

TEXTE 0X/2020

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für  
Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3717 54 102 0

## **Minderung des Lärms von Straßenbahnen im urbanen Raum**

Kurzfassung

von

Gerald Hamöller, Michael Jäcker-Cüppers, Ann-Kathrin  
Kuppe, Cloé Louistisserand, Yannik Melchior, Thomas  
Petersen, Steffen Plogstert, Hannah Wacker  
Ramboll Deutschland GmbH, Karlsruhe, Berlin

Dr.-Ing. Dirk Boenke, Dr.-Ing. Friedrich Krüger, Julia Nass  
STUVA e. V., Köln

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

### Durchführung der Studie:

Ramboll Deutschland GmbH  
Zur Gießerei 19-27C  
76227 Karlsruhe

Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen – STUVA – e. V.  
Mathias-Brüggen-Straße 41  
50827 Köln

### Abschlussdatum:

Dezember 2020

### Fachbetreuer:

Fachgebiet: FG I 2.3 Lärminderung im Verkehr  
Percy Appel

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Dezember 2020

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

Klicken Sie hier, um Text einzugeben.

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	6
Einleitung.....	7
1 Methodischer Rahmen.....	8
2 Wettbewerbliche Situation .....	9
3 Rechtlicher Rahmen .....	10
4 Maßnahmen zur Emissionsminderung .....	12
5 Monitoring .....	13
6 Sozio-ökonomische Bewertung .....	15
7 Fazit .....	16
8 Quellennachweise .....	17

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schlüsselfaktoren für den Vergleich von schallmindernden Maßnahmen .....	15
--------------	---	----

## Einleitung

Der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist eine sozio-ökonomische und ökologische Notwendigkeit. Nicht nur nach dem Verständnis des Umweltbundesamtes (UBA) soll er zusammen mit dem Rad- und Fußverkehr das Rückgrat einer nachhaltigen Mobilität in den Städten sein (Umweltbundesamt 2017a). Straßenbahnsysteme erfüllen bereits heute, nicht nur aufgrund ihrer Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und günstigen CO<sub>2</sub>-Bilanz, eine wichtige Rolle im öffentlichen Verkehrssystem. Der Erhalt und Ausbau der schienengebundenen öffentlichen Verkehrssysteme stehen auch im Fokus des Bundes. So trat mit Wirkung zum 01. Januar 2020 eine Novellierung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) in Kraft, mit der explizit schienengebundene Verkehrssysteme gefördert werden sollen.

Um eine hohe Nutzerakzeptanz von Straßenbahnen zu erzielen, ist es erforderlich, die Haltestellen möglichst nahe an potenzielle Fahrgäste heranzubringen und somit Zugangsbarrieren zum öffentlichen Verkehrssystem gering zu halten. Das Fahren im dicht besiedelten urbanen und damit häufig engen bzw. im Wettbewerb mit den übrigen Verkehrsträgern knappen Straßenraum ist daher zwingend erforderlich. Dies verursacht Schallemissionen, die zu einer Lärmbelastung führen können. Insbesondere im Innenstadtbereich müssen Gleise, um dem Straßenverlauf zu folgen, teils mit engen Radien verlegt werden. Gleiskreuzungen sind oft nicht zu vermeiden. Aus Platzgründen sind die Gleise häufig im Fahrbahnbereich von Straßen mit schallreflektierenden Belägen (Asphalt- oder Pflastereindeckung) verlegt. Verschmutzungen wie Staub und Splitt führen zu einer Aufrauhung der Schienenfahrflächen. Dies alles führt zu hohen Schallemissionen, die als Kurvenquietschen, Rumpeln oder rauschartige Geräusche wahrgenommen werden und von Anwohnern insbesondere bei gleisnaher und dichter Bebauung als belastend empfunden werden.

Die Umgebungslärmkartierung in Ballungsräumen zeigt örtliche Lärmkonflikte auf. Damit zuständige Stellen unter anderem für die Lärmaktionsplanung eine fachliche Anregung zur Entwicklung geeigneter Maßnahmen und Werkzeuge bekommen, werden im Auftrag des UBA die Möglichkeiten zur Minderung des von Straßenbahnen verursachten Lärms im urbanen Raum untersucht. Ziel der Untersuchung ist es, den Ausbau der schienengebundenen öffentlichen Nahverkehrssysteme insbesondere in den Ballungsräumen zu fördern und durch deren erhöhte Akzeptanz in der Öffentlichkeit Streckenneubauten gegebenenfalls zu beschleunigen.

Dieser Kurzbericht dient vor allem zur ersten Orientierung. Für die detaillierte Befassung mit diesem komplexen Thema empfehlen wir die Lektüre der Langfassung des Berichtes. Dieser kann auf den Interseiten des Umweltbundesamts eingesehen und heruntergeladen werden.

## Methodischer Rahmen

Das Gutachten betrachtet Schallemissionen des Straßenbahnverkehrs nach der Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen (BOStrab). Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf Gleisen im Verkehrsraum öffentlicher Straßen, den straßenbündigen und besonderen Bahnkörpern. Vollständig unabhängig geführte Gleise in Hoch- oder Tunnellage sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Der Fokus der Arbeit liegt auf dem emittierten Luftschall, seinen möglichen Auswirkungen auf Betroffene sowie auf geeigneten Maßnahmen zu seiner Reduzierung. Dabei steht die Schallemissionsminderung an der Quelle (technische Maßnahmen an den Fahrzeugen und dem Gleis) im Vordergrund. Des Weiteren werden die Möglichkeiten des baulichen Schallschutzes sowie betriebliche Maßnahmen in die Untersuchung berücksichtigt.

Neben Maßnahmen an der bestehenden Infrastruktur und den Fahrzeugen ist auch der Bau neuer Strecken und die Inbetriebnahme neuer innovativer Fahrzeuge zu diskutieren. In diesem Gutachten wird untersucht, inwieweit die derzeitigen rechtlichen, zulassungstechnischen, betrieblichen und ökonomischen Rahmenbedingungen die Lärmreduzierungen fördern bzw. behindern (vgl. Umweltbundesamt 2017, S. 1).

In diesem Gutachten werden die folgenden Fragestellungen adressiert:

- ▶ Wer sind die relevanten Akteure, um lärmreduzierende Maßnahmen beim Betrieb von Straßenbahnen umzusetzen?
- ▶ Welche rechtlichen bzw. organisatorischen Werkzeuge stehen den relevanten Akteuren dafür zur Verfügung?
- ▶ Welche lärmreduzierenden Maßnahmen stehen beim Betrieb von Straßenbahnen zur Verfügung?
- ▶ Welche lärmreduzierenden Maßnahmen beim Betrieb von Straßenbahnen sind gesamtwirtschaftlich sinnvoll und wie könnten Anreize für deren Implementierung geschaffen werden?
- ▶ Wie könnte ein Monitoringsystem zur Information der Bürgerinnen und Bürger und der Überwachung der Wirkungen von lärmreduzierenden Maßnahmen beim Betrieb von Straßenbahnen konzipiert werden?

## Wettbewerbliche Situation

Den größten Handlungsspielraum zur Reduzierung des Lärms von Straßenbahnen halten die Aufgabenträger inne. Dies sind im ÖPNV die kreisfreien Städte, Kreise, Zweckverbände, Verkehrsverbände oder die Länder. Die Aufgabenträger können lärmrelevante Kriterien in unterschiedlichen Verträgen und Plänen definieren. Diese Kriterien können unter anderem im Nahverkehrsplan (NVP), in den Ausschreibungsdokumenten oder im finalen öffentlichen Dienstleistungsvertrag festgehalten werden.

Die weiteren Akteure – die kommunalen Verkehrsunternehmen und die Genehmigungsbehörden – besitzen jeweils nur einen begrenzten Handlungsspielraum. Die Verkehrsunternehmen müssen dabei die Vorgaben der Aufgabenträger umsetzen, was ihren Handlungsspielraum auf die Auswahl der konkreten Fahrzeuge, die Maßnahmen an der Infrastruktur oder Maßnahmen im Betriebsablauf beschränkt. Da lärmindernde Maßnahmen in der Regel mit zusätzlichen Kosten verbunden sind, fehlt ein ausreichendes Anreizsystem für Verkehrsunternehmen, in diesen Bereich zu investieren. Lediglich die Faktoren „Imagegewinn“ und „technischer Vorreiter“ könnten Anreize sein.

Die Genehmigungsbehörde kann, ebenso wie die Verkehrsunternehmen, keine Anhaltswerte oder Grenzwerte für Schallemissionen festsetzen. Sie ist für die technische Abnahme von Neubaustrecken oder neuen Fahrzeugen verantwortlich. Nur bei einer Nichteinhaltung von vorher festgelegten Grenzwerten könnte die Genehmigungsbehörde die Betriebserlaubnis verweigern oder einschränken.

Im Bereich des ÖPNV mit Stadt- und Straßenbahnen in Deutschland herrscht auf Betreiberseite im Grunde kein Wettbewerb. In der Regel werden die städtischen oder kommunalen Verkehrsunternehmen durch die jeweiligen Aufgabenträger direkt mit der Erbringung der Verkehrsleistung betraut. Es handelt sich also um ein (natürliches) Monopol. Es hat sich herausgestellt, dass die Aufgabenträger den vorhandenen Spielraum zur Lärminderung im Vergabeverfahren für öffentliche Dienstleistungsaufträge nicht immer nutzen, um (lärmspezifische) Vergabekriterien zu definieren. Eine Ursache kann darin liegen, dass Lärminderungsmaßnahmen mit zusätzlichen Kosten behaftet und in der Regel auch von Seiten des Aufgabenträgers direkt oder indirekt zu tragen sind.

Auf der anderen Seite stehen insbesondere die Städte im Attraktivitätswettbewerb untereinander. Lebenswertigkeit ist ein Standortvorteil, zu dem auch eine Minimierung der Lärmemissionen und damit der Immissionen gehört. Folglich sollten die Aufgabenträger im Straßenbahnbereich ein ureigenes Interesse in der Umsetzung lärmreduzierender Maßnahmen besitzen, ohne Straßenbahnen im Wettbewerb der Verkehrssysteme untereinander zu benachteiligen.

Um dieser Situation entgegen zu wirken, bietet es sich an, die Aufgabenträger diesbezüglich zu unterstützen. Regulatorische und wirtschaftliche Anreize für Maßnahmen zur Lärminderung können beispielsweise darin liegen, geeignete Maßnahmen zu definieren und von den kommunalen Verkehrsunternehmen möglichst kostenneutral umsetzen zu lassen. Es ist allerdings zu beachten, dass Auflagen zur Lärminderung in einem „gerechten“ Gesamtkonzept unter Berücksichtigung aller Verkehrsträger gestaltet werden müssen, damit keine Wettbewerbsverzerrungen zu Ungunsten der Straßenbahnen entstehen und das Ziel der Förderung des Umweltverbundes nicht gefährdet wird.

In der Langfassung des Berichts finden Sie mehr zu diesem Thema in Kapitel 3.

## Rechtlicher Rahmen

Für die Minderung der Geräuschemissionen von Fahrzeugen und Fahrwegen im Straßenbahnverkehr stehen mehrere potenzielle ordnungsrechtliche Instrumente zur Verfügung:

- ▶ Die Festsetzungen von Grenzwerten für die **Geräuschemissionen** des Straßenbahnverkehrs nach dem Stand der Technik berücksichtigt den Vorrang von Maßnahmen an der Quelle. Auf europäischer und nationaler Ebene fehlen bislang Emissionsgrenzwerte. Es wird empfohlen, sie an die bestehenden Vorgaben für die interoperablen Schienenfahrzeuge (TSI Fahrzeuge Lärm) anzulehnen. Neben einer Regelung für die Fahrzeuge wird empfohlen, ebenfalls Vorgaben für die dauerhafte Einhaltung der Grenzwerte auch für Fahrbahnen zu entwickeln. Zuständig ist grundsätzlich die EU, es erscheint aber zielführender, nationale Regeln auf der Basis des § 38 BImSchG einzuführen, da die EU-Kommission aktuell präferiert, sich auf Normungsvorgaben zu beschränken.
- ▶ Vorgaben für die **Geräuschimmissionen** des Straßenbahnverkehrs existieren in Deutschland für den Neubau und die wesentliche Änderung von Verkehrswegen. Bei Straßenbahnen im urbanen Raum bedingen sie den Einsatz leiser Fahrzeuge und die Anwendung von emissionsmindernden Komponenten für den Fahrweg, Es ist zu empfehlen, diese Vorgaben durch Immissionsgrenzwerte auch für die Bestandsstrecken zu ergänzen, vorzugsweise im Rahmen der Lärmaktionsplanung. Geräuschimmissionsgrenzwerte sollten dem Kenntnisstand der Lärmwirkungsforschung entsprechen. Für das Zusammenwirken der von Straßenbahnen und Straßenfahrzeugen verursachten Schallimmissionen ist eine Gesamtlärbewertung einzuführen.
- ▶ Die bisherigen Berechnungsvorschriften für die Immissionen (**Anlage 2 (zu § 4) 16. BImSchV** oder **CNOSSOS-DE**) bilden die in diesem Projekt dargestellten Minderungsmaßnahmen nur unzureichend ab. Sie sollten deshalb mit dem Ziel weiterentwickelt werden, einen Werkzeugkasten von Komponenten – auch für die Nachrüstung der Fahrzeuge und Fahrwege – einzuführen, denen eine bestimmte Emissionsminderung zugeordnet werden kann (Anwendung des Kapitels 9 der Anlage 2 (zu § 4) 16. BImSchV zur Abbildung von schalltechnischen Innovationen). Weiterhin sind Regelungen zu integrieren, die die Einhaltung der Emissionsannahmen nach Anlage 2 (zu § 4) BImSchV auf Dauer sicherstellen. Es wird empfohlen, hierzu ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder aufzulegen, mit dem die Zulassungsfähigkeit lärmindernder Komponenten und Maßnahmen erreicht werden kann.
- ▶ Die Lärminderung an Bestandsstrecken (Lärmsanierung) ist in der Form der **Lärmaktionsplanung** für die europäischen Ballungsräume und die dort vorhandenen Straßenbahnnetze ein systematischer, verbindlicher und kontinuierlicher Ansatz zur Minderung der Geräuschemissionen von Fahrzeugen und Fahrwegen. Die Verbindlichkeit der Lärmaktionsplanung in Deutschland sollte durch die Festlegung von bislang fehlenden Immissionsgrenzwerten gestärkt werden (z. B. nach § 47f BImSchG). Durch die explizit vorgegebene Öffentlichkeitsbeteiligung kann zudem ein hoher Rechtfertigungsdruck entwickelt werden.

- ▶ **Nahverkehrspläne (NVP)** können verbindliche Vorgaben für die Geräuschemissionen neu zu beschaffender Fahrzeuge sowie für Wartungs- und Überwachungsvorschriften festlegen und erlauben es, den Stand der Technik durch Bonussysteme für besonders leise Fahrzeuge zu fördern. Daher wird empfohlen, die Stellung der NVP durch eine höhere Verbindlichkeit zu stärken sowie durch eine Verbesserung der finanziellen Förderung für wirksame Maßnahmen zu begleiten. Eine bundesweite Harmonisierung der Geräuschvorgaben auf hohem Niveau überwindet dabei die Beschränkung kleiner lokaler Märkte und wird deshalb idealerweise durch einen Muster-NVP – Teil Geräusche unterstützt (z. B. durch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI)), in die auch die Geräuschempfehlungen des VDV eingehen sollten (VDV 2011).
- ▶ **Betriebsbeschränkungen** spielen bis auf Geschwindigkeitsbeschränkungen (vor allem in Kurven) eine untergeordnete Rolle. Entsprechend schwierig ist eine Gestaltung von Modellen, die durch Benutzervorteile einen Anreiz für den Einsatz leiserer Fahrzeuge schaffen.

In der Langfassung des Berichts finden Sie mehr zu diesem Thema in Kapitel 4.

## Maßnahmen zur Emissionsminderung

Beim Betrieb von Straßenbahnen entstehen Schallemissionen aus unterschiedlichen Quellen (vgl. Abschnitt 5.2 Anlage 2 (zu § 4) 16. BImSchV):

- ▶ Fahrgeräusche, verursacht durch
  - Rollgeräusche infolge von Rauheiten auf Rad- und Schienenfahrflächen und
  - Antriebsgeräusche (Motoren, Getriebe) sowie
- ▶ Aggregatgeräusche (Stromrichter, Kompressor, Klima- bzw. Lüftungsaggregate).

Um die aus dem Betrieb von Straßenbahnen entstehenden Schallemissionen nachhaltig zu mindern, ist grundsätzlich das Gesamtsystem Fahrzeug-Fahrweg zu betrachten. Schallminderungsmaßnahmen kommen maßgeblich infrage in den Bereichen:

- ▶ Maßnahmen an der Quelle (Fahrzeug, und Fahrweg),
- ▶ Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg (Schallschutzwände) sowie
- ▶ betriebliche Maßnahmen (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkungen).

Die Verringerung der Schallemissionen unmittelbar an der Quelle bietet die höchste Effektivität, entsprechende Maßnahmen sind daher vorrangig anzuwenden. Es ist eine breite Palette an Maßnahmen mit unterschiedlichen Wirkungen vorhanden, um dieses Ziel zu erreichen. Sowohl bei der Fahrzeugbestellung als auch bei der Fahrwegerstellung sind direkt Maßnahmen zur Verringerung von Schallemissionen umzusetzen, da eine Nachrüstung nicht immer möglich bzw. mit hohem Aufwand verbunden ist.

Neben den Maßnahmen an der Quelle stellen Schallschutzwände eine Möglichkeit dar, Immissionen aus dem Straßenbahnbetrieb auf dem Ausbreitungsweg zu verringern. Sie sind allerdings bezüglich ihres Einsatzes beschränkt anwendbar (Raum, Stadtgestaltung) und scheiden beispielsweise bei straßenbündigen Bahnkörpern im Bereich dichter Bebauung in der Regel aus.

Betriebliche Maßnahmen wie die strategische Einsatzplanung leiser Fahrzeuge oder Geschwindigkeitsbeschränkungen können einen höheren organisatorischen Aufwand erfordern oder haben teils unerwünschte Effekte. Zum Beispiel kann der ÖPNV durch die – auch abschnittsweise – Verringerung der Streckengeschwindigkeit an Attraktivität verlieren, vor allem in direkter Konkurrenz zum motorisierten Individualverkehr. Darüber hinaus kann durch tendenziell längere Umläufe ein höherer Fahrzeug- und Fahrpersonalbedarf entstehen, was zu höheren Betriebskosten führen würde.

In der Langfassung des Berichts finden Sie mehr zu diesem Thema in Kapitel 5.

## Monitoring

In Anlage 2 (zu § 4) 16. BImSchV wird von einem durchschnittlich gepflegten Rad-Schiene-System ausgegangen. Um diesen Zustand zu bewahren sind die folgenden Schritte unumgänglich:

- ▶ Beschreibung eines „durchschnittlich gepflegten Rad-Schiene-Systems“,
- ▶ Bestandsaufnahme des Istzustands,
- ▶ regelmäßige Überprüfung des Status quo in Bezug zum Referenzzustand und
- ▶ Veranlassung erforderlicher Maßnahmen zur Herstellung des Ausgangszustands

Die Implementierung von Überwachungsverfahren bei den Verkehrsunternehmen beschränkt sich bislang auf wenige Einzelfälle, bei denen in der Regel Unrundheiten der Räder (Flachstellen, Polygone) überprüft werden. Die Überwachung erfolgt dabei stationär an beiden Schienen eines Gleises. Eine akustische Überwachung des Fahrwegs und der Fahrzeuge erfolgt bei Straßenbahnen bislang nicht. Hierfür bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- ▶ Akustische Überwachung stationär an einem Messquerschnitt:  
In EN DIN 38452-1 wird eine akustische Überwachung der Schallemissionen von Schienenfahrzeugen beschrieben. Es können sowohl die Radzustände als auch die sonstigen schallemittierenden Quellen erfasst werden. Folgende Messungen sind denkbar:
  - Akustische Langzeitüberwachung der Fahrzeuge auf einem geraden Streckenabschnitt und Vergleich der Messwerte mit festgelegten Anhalts- bzw. Referenzwerten;
  - Ermittlung der Wirksamkeit von schallmindernden Maßnahmen an Fahrzeugen oder am Gleis im Bereich des Messquerschnitts über einen langen Zeitraum. Solche Schallmessungen können sowohl auf geraden Gleisabschnitten als auch in Gleisbögen, Weichen und Kreuzungen erfolgen.
- ▶ Akustische Fahrwegüberwachung vom Fahrzeug aus:  
Ein vom Schallmesswagen der DB AG inspiriertes, vereinfachtes Verfahren kann im Schienennetz von Straßenbahnen eingesetzt werden. Folgende Messungen sind denkbar:
  - An entsprechend ausgerüsteten Linienfahrzeugen
    - Beschleunigungsmessungen auf den Radsatzlagern,
    - Luftschallmessungen im Bereich der Drehgestelle oder vor einzelnen Rädern.
  - Verwendung eines besonderen Wagens (Anhänger) analog dem Schallmesswagen der DB AG, mit welchem das gesamte Gleisnetz eines Verkehrsunternehmens in regelmäßigen Abständen befahren und somit deren (akustischer) Zustand ermittelt werden kann.

Diese Vorgehensweisen bieten erhebliche Vorteile für das kommunale Verkehrsunternehmen und die Anwohner. Sie garantieren auf der einen Seite den Anwohnern, dass die berechneten

Immissionswerte im Mittel dauerhaft nicht überschritten werden und liefert den Verkehrsunternehmen starke Argumente für den Betrieb und den weiteren Ausbau des Streckennetzes. Vom Verkehrsunternehmen wird garantiert, dass bestimmte Schallimmissionswerte nicht überschritten werden.

In der Langfassung des Berichts finden Sie mehr zu diesem Thema in Kapitel 7.

## Sozio-ökonomische Bewertung

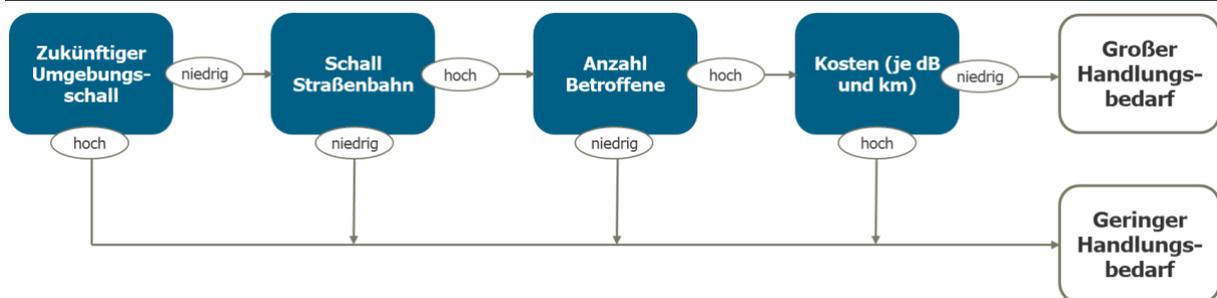
Lärm verursacht Kosten, die gesamtgesellschaftlich getragen werden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Gutachtens untersucht, inwieweit Lärminderungsmaßnahmen sozio-ökonomisch sinnvoll sein können. Hierfür wurden unterschiedliche Wirkungsszenarien und Rahmenbedingungen definiert, um die verschiedenen Einsatzbereiche plausible abdecken zu können.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse lässt sich feststellen, dass trotz verschiedener Szenarien und Wirkungskategorien in der Regel immer dieselben Maßnahmen mit einem positiven Nutzen-Kosten-Faktor beziffert werden können. Bei genauerer Betrachtung aller Ergebnisse, sortiert nach ihrer Wirkung lässt sich darüber hinaus feststellen, dass sich die Reihenfolge der Maßnahmen kaum ändert, auch bei den Ergebnissen der Kosten je Dezibel.

Die sozio-ökonomisch rentabelsten Maßnahmen sowie die unrentabelsten Maßnahmen bleiben trotz verschiedener Szenarien dieselben. Die Fragestellung, welche der Maßnahmen sich am ehesten rentiert, ist also weitgehend unabhängig von der Anzahl der Betroffenen. Somit reicht bereits ein einfacher Vergleich der Kosten je Dezibel. Für die Fragestellung, ob sich eine Maßnahme überhaupt rentiert, ist die Anzahl der Betroffenen jedoch in jedem Fall mit einzubeziehen.

Zusammengefasst ergeben sich insgesamt vier Schlüsselfaktoren, um schallmindernde Maßnahmen vergleichen zu können: Kosten je Dezibel und Kilometer, Anzahl der Betroffenen, Schallemission des Straßenbahnsystems sowie der Umgebungsschall. Eine Maßnahme rentiert sich am ehesten sozio-ökonomisch, je niedriger deren Kosten, je höher die Betroffenheit, je schallintensiver das bisherige Straßenbahnsystem und je niedriger der Umgebungsschall (Abbildung 1) sind.

**Abbildung 1: Schlüsselfaktoren für den Vergleich von schallmindernden Maßnahmen**



Quelle: Eigene Darstellung (Ramboll Deutschland GmbH)

Ist der Umgebungsschall hoch und ist es nicht geplant dieses in der Zukunft nennenswert zu reduzieren, besteht nur ein geringer Handlungsbedarf im Bereich der Straßenbahn. Ist der Umgebungsschall jedoch gering und die Schallemission der Straßenbahn vergleichsweise hoch, sollte gehandelt werden. Ist die Anzahl der betroffenen, dann ebenfalls hoch und die Kosten der Maßnahme gering ist der Handlungsbedarf sehr groß. Zusätzlich lässt sich sagen, dass die Maßnahmen mit geringen Kosten bereits bei nur wenigen Betroffenen empfehlenswert sind.

In der Langfassung des Berichts finden Sie mehr zu diesem Thema in Kapitel 6.

## Fazit

Die kreisfreien Städte, Kreise, Zweckverbände, Verkehrsverbände oder teilweise die Länder können als Aufgabenträger Kriterien zur Leistungserbringung definieren und verfügen daher über den größten Handlungsspielraum. Es besteht die Möglichkeit diese Kriterien unter anderem im Nahverkehrsplan, in den Ausschreibungsdokumenten oder im finalen öffentlichen Dienstleistungsvertrag festzuhalten.

Aus Sicht des Immissionsschutzes ist zu empfehlen, die Regelungslücken im Ordnungsrecht zu beseitigen. Kurzfristig sind auch Geräuschemissionsvorgaben in Nahverkehrsplänen ein zielführendes Instrument. Diese können mittelfristig auch als Grundlage des öffentlichen Dienstleistungsauftrags dienen.

Der Katalog von lärmreduzierenden Maßnahmen ist insgesamt umfangreich und bietet unterschiedliche Wirkungen zu einer weiten Bandbreite an den jeweiligen Kosten. Eine akustische Fahrzeug- und Fahrwegüberwachung bietet erhebliche Vorteile für das Verkehrsunternehmen und für die betroffenen Anwohner. Vor allem eine regelmäßige Gleisüberwachung und eine darauf beruhende Gleispflege garantieren dauerhaft niedrige Schallemissionen. Damit erhöht sich die Akzeptanz der Anwohner für den Straßenbahnbetrieb.

Es ergeben sich insgesamt vier maßgebliche Schlüsselfaktoren, um schallmindernde Maßnahmen vergleichen zu können: Kosten je Dezibel und Kilometer, Anzahl der Betroffenen, Schallemissionen des Straßenbahnsystems sowie der Umgebungsschall. Eine Maßnahme rentiert sich am ehesten sozio-ökonomisch, je niedriger deren Kosten, je höher die Betroffenheit, je schallintensiver das bisherige Straßenbahnsystem und je niedriger der Umgebungsschall sind.

## Quellennachweise

Umweltbundesamt (2017): Minderung des Lärms von Straßenbahnen im urbanen Raum. Leistungsbeschreibung zum Projekt mit Forschungskennzahl (FKZ) 3717 54 102 0. Dessau-Roßlau.

GVFG: Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Januar 1988 (BGBl. I S. 100), das zuletzt durch Artikel 323 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 103 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

Anlage 2 (zu § 4) 16. BImSchV: Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist, Anlage 2 (zu § 4) Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03). Fundstelle: BGBl. I 2014, S. 2271 – 2313.

VDV – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (2011b): Geräusche von Schienenfahrzeugen des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV). Köln (VDV-Schriften, 154).