregelt, wobei für die Eisenbahn insb. der § 41 und auf Grundlage des § 43 Abs. 1 auch die 16. Bundesimmissionsschutzverordnung (16. BImSchV) von besonderer Bedeutung sind. Auch der Einsatz von finanziellen Förderungen und lärmabhängigen Trassenpreisen unterliegen zum Teil europarechtlichen Vorgaben. EU-Initiativen der Bundesregierung zur Änderung EU-rechtlicher Vorgaben gehören wiederum zum nationalen politischen Handlungsspektrum (vgl. hierzu näher Abschnitt 2.4 des Gutachtens).

3 Vorgehensweisen für die Einzelbereiche des Bahnsystems

3.1 Überblick

In Kapitel 3 des Gutachtens werden für die Einzelbereiche des Bahnsystems jeweils der Handlungsbedarf sowie die möglichen Maßnahmen und Instrumente zur Lärminderung erörtert. Nach den Querschnittsthemen Infrastruktur und Triebfahrzeuge werden die Verkehrsarten SPFV, SPNV und SGV adressiert und schließlich die Abstellanlagen insb. des SPNV. Jeder Abschnitt schließt mit konkreten Empfehlungen.

3.2 Lärminderung bei der Infrastruktur

Das den Bahnlärm oft dominierende Rollgeräusch entsteht beim Rollkontakt, wo es von der gemeinsamen Rauheit von Rad und Schiene bestimmt wird. Seine Fortpflanzung und Abstrahlung hängen von vielen weiteren Eigenschaften der Fahrzeuge und Gleise ab (siehe Kapitel 2 des Gutachtens). Bei Personenzügen sind die Räder der Fahrzeuge meistens sehr glatt, so dass das Rollgeräusch je nach Zustand der Schiene von der Schienenrauheit bestimmt wird. Somit gerät die **Schienenrauheit** mehr und mehr in den Fokus, insb. wenn es gelingen sollte, die Radrauigkeit auch bei den Güterwagen weiter zu senken. Für die Fortpflanzung und Abstrahlung des Rollgeräuschs ist gleisseitig vor allem die **Gleisabklingrate** von Bedeutung, die möglichst hoch sein sollte, sodass eine Schwingung der angeregten Schiene schnell abklingt.

Es gibt keine regulatorischen Vorgaben zu den akustischen Eigenschaften der Infrastruktur, da die EU hierfür nicht zuständig ist und Deutschland solche Vorgaben bisher nicht formuliert hat. Eine Ausnahme stellt das sog. „besonders überwachte Gleis“ dar, welches im Rahmen der Lärmvorsorge bei Neubauten oder wesentlichen Änderungen von Schienenwegen punktuell vorgeschrieben wird, um an besonders lärmbelasteten Stellen eine niedrige Schienenrauheit sicherzustellen. Wenn Messungen für die Fahrzeugzulassung nach TSI Noise vorgenommen werden, müssen die Streckenabschnitte, auf denen die Messungen vorgenommen werden, die Grenzwerte der DIN EN ISO 3095:2014 für Schienenrauheit und Gleisabklingrate einhalten. Erstrebenswert ist, diese Grenzwerte an allen bewohnten Gebieten einzuhalten.

Die technischen Möglichkeiten zur Messung der Schienenrauheit und zum akustischen Schleifen werden in Abschnitt 3.2.2 des Gutachtens dargestellt. Dort wird auch der aktuelle Zustand der Schienenrauheit im deutschen Netz dargestellt, der sich im Durchschnitt verbessert hat, so dass sich der Bedarf für zusätzliche akustische Schleifvorgänge zur Erreichung des genannten Ziels in Grenzen halten wird. Doch gibt es Abweichungen mit höherer Rauheit, die zur Belastung werden. Diese treten u. a. oft infolge des Instandhaltungsschleifens auf.

Die Gleisabklingrate wird in Abschnitt 3.2.3 des Gutachtens diskutiert. Hier spielen die Zwischenlagen, die zwischen Schiene und Schwelle angebracht werden, eine wichtige Rolle. Auf Strecken mit einer Höchstgeschwindigkeit über 160 km/h müssen derzeit elastische Zwischenlagen verbaut werden, bei denen die Gleisabklingrate im Regelfall zu gering ist. In der Erprobung befinden sich innovative, sog. hochdämpfende Zwischenlagen, die bei diesen Strecken verbaut werden können und deren Gleisabklingrate ausreichend hoch ist.

Die bislang bestehenden eisenbahnrechtlichen Vorschriften stellen keine allgemeinen Vorgaben zur Schienenrauheit und zur Gleisabklingrate auf. Im Gutachten wird die Einführung entsprechender Regelungen empfohlen. **Eine rechtliche Verpflichtung der Eisenbahninfrastrukturunternehmen zur Einhaltung eines akustisch ordnungsgemäßen Zustandes der Eisenbahninfrastruktur** kann entweder in das Allgemeine Eisenbahngesetz (AEG) oder in die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) aufgenommen werden. Die Verpflichtung kann

auf das Streckennetz an bewohnten Gebieten beschränkt werden – dies betrifft ca. 10.000 Streckenkilometer (vgl. näher Abschnitt 3.2.6 des Gutachtens).

Der akustisch ordnungsgemäße Zustand bezieht sich sowohl auf die Instandhaltung und Pflege als auch auf die bauliche Gestaltung der Infrastruktur. Hinsichtlich der **Instandhaltung und Pflege** ist insb. eine „glatte Schiene“ durch regelmäßiges Messen und akustisches Schleifen sicherzustellen, letzteres auch in direkter Folge des Instandhaltungsschleifens. Außerdem sind Unregelmäßigkeiten der Fahrfläche wie Schlammstellen oder unregelmäßige Schienenschweißungen zu beheben. Das Infrastrukturunternehmen berichtet dem Eisenbahn-Bundesamt regelmäßig über den akustischen Zustand der Infrastruktur und hat bei Abweichungen nachzubessern. Hinsichtlich der **baulichen Gestaltung der Infrastruktur** sind verschiedene Gestaltungsmerkmale (wie z. B. Zwischenlagen) akustisch zu bewerten und in der EBO zu verankern, aus denen akustisch zulässige Bauformen abgeleitet werden können.

Als Ausgangspunkt für den „ordnungsgemäßen Gleiszustand“ sollten die Kriterien der DIN EN ISO 3095:2014 hinsichtlich Schienenrauigkeit und Gleisabklingrate dienen. Im Rahmen eines permanenten **Forschungsprogramms** beim DZSF sollten Kriterien und Maßnahmen kontinuierlich weiterentwickelt werden.

3.3 Lärminderung bei Triebfahrzeugen

Zu den Triebfahrzeugen gehören einerseits die Lokomotiven von Güterzügen und lokbespannten Reisezügen und andererseits die Elektrotriebzüge (darunter auch die Hochgeschwindigkeitszüge) sowie Dieseltriebzüge des Personenverkehrs. Bei lokbespannten Zügen treten die Geräusche der Lokomotiven umso mehr hervor, je mehr es gelingt, diejenigen der Wagen zu mindern. Dies konnte beispielsweise beim SGV nach der Abschaffung der Grauguss-Bremssohlen beobachtet werden.

Die möglichen **Maßnahmen der Lärminderung** sind bei allen Triebfahrzeugen in etwa die gleichen. Zur Minderung der Aggregatgeräusche, die im Stand oder bei geringen Geschwindigkeiten (insb. auch der Anfahrt) dominieren, sind Maßnahmen an den Kompressoren, Lüftern, Umrichtern, Motoren und Getrieben möglich. Zur Minderung der Roll-, Kurven- und Bremsgeräusche, die bei mittleren Geschwindigkeiten dominieren, sind Maßnahmen an den Rädern, Bremssystemen und Drehgestellen (insb. radiale Einstellung der Räder) möglich. Aerodynamische Geräusche können aufgrund leicht vermeidbarer ungünstiger Bauweisen schon bei mittleren Geschwindigkeiten auftreten, bei sehr hohen Geschwindigkeiten sind sie unvermeidbar, können aber durch Maßnahmen minimiert werden. Diese Maßnahmenkategorien werden in Abschnitt 3.3.2 des Gutachtens im Einzelnen besprochen.

Die Emissionsgrenzwerte für Triebfahrzeuge sind seit 2006 trotz mehrerer Revisionen oder Teilrevisionen der **TSI Noise** praktisch unverändert. Dies steht im Kontrast zu anderen umweltpolitischen Handlungsfeldern der EU, in denen Grenzwerte im Laufe der Zeit üblicherweise abgesenkt werden, wie etwa bei den Stickoxid- oder Partikelemissionen von Verbrennungsmotoren. Die Gutachter*innen empfehlen der Bundesregierung, im Rahmen einer EU-Initiative auf eine Absenkung der Grenzwerte der TSI Noise hinzuwirken. Konkrete Empfehlungen zu den verschiedenen Grenzwerten werden in Abschnitt 3.3.3 des Gutachtens genannt. In der Regel sollten Absenkungen um ca. 5 dB und mehr mit sehr geringer Kostensteigerung möglich sein.

Wenn die Grenzwerte mit Übergangsfristen abgesenkt werden, halten sich die Kosten für ihre Erfüllung nach Auffassung der Gutachter*innen sehr in Grenzen, da sich die TSI Noise nur auf Neufahrzeuge bezieht und die oben angesprochenen Maßnahmen der Lärminderung eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Erfüllung der Vorgaben eröffnen, die bisher aufgrund fehlender Verpflichtungen kaum genutzt werden.

3.4 Lärminderung beim Schienenpersonenfernverkehr

Die Geräuschemissionen des SPFV stellen gegenüber denen des SGV und des SPNV ein untergeordnetes Problem dar. Dies liegt an der relativ geringeren Betriebsleistung des SPFV (in Zug-km) und der Tatsache, dass die vom SPFV befahrenen Strecken überwiegend schon mit Schallschutzwänden ausgestattet sind. Zudem sind die Elektrotriebzüge des SPFV bei gleicher Geschwindigkeit im Regelfall leiser als die des SPNV.

Allerdings gibt es auch beim SPFV noch Möglichkeiten der Lärminderung, insb. auch in Hinblick auf die aerodynamischen Geräusche. Diese Geräusche werden teilweise von den Dachaufbauten und Pantographen der Hochgeschwindigkeitszüge erzeugt, wo sie nicht mehr von den Schallschutzwänden üblicher Höhe abgeschirmt werden. Zudem sollten bei den lokbespannten Reisezügen neben den Loks (siehe oben Abschnitt 3.3) auch die Reisezugwagen adressiert werden, da lokbespannte Reisezüge in der Regel lauter als Elektrotriebzüge sind.

Wie schon bei den Triebfahrzeugen wird im Gutachten eine EU-Initiative der Bundesregierung empfohlen, um auf eine Absenkung der entsprechenden Grenzwerte der TSI Noise hinzuwirken. Konkrete Empfehlungen zu den anzustrebenden, niedrigeren Grenzwerten werden in Abschnitt 3.4.3 des Gutachtens genannt.

3.5 Lärminderung beim Schienenpersonennahverkehr

Der SPNV ist neben dem SGV ein Hauptverursacher von Schienenverkehrslärm. Denn auf beträchtlichen Teilen des deutschen Streckennetzes dominiert der SPNV in den Zugzahlen; dies gilt insb. in den Metropolregionen, aber auch im ländlichen Raum. Diese Strecken befinden sich oft sehr nah bei den Anwohnern, da der SPNV die Menschen verkehrlich anbinden soll (deshalb erfolgt auch die in Abschnitt 3.7 thematisierte nächtliche Abstellung von Zügen des SPNV oft sehr nah an bewohnten Gebieten). Vergleichende Betrachtungen zeigen, dass die Züge des SPNV lauter sind als diejenigen des SPFV (bei vergleichbarer Geschwindigkeit). In Befragungen, die im Rahmen der jüngsten Lärmaktionsplanung stattfanden, sah sich mehr als die Hälfte der teilnehmenden Kommunen durch den Lärm des SPNV hoch oder äußerst hoch belastet. Bei Vorhaben zur Reaktivierung von Strecken äußern die Anwohner der Strecken ihre Sorgen über eine zukünftige Lärmbelastung.

Mögliche Maßnahmen zur Senkung der Geräuschemissionen von Triebzügen des SPNV entsprechen denen, die für Triebfahrzeuge allgemein beschrieben wurden (Abschnitt 3.3 oben und im Gutachten). Ein Teil dieser Maßnahmen kann auch bei den Reisezugwagen des SPNV angewandt werden. Außerdem sollte das Türwarngeräusch adressiert werden. Hier erlauben die europäischen Sicherheitsvorschriften eine umgebungsangepasste Lautstärke, die in ruhigen Umgebungen deutlich unterhalb der alternativen, konstanten Lautstärke von 70 dB liegt.

Der Handlungsbedarf beim SPNV hat bereits dazu geführt, dass der Bundesverband SchienenNahverkehr (BSN) in der neuesten Auflage seiner Fahrzeugempfehlungen von 2023 konkrete **Geräuschemissionsminderungen gegenüber den Grenzwerten der TSI Noise** vorgeschlagen hat. Sie beziehen sich auf Vorbeifahr-, Anfahr- und Bremsgeräusche der verschiedenen Fahrzeuge, außerdem auf deren Standgeräusche im laufenden Betrieb (z. B. an Bahnhöfen), und gelten sowohl für Neufahrzeuge als auch für Gebrauchtfahrzeuge in neuen Verkehrsverträgen, wobei unterschiedliche Werte vorgeschlagen werden. Siehe Abschnitt 3.5.2 des Gutachtens.

Die Gutachter*innen empfehlen, dass die Empfehlungen des BSN zukünftig bei neuen Verkehrsverträgen eingehalten werden sollten. Außerdem sollte in den Verkehrsverträgen das

umgebungsangepasste Türwarngeräusch gefordert werden, und auch die Geräusche während der nächtlichen Abstellung sollten reduziert werden (siehe dazu Abschnitt 3.7).

Die Gutachter*innen betrachten somit **die Bestellpolitik der Länder und Aufgabenträger** als das zentrale politische Instrument zur Erreichung von Lärminderungen beim SPNV. Dies ist der naheliegende und tatsächlich auch einzige Hebel, um in einer überschaubaren Zeit spürbare Erfolge erzielen zu können, während der parallel einzuschlagende Weg über eine Einwirkung auf die EU zur Anpassung der TSI Noise politisch langwierig und unsicher ist und sich auch nur auf die Neufahrzeuge auswirken kann. Eine Bestellpolitik, die effektive Lärminderungen bewirkt, muss organisiert werden. Sie kann nicht den einzelnen Aufgabenträgern des SPNV überlassen werden, da deren Aufgabe in der Verkehrsversorgung besteht, nicht in der Lärm-minderung, und da einzelne Ausschreibungen oder Bestellungen von Verkehrsverträgen aufgrund ihres geringen Umfangs und der begrenzten Zeit bis zur Auslieferung der Fahrzeuge für die Industrie nicht genug Anlass und Zeit bieten, um lärmarme Neufahrzeuge oder lärmmindernde Maßnahmen für Gebrauchtfahrzeuge zu entwickeln und kostengünstig anzubieten.

Grundvoraussetzung für eine zügige Lärminderung beim SPNV ist daher, dass **die Landes-regierungen Verantwortung übernehmen** und ihren Aufgabenträgern entsprechende Vorgaben machen. Bisher kann man den Ländern diesbezüglich keinen Vorwurf machen, denn das Thema ist neu, da bis Ende 2021 Schienenverkehrslärm mit dem Lärm von graugussgebremsten Güterwagen weitgehend gleichgesetzt wurde.

Dringend zu raten ist außerdem, dass die Länder sich untereinander **koordinieren**, um der Industrie einen einheitlichen und ausreichenden Impuls zu geben. Dies bedarf einer verlässlichen Organisationsform. Eine Abstimmung mit dem Bund ist ohnehin erforderlich. Konkret wird daher im Gutachten eine Bund-Länder-Agenda für die Minderung des Schienen-verkehrslärms im SPNV vorgeschlagen, die – nach Vorgesprächen mit der Industrie und anderen Akteuren – mit einer Erklärung der Länder beginnt, dass nach einer Übergangszeit von fünf Jahren bei allen neuen Verkehrsverträgen lärmarme Fahrzeuge gefordert werden. Gleichzeitig sollte im Regionalisierungsgesetz zusätzlich zu den eigentlichen Regionalisierungsmitteln und unabhängig von diesen ein Geldbetrag vorgesehen werden, der an diejenigen Aufgabenträger gezahlt wird, die sich später an die Erklärung halten (für zehn Jahre, beginnend nach der Übergangszeit). Die Bemessung dieses Geldbetrags kann in besonderer Weise gestaltet werden, um den Anreiz, sich an die Ankündigung zu halten, weiter zu stärken.

Die rechtlichen Möglichkeiten und Grenzen für eine solche koordinierte Vorgehensweise von Bund und Ländern werden in Abschnitt 3.5.4 des Gutachtens erörtert. Hier werden die Möglichkeiten und Grenzen der Einsetzbarkeit des Regionalisierungsgesetzes für Ziele der Lärminderung diskutiert. Ebenso stellt sich die Frage, ob die EU eine solche koordinierte Vorgehensweise auf nationaler Ebene als Umgehung ihrer Zuständigkeit zur Festlegung von Emissionsgrenzwerten auffassen könnte. Die vorgesehene koordinierte nationale Vorgehensweise sollte im Vorfeld mit der EU abgeklärt werden. Aus Sicht der Gutachter*innen erscheint es wahrscheinlich, dass sie in der skizzierten Form von der EU akzeptiert wird.

3.6 Lärminderung beim Schienengüterverkehr

Die Güterwagen gehören auch nach der Abschaffung der Grauguss-Bremssohlen zu den Hauptverursachern des Schienenverkehrslärms. Im Gutachten wurden vorhandene Studien zu den lärmindernden Effekten folgender möglicher Maßnahmen gesichtet: Änderung der Bremssysteme, Gleitschutz zur Vermeidung von Flachstellen und Ausbröckelungen an den Rädern, Radschallabsorber, Schallschürzen, akustisch optimierte Drehgestelle, Vermeidung von Lärmquellen an den Wagenaufbauten. In vielen Fällen fehlt es noch an gesicherten Kenntnissen zu den Lärminderungspotenzialen.

Eine relevante Option für die Güterwagen des Bestandes sind die **Radschallabsorber**. Sie versprechen eine Minderung des Rollgeräuschs in der Geraden von etwa 2,5 dB (bei einer Spanne von 1 bis 4 dB) und eine Minderung der Kurvengeräusche um bis zu 10 dB. Allerdings sind die Kosten nicht unerheblich, mit Anschaffungskosten von etwa 9.000 Euro und zusätzlichen laufenden Kosten (erhöhte Instandhaltungskosten) von etwa 250 Euro p. a. für einen vierachsigen Güterwagen.

Fraglich ist, ob der SGV-Sektor in den nächsten Jahren mit einer solchen Aufgabe belastet werden soll. Erst kürzlich hat der Sektor mit der Umrüstung von Grauguss- auf Verbundstoff-bremssohlen einen entscheidenden Beitrag zur Lärminderung geleistet. In Kürze wird der Sektor mit der Umrüstung von Schraubenkupplung auf Digitale Automatische Kupplung (DAK) erneut gefordert sein. Die DAK mit ihren Folge-Innovationen (automatische Bremsprobe, ep-Bremse usw.) ist zentral für die Zukunftsfähigkeit des SGV und damit auch für die intendierte Verkehrswende.

Für Neuwagen gibt es zusätzliche Optionen der Lärminderung. Eine **Kombination aus Scheibenbremsen und Rädern mit geradem Radsteg** verspricht eine Minderung des Rollgeräuschs in der Geraden um 3 dB aufgrund sehr glatter Räder und akustisch günstiger Radbauform (die nur bei Scheibenbremse möglich ist). Nimmt man einen **Gleitschutz** hinzu, so werden Laufflächenfehler wie Flachstellen seltener. Nimmt man auch **innovative Drehgestelle** hinzu, so mindert sich aufgrund von deren Primärfederung das Rollgeräusch in der Geraden um weitere 1 dB, und die Kurvengeräusche aufgrund von radial einstellenden Rädern um bis zu 10 dB. In der Geraden ergibt sich somit in der Summe über die genannten Maßnahmen eine Minderung von 5 dB, wenn für die Reduktion der Flachstellen im Durchschnitt 1 dB angesetzt wird. Hinzu kommen die Effekte der in Abschnitt 3.2 genannten Infrastrukturmaßnahmen.

Aus ökonomischer Sicht gibt es allerdings **derzeit ein Problem mit den Scheibenbremsen**, dem Kernelement dieses Maßnahmenpakets. Bei Unternehmen, die diese schon seit längerem und mit hohen Laufleistungen einsetzen, zeigen sich sog. Ausbröckelungen an den Rädern, ein Laufflächenfehler, der die Instandhaltungskosten der Räder (vorzeitiger Austausch notwendig) und somit die laufenden Kosten des Einsatzes von Scheibenbremsen stark erhöhen kann. Die Gutachter*innen halten dies jedoch für ein lösbares Problem der Einführungsphase dieses für den SGV noch neuen Bremssystems. Eine Lösung verspricht der Einsatz von Gleitschutz, der das Bremsverhalten der Güterwagen verbessert, so Laufflächenfehlern vorbeugt und insb. aus diesem Grund in das Maßnahmenpaket aufgenommen wurde.

Das Maßnahmenpaket zielt vor allem auf die **Neuwagen des kombinierten Verkehrs** (Containertragwagen und Taschenwagen). Diese weisen sehr hohe jährliche Laufleistungen von über 150.000 km auf und verkehren häufig als Ganzzüge in recht stabilen Garnituren auf den großen Korridoren, auch im Nachtsprung. Das langfristige Wirkpotenzial einer sukzessiven Lärminderung bei diesem Segment ist beträchtlich, denn der Bestand dieser Wagen beträgt ca. 25 % aller Güterwagen und ist wegen der hohen Laufleistungen für ca. 50 % der gesamten Wagenlaufleistung (in Wagen-km) verantwortlich.

Wenn das Problem der Ausbröckelungen gelöst ist, wird der grundsätzliche Vorteil der Scheibenbremse bei den laufenden Kosten (reduzierte Instandhaltungskosten der Räder) wieder zutage treten. Bei sehr hohen Laufleistungen von über 150.000 km überwiegt dieser wirtschaftliche Vorteil bei weitem die im Vergleich zu Klotzbremsen deutlich höheren Anschaffungskosten der Scheibenbremsen, auch inkl. der Kosten des Gleitschutzes. Die Räder mit geradem Radsteg sind ohnehin günstiger als herkömmliche Räder. Auch die innovativen Drehgestelle sind aufgrund von Vorteilen bei den laufenden Kosten (hier Energieeinsparungen durch die radial einstellenden Räder) bei den hohen Laufleistungen betriebswirtschaftlich sinnvoll. Das gesamte Maßnahmenpaket ist daher für die Wagen des kombinierten Verkehrs langfristig **profitabel** (negative Kosten).

Allerdings ist zu vermuten, dass neben dieser auf die Einzelkosten bezogenen Sichtweise auch Einführungs- und Systemkosten zum Beispiel in den Bereichen der Wartung und Instandhaltung anfallen (Umstellung, Ausbildung, Lagerhaltung und Bereithalten von Ersatzteilen usw.). Daher wird im Gutachten eine **Förderpolitik** für die Ausstattung einer Anfangsmenge neuer Wagen sowie eine begleitende Innovationsförderung empfohlen, um der neuen Technologie zum Durchbruch zu verhelfen. Daran sollte sich auch die EU beteiligen.

Relevant wird dies allerdings erst in einer (überschaubaren) Zukunft, wenn das Problem der Ausbröckelungen bei Scheibenbremsen verlässlich gelöst ist und innovative Drehgestelle marktreif sind. Beides ist heute noch nicht der Fall. Die dafür notwendige Forschung und Entwicklung sollte unterstützt werden, parallel zur gleichzeitigen Forschung und Entwicklung für die DAK und ihre Folge-Innovationen, so dass **in ca. 5 Jahren der „moderne, lärmarme Güterwagen der Zukunft“**, der alle diese Komponenten vereint, am Markt angeboten wird.

Unverzichtbar für diese Art der Lärminderungs politik ist ein langfristig angelegtes **lärmabhängiges Trassenpreissystem** (das auch die Form von staatlichen lärmabhängigen Trassenpreisboni o. ä. annehmen kann). Denn Neuwagen werden erst nach und nach im Feld ankommen und auf lange Zeit in der Minderzahl bleiben. Verstreut eingesetzt würden sie auf Jahrzehnte hinaus keine lärmindernde Wirkung für die Anwohner entfalten. Daher muss für „lärmarme Güterzüge“, die zu 100 % aus lärmarmen Güterwagen bestehen, langfristig ein Trassenpreisvorteil gewährt werden, so dass die relativ wenigen lärmarmen Wagen zu lärmarmen Güterzügen zusammengestellt werden und auch zusammenbleiben. Außerdem sollte der Trassenpreisvorteil nicht überall, sondern nur an ausgewählten, zusammenhängenden, lärmbelasteten Strecken (zunächst nur der Rheinkorridor, dann weitere Strecken der „Quieter Routes“) gewährt werden, um Anreize zu setzen, dass die lärmarmen Güterzüge vorrangig dort eingesetzt werden. Viele Nachteile, die in Hinblick auf das frühere, für die Umrüstung von Grauguss- auf Verbundstoffbremssohlen eingesetzte lärmabhängige Trassenpreissystem diskutiert wurden, treten bei einem langfristigen und auf Ganzzüge abstellenden System nicht auf.

Die für den Eisenbahnsektor grundlegende europäische Richtlinie 2012/34/EU sieht für die mögliche Gestaltung lärmabhängiger Trassenpreissysteme eine europäische Durchführungsverordnung vor, welche im Jahr 2015 erlassen, doch im Januar 2024 wieder aufgehoben wurde. Ob die nun entstandene Regelungslücke durch nationale Rechtsakte gefüllt werden kann oder ob zunächst eine neue Durchführungsverordnung der EU erlassen werden muss, wird in Abschnitt 3.6.4 des Gutachtens im breiteren rechtlichen Kontext erörtert. Die Gutachter*innen empfehlen der Bundesregierung mindestens eine vorherige Abklärung mit der EU und möglicherweise weitergehend eine Initiative zur Schaffung einer neuen Durchführungsverordnung, die das vorgeschlagene lärmabhängige Trassenpreissystem ermöglicht, und schätzen die Erfolgchancen als hoch ein.

3.7 Lärminderung bei Abstellanlagen

Eine Abstellanlage ist eine Gleisanlage zur Abstellung von Zügen, insb. in der Nacht. Beim SPNV geschieht die Abstellung teilweise verstreut auf Einzelgleisen in der Nähe zum jeweiligen Einsatzort am nächsten Morgen. Es gibt jedoch auch größere Ausfädelungen von Abstellgleisen, auf denen mehrere Züge abgestellt werden.

Einige Abstellanlagen liegen in bewohnten Gebieten und stellen Hotspots des Schienenlärms dar. Denn viele Fahrzeuge werden in der Nacht weiterhin mit elektrischer Energie versorgt, mit der Folge, dass verschiedene Aggregate wie beispielsweise Kühl- und Heizsystem oder Klimaanlage angeschaltet bleiben und entsprechend Schall emittieren.

Zur Lärminderung bei Abstellanlagen bietet sich eine Reihe von **Maßnahmen an den Fahrzeugen** an. Diese können untergliedert werden in **technisch-mechanische** Maßnahmen einerseits, zu denen schalloptimierte Komponenten, Kapselung, Schalldämpfer und Dimensionierung und Positionierung von Aggregaten gehören, und **technisch-funktionale** Maßnahmen andererseits, welche mit Hilfe von Hard- und Software eine automatisierte Steuerung von Aggregaten mit dem Ziel eines bedarfsoptimierten, lärmarmen Betriebs ermöglichen. Daneben sind **betriebliche Maßnahmen an den Abstellanlagen** möglich, wie zum Beispiel lärmoptimierte Abstellung und Betriebsprozesse, eine Pflege und lärmarme Gestaltung der Infrastruktur- und Druckluftanlagen und ein Rückmelde- und Beschwerdesystem zur Aufdeckung von Defiziten. Wenn Schallschutzwände eingesetzt werden, müssen sie sehr hoch sein, da viele geräuschemittierende Aggregate auf den Dächern der Fahrzeuge angebracht sind. Dies wäre teuer und kann auch störend sein. Auch Abstellhallen sind eine teure Lösung.

Die aktuelle **Rechtslage** im Hinblick auf den Lärm von Abstellanlagen ist problematisch: diese unterfallen je nach Zuordnung der Lärmverursachung teilweise dem verkehrsbezogenen und teilweise dem anlagenbezogenen Immissionsschutz, wobei die Abgrenzung diffizil ist und daher die maßgeblichen rechtlichen Vorgaben variieren. Dies wirft auch Abgrenzungsfragen auf. Ebenso gibt es bislang keine Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge während der Abstellung. Diese sollen erst mit der für das Jahr 2028 anstehenden Revision der TSI Noise eingeführt werden.

Im Gutachten wird empfohlen, den verkehrsbezogenen Immissionsschutz auf alle Aspekte der Abstellung auszuweiten. Im Rahmen des verkehrsbezogenen Immissionsschutzes sollen **Immissionsgrenzwerte** für die nächtliche Abstellung festgelegt werden. Nach einer Übergangszeit sollen sie für alle Abstellanlagen gelten, also sowohl für neue als auch für bereits in Nutzung befindliche. Die Einhaltung der Grenzwerte soll rechnerisch ermittelt werden, indem die Schall 03 – welche bereits heute die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten beim Neubau von Schienenwegen regelt – für den Vorgang der Abstellung erweitert wird und lärmindernde Maßnahmen für die Abstellung dort aufgenommen werden.

Abstellanlagen sind – wie die Infrastruktur generell – in einem ordnungsgemäßen Zustand zu halten. Makrofontests auf den Abstellanlagen sind auf ein Minimum zu reduzieren. Für jede Abstellanlage ist auf Grundlage der erweiterten Schall 03 festzulegen, welche Fahrzeuge unter welchen Voraussetzungen wie in dieser Abstellanlage abgestellt werden dürfen. Das vorgeschlagene Konzept wird in Abschnitt 3.7.5 des Gutachtens genauer beschrieben. Im Rahmen der Bund-Länder-Agenda für den SPNV (siehe oben Abschnitt 3.5) sollen ab einem gewissen Zeitpunkt nur noch solche Fahrzeuge bestellt werden, die auch bei der Abstellung lärmarm sind. Die Übergangszeit bis zum Wirksamwerden des Immissionsschutzes bei Abstellanlagen sollte so gewählt werden, dass dann schon lärmarme Fahrzeuge in ausreichender Zahl vorhanden sind.

4 Umfassender Immissionsschutz bei Neu- und Bestandsstrecken

Ein gesetzlicher Lärmimmissionsschutz der Anwohner von Eisenbahninfrastrukturen existiert derzeit nur für den Neubau oder die wesentliche Änderung von Schienenwegen (sog. Lärmvorsorge, § 41 Abs. 1 BImSchG). Demgegenüber bestehen für Bestandsstrecken keine generellen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben. Bei Bestandsstrecken, die zu einem früheren Zeitpunkt planfestgestellt wurden, waren ggf. Grenzwerte einzuhalten, die nach aktueller Rechtslage nicht mehr zulässig wären. In diesen Fällen und auch bei Änderungen des Betriebsprogramms einer Strecke (also der Zahl, Art und den zeitlichen Lagen der darauf verkehrenden Züge) gibt es derzeit kein routinemäßiges Verfahren zur Überprüfung und Anpassung der Lärmschutzmaßnahmen.

Lärmschutz an bestehenden Schienenwegen wird bislang als Lärmsanierung lediglich als freiwillige Leistung des Bundes nach Haushaltsrecht gewährt, wobei die Art der Lärmschutzmaßnahmen denen der Lärmvorsorge weitgehend entspricht, die Auslösewerte für die freiwillige Lärmsanierung aber zum Teil erheblich über den Immissionsgrenzwerten für Neubau und wesentliche Änderungen von Schienenwegen liegen. Zudem wird jedes Jahr nur ein Teil der Fälle, die die Auslösewerte erfüllen, tatsächlich lärmsaniert, abhängig vom jeweiligen Finanzrahmen des Lärmsanierungsprogramms. Dabei geschieht die Auswahl der zu sanierenden Strecken hauptsächlich nach dem Grad der Lärmbelastung.

Im Gutachten wird empfohlen, den gesetzlichen Anspruch auf Lärmimmissionsschutz langfristig auf die Bestandsstrecken auszuweiten und damit auch eine Vorgehensweise zur schrittweisen Überprüfung und Anpassung von Lärmschutzmaßnahmen bereits planfestgestellter Strecken zu etablieren. In Kapitel 4 des Gutachtens wird dargestellt und empfohlen, wie dies rechtlich umgesetzt werden kann. Die Immissionsgrenzwerte sollten für Bestandsstrecken und Neubaustrecken identisch sein, da sie durch den Gesundheitsschutz begründet sind. Doch sollten die Einschränkungen des § 41 Abs. 1 BImSchG gültig bleiben, wonach der gesundheitsschädliche Verkehrslärm nach dem Stand der Technik überhaupt vermeidbar sein muss und die Kosten der Schutzmaßnahme nicht außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen dürfen. Die Schutzmaßnahmen sollen wie bisher rechnerisch gemäß der Schall 03 (Anlage der 16. BImSchV) bewertet werden, die damit zum zentralen Instrument zur Umsetzung des Immissionsschutzes wird. In Abschnitt 4.2.1 des Gutachtens werden daher die Möglichkeiten der Aufnahme schallmindernder Maßnahmen in die Schall 03 ausführlich erörtert, denn als Grundvoraussetzung für die Ausweitung des Immissionsschutzes ist es notwendig, möglichst viele relevante Maßnahmen – insb. die in diesem Gutachten empfohlenen – in die Schall 03 aufzunehmen. Es sollte auch als Konkretisierung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes eine normative Priorisierung der Maßnahmen erfolgen, welche sich an Kriterien wie Effektivität, Kosten, Reichweite der bewirkten Immissionsreduktion, Verhältnismäßigkeit der Belastungen und weiteren relevanten Aspekte der betrachteten Maßnahmen orientiert. Dies lässt erwarten, dass im Ergebnis vor allem **Maßnahmen an der Quelle** priorisiert werden.

Die Ausweitung des Immissionsschutzes auf Bestandsstrecken kann jedoch nur **nach einer längeren Übergangsfrist** von etwa zehn Jahren und auch danach nur **sukzessive** im Verlaufe eines weiteren Jahrzehnts erfolgen. Gegen eine unmittelbare bundesweit einheitliche Erstreckung des eisenbahnspezifischen Immissionsschutzrechts auf alle Eisenbahnstrecken ohne zeitliche Übergangsphase sprechen die tatsächliche Unmöglichkeit eines solchen Vorgehens im Hinblick auf die erforderlichen technischen Ressourcen und Materialien und das erforderliche Personal, die finanzielle Unmöglichkeit im Hinblick auf die absehbaren Kosten insb. angesichts eines noch unzureichenden Katalogs lärmindernder Maßnahmen in der Schall

03, die rechtliche Unmöglichkeit im Hinblick auf entgegenstehende rechtliche Grundprinzipien wie Bestands- und Vertrauensschutz, Rechtssicherheit und Verhältnismäßigkeit sowie die administrative Unmöglichkeit im Hinblick auf die durchzuführenden Verwaltungsverfahren und deren absehbare Dauer und die erforderliche Verwaltungskapazität.

Die Abfolge der sukzessiven, zeitlich gestaffelten Umsetzung des Immissionsschutzes bei den einzelnen Streckenabschnitten muss in normativ festgelegter Weise nach einer lärmbelastungsorientierten Priorisierung erfolgen, ähnlich der jetzigen Lärmsanierung. Aufgrund der langen Zeiträume sollte **die Lärmsanierung bis auf Weiteres fortgeführt und** erst entsprechend der zeitlichen Staffelung **streckenweise vom Immissionsschutz abgelöst** werden.

Zu den Einzelheiten des organisatorischen, verwaltungsverfahrenrechtlichen und materiellrechtlichen Vorgehens bei der umfassenden Erstreckung des Immissionsschutzrechts auf Schienen wird auf Abschnitt 4.2 des Gutachtens verwiesen.

5 Zusammenfassung und zentrale Pfeiler der Lärminderungspolitik

Ziel des Gutachtens ist die Entwicklung eines **umfassenden Lärmschutzkonzeptes für den Schienenverkehr**. Dieses wird in Kapitel 5 des Gutachtens zusammenfassend dargestellt. Dafür werden zunächst in Abschnitt 5.1 die empfohlenen Instrumente und Maßnahmen bei den Fahrzeugen und bei der Infrastruktur sowie zur Ausweitung des Immissionsschutzes zusammenfassend beschrieben, ähnlich dieser Kurzfassung.

Die **zeitliche Wirkungsperspektive** der empfohlenen Maßnahmen weist eine Anlaufphase von etwa fünf Jahren auf, die vor allem von politischen Vorbereitungen und einigen beginnenden Umsetzungen von Maßnahmen geprägt ist. Daher ist die Fortführung der Lärmsanierung ein wichtiges Element der Empfehlungen, damit auch vorher schon spürbare Lärminderungen an einigen Hotspots möglich sind. Die Maßnahmen bei der Infrastruktur, bei den Fahrzeugen des SPNV und bei den neuen Güterwagen des kombinierten Verkehrs im SGV werden nach und nach ihre Wirkung entfalten. Schließlich wird sich die Ausweitung des Immissionsschutzes auf Abstellanlagen und sukzessive auch auf Bestandsstrecken – mit einer entsprechenden Ablösung der Lärmsanierung – auswirken. Siehe Abschnitt 5.2.1 mit Abbildung 42 des Gutachtens.

Die **Auswirkungen auf die Zahl der Belasteten** werden in Kapitel 6 des Gutachtens berechnet (für die Haupteisenbahnstrecken des Bundes). Sie sind von der erwarteten Verkehrsentwicklung und den Umsetzungsgraden der empfohlenen Maßnahmen (mittel / hoch / vollständig) abhängig, wie im folgenden Abschnitt methodisch erläutert wird. **Ohne die hier empfohlenen Maßnahmen** (lediglich bei Fortführung der Lärmsanierung) *steigt* die Zahl der Belasteten aufgrund der Verkehrsentwicklung an; bei einer Trendprognose des Verkehrs um 8,8 % von 2,45 Mio. auf 2,7 Mio. Menschen, bei einer Verkehrsentwicklung entsprechend den Zielen der Verkehrswende sogar um 30,7 % auf 3,2 Mio. Menschen. Ein solches Szenario wäre nicht kompatibel mit der Idee der Verkehrswende. **Beim mittleren Umsetzungsgrad** der hier empfohlenen Maßnahmen (und parallel der Fortführung der Lärmsanierung) *verringert* sich die Zahl der Belasteten bei der Trendprognose um 8,2 %. Bei Realisierung der Verkehrswende würde die Zahl der Belasteten allerdings auch dann noch um 9,7 % steigen. Beim **hohen Umsetzungsgrad** sinkt die Zahl der Belasteten in jedem Fall, um 44,3 % bzw. 16,3 %. Bei **vollständiger Umsetzung** der Maßnahmen sinkt sie um 72,8 % bzw. 63,4 %.

Zur Berechnung des **volkswirtschaftlichen Nutzens der hier empfohlenen Maßnahmen** (ohne Berücksichtigung der Lärmsanierung) wird eine Verkehrsentwicklung zugrunde gelegt, die zwischen der Trend- und der Verkehrswendeprognose liegt. Es ergibt sich ein jährlicher volkswirtschaftlicher Nutzen in Höhe von 250 / 600 / 1.200 Mio. Euro bei mittlerer / hoher / vollständiger Umsetzung der Maßnahmen. Dies führt auf Gegenwartswerte von 5 / 12 / 24 Mrd. Euro, wenn eine (recht hohe) soziale Diskontierungsrate von 5 % unterstellt wird.

Dem stehen **überschaubare Kosten der Maßnahmen** gegenüber. Für die Kosten des akustisch ordnungsgemäßen Zustandes der Eisenbahninfrastruktur werden jährlich weniger als 41 Mio. Euro ermittelt. Die lärmarmen Güterwagen generieren negative volkswirtschaftliche Kosten, da sie sogar betriebswirtschaftlich profitabel sind. Die Kosten lärmarmen Triebfahrzeuge für den Personen- und Güterverkehr werden sehr unterschiedlich ausfallen, je nach Art der Maßnahmen, die von der Industrie zur Erfüllung der Grenzwerte (bzw. im SPNV der bei den Bestellungen geforderten Werte) getroffen werden müssen. Wenn Anpassungen im Bereich der Lüfter ausreichend sind, sind die Kostensteigerungen minimal. Am teuersten sind Anpassungen im Bereich der Getriebekonstruktionen. Für solche Fälle, in denen grundlegende Neukonstruktionen zur Lärminderung notwendig werden, wurden bei den Neufahrzeugen

Preiserhöhungen von bis zu 4 % geschätzt, welche bei 160.000 Euro liegen können oder 7.500 Euro pro Jahr über die Lebensdauer einer Lok.

Querschnittsartig können folgende **zentrale Pfeiler der empfohlenen Lärminderungspolitik** festgehalten werden:

- ▶ **Einheitliche Herangehensweise und Schließung von Regelungslücken:** Den Emissionsgrenzwerten für Fahrzeuge (TSI Noise) sollen Vorgaben für den akustisch ordnungsgemäßen Zustand der Infrastruktur zur Seite gestellt werden. Ein gesetzlich geregelter verkehrsbezogener Immissionsschutz soll nicht nur bei Neubau oder wesentlicher Änderung von Schienenwegen, sondern auch bei Abstellanlagen – dort in einem einheitlichen Rechtsrahmen – und langfristig auch bei Bestandsstrecken gelten. Dieses langfristige Ziel dient auch als kontinuierlicher Anreiz für die Politik, begleitende Instrumente zu forcieren. Der Immissionsschutz wird in allen Fällen in rechnerischer Form umgesetzt, also ohne Messungen vor Ort, sondern nach Maßgabe der Schall 03.
- ▶ **Bund-Länder-Agenda für Lärminderung beim SPNV:** Davon ausgehend, dass sowohl die Länder als auch der Bund ein gemeinsames Interesse an Lärminderungen für die Bevölkerung und an einer breiten Akzeptanz der Eisenbahn haben, sollten sie sich abstimmen und eine koordinierte und organisierte Vorgehensweise zur Lärminderung bei den Fahrzeugen des SPNV vereinbaren, die die Kosten der Umsetzung gering hält. Dabei profitieren die Menschen in den Ländern auch von allen anderen Maßnahmen, die der Bund umsetzt, so bei der Infrastruktur und beim SGV.
- ▶ **Lärmabhängiges Trassenpreissystem als flexibles Instrument für die Internalisierung von Lärmexternalitäten:** Umweltabgaben sind ein klassisches Instrument der Umweltpolitik (z. B. CO₂-Abgabe auf Kraftstoffe; bei der Lkw-Maut zusätzliche CO₂-Komponente und Berücksichtigung der EURO-Abgasnormen), das auch im Eisenbahnsektor eingesetzt werden sollte. Ein langfristiges lärmabhängiges Trassenpreissystem ist unverzichtbar, wenn Lärminderung im SGV kostengünstig nur bei *neuen* Güterwagen erfolgen soll, die dann gezielt eingesetzt werden müssen. Es kann flexibel eingesetzt werden, um z. B. später auch Lokomotiven miteinzubeziehen.
- ▶ **EU-Initiative:** Die europäischen Vorgaben für den Eisenbahnlärm sind von zentraler Bedeutung. Hier muss der Bund kontinuierlich und zielorientiert auf kontinuierliche Senkungen der Grenzwerte der TSI Noise hinwirken. Die koordinierte Vorgehensweise der Länder bei der Bestellung von Fahrzeugen des SPNV unter Einbeziehung des Bundes ist mit der EU ebenso abzustimmen wie der intendierte Einsatz des lärmabhängigen Trassenpreissystems. Die EU sollte sich an der Direktförderung von lärmarmen Güterwagen beteiligen.

6 Abschätzung des Lärminderungspotenzials der empfohlenen Maßnahmen

Zur Abschätzung des Lärminderungspotenzials wird in folgenden Schritten vorgegangen:

1. Verkehrsprognose der Betriebsleistungen (in Zug-km) im SPFV, SPNV und SGV
2. Prognose der Wirkungen und der Umsetzung der lärmmindernden Maßnahmen
3. Ergebnis Immissionsprognose: Veränderung der Zahl der belasteten Menschen

Bei den Verkehrsprognosen wird unterschieden zwischen einer Trendprognose 2030 (Fortschreibung der Trends der letzten Jahre) und einer Verkehrswendeprognose, bei der die Verkehrswendeziele als erreicht angenommen werden. Obwohl auch diese Ziele für 2030 formuliert wurden, weichen sie so stark von der Trendprognose 2030 ab, dass sie tatsächlich einen Zustand beschreiben, der erst deutlich nach 2030 erreicht wird. Auch die Umsetzung vieler der in diesem Gutachten empfohlenen Instrumente und Maßnahmen wird erst nach 2030 spürbar werden. Für die Immissionsprognosen wird daher qualitativ zwischen verschiedenen Umsetzungsgraden unterschieden:

- mittlerer Umsetzungsgrad: mittlere Anstrengung und / oder Dauer
- hoher Umsetzungsgrad: starke Anstrengung und / oder längere Dauer
- vollständige Umsetzung: sehr lange Dauer; Obergrenze

Als Vergleichsbasis dient der Fall keiner Umsetzung. Die angenommenen Wirkungen der Maßnahmen werden in Abschnitt 6.2 des Gutachtens für die verschiedenen Umsetzungsgrade im Einzelnen dargestellt. Zum Beispiel wird bei der Infrastruktur für die „glatte Schiene“ eine Minderung von 2 dB in der vollständigen Umsetzung angenommen, die bei der mittleren Umsetzung jedoch nur für 30 % der Strecken angesetzt wird. Hinsichtlich der Gleisabklingrate wird eine Minderung von 3 dB angenommen, die jedoch auch in der vollständigen Umsetzung nur für Strecken über 160 km/h Höchstgeschwindigkeit angesetzt wird.

Für die Immissionsprognosen wird auf der Lärmkartierung des Eisenbahn-Bundesamtes aufgesetzt, deren Belastetenzahlen auf 1 dB-Pegelklassen interpoliert werden. Durch die lärmmindernden Maßnahmen ergeben sich dann Verschiebungen der Belastetenzahlen in niedrigere Pegelklassen. Zur Berücksichtigung der jeweils nur lokal wirkenden Lärmsanierung werden weitere Abzüge an den Belastetenzahlen vorgenommen.

In einer ersten, pauschalisierten Herangehensweise wird eine „Gesamtimmissionsprognose“ erstellt, für die alle Strukturparameter eingeebnet werden müssen (einheitliche Wachstumsrate für alle drei Verkehrsarten, einheitliche Wirkungen der Maßnahmen usw.). Die Hauptergebnisse dieser einfachen Rechnung wurden im vorigen Abschnitt dargestellt.

In einer zweiten, differenzierten Herangehensweise („Prognose in Teilgebieten“) wird die Analyse auf solche Gemeinden beschränkt, bei denen plausibel argumentiert werden kann, dass innerhalb der Gemeinde gleiche Bedingungen herrschen (sog. „Ein-Weg-Gemeinden“). Dann ist es möglich, einige wichtige Strukturparameter dieser Gemeinden (z. B. Anteile der Verkehrsarten, unterschiedliche Relevanz der verschiedenen Maßnahmen je nach Verkehrsart) zu berücksichtigen und mit Hilfe eines Tools differenzierte Analysen zu den Wirkungen der Maßnahmen vorzunehmen.

Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Gesamtergebnisse starke Übereinstimmung beider Prognosen, der Gesamtimmissionsprognose und der Prognose in Teilgebieten, bestehen.