

DER NAHVERKEHR

Öffentlicher Personenverkehr in Stadt und Region

Betrieb & Infrastruktur

Die Hamburger Hochbahn baut einen E-Busbetriebshof neu

Verkehrsplanung & Organisation

Wie der Nahverkehr autofreie Orte in der Schweiz erschließt

Technik & Umwelt

Ansätze zur Lärmvermeidung im Schienenverkehr

Finanzen & Recht

U-Bahn- und Straßenbahnverkehre gemeinsam vergeben

Kunden & Marketing

Was können Programme zur Kundenbindung im ÖPNV leisten?



Ideenvielfalt

Umweltfreundliche Verkehrskonzepte



Foto: Ruhrbahn GmbH

Abb. 1: Modernisierter Schienenschleifwagen der Ruhrbahn GmbH.

Schallquelle Schiene

Ansätze zur Lärmvermeidung im Schienenverkehr

Barbara Feldmann; Frankfurt am Main

Laut Lärmaktionsplan Hessen betrachtet die Europäische Kommission Umgebungslärm als „eines der größten Umweltprobleme in Europa“. Im Schienenverkehr ist das Phänomen unerwünschter Schallbildungen so alt wie die Fortbewegungsmethode selbst: Wo Metall über Metall reibt, kommt es zu Schwingungen, insbesondere bei Materialien mit einer hohen Schallausbreitungsgeschwindigkeit wie beispielsweise Stahl. Während Schall, zum Vergleich, in der Luft nur 344 m in der Sekunde zurücklegt, liegt die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Stählen bei über 5000 m/s. Es entstehen Geräusche in Frequenzbereichen, die in der Regel unangenehm auf das menschliche Hörempfinden wirken. Im Zusammenspiel zwischen Fahrzeug und Schiene können zudem rumpelnde Geräusche beim Überfahren von Weichen und Unregelmäßigkeiten im Gleisbett entstehen.

Neben diesen allgemein unter Rollgeräuschen zusammengefassten Lärmquellen wird zudem zwischen Antriebsgeräuschen aus Motoren und Hilfssystemen sowie aerodynamischen Geräuschen unterschieden. Letztere dominieren allerdings erst ab einer Geschwindigkeit von 250 km/h die anderen Schallkategorien und sind damit ausschließlich für den Fernverkehr von Bedeutung. Grundsätzlich konfrontieren derartige Schallentwicklungen Hersteller und Verkehrsunternehmen im Schienenverkehr fortlaufend mit der Aufgabe, Mittel und Wege zur Reduzierung von Schienenlärm zu etablieren oder bestehende Systeme zu optimieren. Die Herangehensweisen sind dabei durchaus unterschiedlich. Mit dem Fokus auf die innerstädtischen Maßnahmen gegen Schienenlärm werden im Folgenden vor allem Maßnahmen betrachtet, die im Schienenpersonennahverkehr zum Einsatz kommen.

Aktionsplan gegen Lärm von EU, Bund und Ländern

Mit der Richtlinie 2002/49/EG haben das Europäische Parlament und der Europäische Rat im Juni 2002 ein gemeinsames Konzept verabschiedet, auf dem sämtliche Maßnahmen gegen unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien aufsetzen. Die Richtlinie bezieht auch Lärm mit ein, der von Verkehrsmitteln und dem Schienenverkehr verursacht wird. Das Konzept sieht ein zweistufiges Verfahren vor: Die strategische Kartierung von Lärm und die Fortführung der gewonnenen Erkenntnisse in einem Lärmaktionsplan. Im Zuge der großangelegten EU-Maßnahmen hat die Bundesrepublik das „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz –

BimSchG) § 47d Lärmschutzpläne erweitert. Die hierin geforderten Lärmschutzpläne bilden heute die Grundlage für sämtliche Maßnahmen gegen unerwünschte Schallentwicklungen.

Auch subjektive Wahrnehmung wird berücksichtigt

Neben einer systematischen Herangehensweise an die Behebung von Lärmquellen, die durch den Schienenverkehr erzeugt werden, sind insbesondere in innerstädtischen Bereichen häufig Ad-hoc-Maßnahmen vonnöten, um unerwünschte Schallentwicklungen zu unterbinden. Hier rücken vornehmlich S-, U- und Straßenbahnen in den Fokus, bei denen es zu akuten Beschwerden durch die Bevölkerung kommen kann. Der Gesetzgeber schützt die Einwohnerschaft und stützt sich dabei auf eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien, welche die Gefahren von erhöhten Lärmpegeln belegen. So ist beispielsweise von einem Gesundheitsrisiko auszugehen, sobald Menschen längerfristig einem Lärmpegel von 65 Dezibel tagsüber und 55 Dezibel in der Nacht ausgesetzt sind.

Neben diesen objektiv ermittelten Grenzwerten sind es laut Lärmaktionsplan ebenso punktuelle Lärmspitzen und die subjektive Wahrnehmung von Bürgerinnen und Bürgern, die in die Bewertung von Handlungsbedarfen einbezogen werden müssen. So heißt es beispielsweise im Lärmakti-



Zur Autorin

Dipl.-Technikjourn. Barbara Feldmann arbeitet seit vielen Jahren als freie Autorin für die Bereiche IT, Hightech und Mobility. Neben ihrer journalistischen Tätigkeit hat die studierte Technikjournalistin unter anderem Projekte des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) beratend begleitet. Im Zuge der digitalen Transformation vertiefte sie ihr Fachwissen in Themenfeldern wie Datenmanagement, Big Data und Cloud Computing – Disziplinen, die mehr denn je auch die Verkehrs- und Mobilitätsbranche tangieren.



Abb. 2: Radabsorber als schallreduzierende Maßnahme direkt am Fahrzeug.

Foto: Schrey & Veit GmbH

ANZEIGE



STRAILastic mal drei drei Produkte ein Ergebnis – Ruhe

Die Geschichte zu diesem Einbau unter www.strail.de

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG | STRAIL Bahnübergangssysteme | STRAILastic Gleisdämmsysteme | STRAILWAY Kunststoffschwelle
D-84529 Tittmoning, Obb. / Gölstraße 8 | tel. +49|86 83|701-0 / fax -126 / info@strailastic.de



Foto: Ruhrbahn GmbH



Abb. 3: Bediengerät zur GPS-gesteuerten Schmiermittelausbringung.

Schienenseitige Maßnahme zur Reduzierung von Lärm

Eine grundlegende Voraussetzung für eine möglichst geringe Schallentwicklung zwischen Schiene und Rad liegt in der Beschaffenheit der Schienenoberfläche. Je glatter die Oberfläche der Schienen – also je weniger Risse, Unebenheiten, Verwerfungen, Aufrauungen durch Brems sand oder Schmutz – umso geringer ist das Potenzial unerwünschter Schallentwicklungen. Michael Bartels, Sachgebietsleiter Technisches Büro Fahrzeugtechnik bei der Ruhrbahn GmbH, bringt die Problematik auf den Punkt: „Ungepflegte Schienen machen Lärm. Wenn sich erst einmal Riffel bilden, kommt es zu Vibrationen, sobald die Bahnen darüber fahren. Und mit der Zeit würde sich bald alles lose rappeln.“ Der Fahrzeugexperte erklärt weiter, dass in vielen Fällen nicht nur der steigende Geräuschpegel, sondern auch die mechanischen Auswirkungen problematisch werden können. „Mit der Zeit würde sich alles lose rappeln. Die Anwohner würden sich nicht nur über Lärm, sondern auch über schepperndes Geschirr in der Vitrine beklagen“, so Bartels.

Zahlreiche Verkehrsunternehmen lassen deshalb regelmäßig Schienenschleifwagen über die Gleise fahren, um dabei wenige Hundertstel Millimeter von der Schienenoberfläche abzutragen. Diese Glättung reicht aus, um lärmende Schleifgeräusche merklich zu verringern. Bei der Bearbeitung der Schienenoberfläche werden zwei Betriebsarten unterschieden: Der so genannten Rutscherbetrieb, der bei 20 bis 25 km/h erfolgt, und das oszillierende Schleifverfahren bei lediglich 10 km/h. Die letztgenannte Methode sorgt für bessere Ergebnisse, da die Schleifwagen die Schienenoberfläche aufgrund des geringen Tempos mit hochfrequenten, kreisenden Bewegungen bearbeiten können. Eine Methode, die allerdings nur nachts möglich ist, da tagsüber die Beeinträchtigung des laufenden Betriebs zu groß wäre.

Neben der Oberflächenglättung werden gleisseitig stationäre Schienenschmier-systeme eingesetzt, welche an neuralgischen Positionen eine definierte Menge Schmierstoff freigeben. Die Räder nehmen diese Fette oder Konditionierungsmittel auf, wo sie in den Gleisbogen weitergetragen werden. Zwei zentrale Kriterien bei der Gleisschmierung sind die Umweltverträglichkeit der Schmierstoffe und eine möglichst geringe Negativbeeinflussung

onsplan der Stadt Hamburg: „Lärmbelastung und Lärmbelastigung müssen nicht immer übereinstimmen, vielmehr lässt sich nach den Ergebnissen der Lärmwirkungsforschung nur ein Drittel der Belästigung durch den Mittelungspegel erklären.“ Der Mittelungspegel sei allerdings immer noch das beste Maß, um die Betroffenheit der Bevölkerung durch Umgebungslärm zu beurteilen. Aufgabenträger und Betreiber sind unter Einbeziehung aller Bewertungsfaktoren angehalten, etwaige lästige Geräuschentwicklungen im Schienenverkehr schnell zu beheben.

Unterschiedliche Lärmursachen

Die Ursachen und Quellen für ein erhöhtes Lärmaufkommen bei Nahverkehrsfahrzeugen sind diverser Natur. Sie reichen von rumpelnden Geräuschen beim Überfahren von Weichen, Schweißstellen und sonstigen Unebenheiten bis

hin zu Quietschlärm in Kurven und während eines Bremsvorgangs. Hinzu kommt Lärm durch Motoren, der insbesondere während der Standzeiten und zu Betriebsbeginn und -ende für erhöhte Lärmpegel sorgt. Hilfs- und Nebensysteme wie Heizungen, Klimaanlage und statische Umformer sorgen für zusätzliche akustische Emissionen. Nicht zu vergessen sind zudem störende Geräusche wie zum Beispiel Türschließ-Warntöne oder ein häufiges Klingeln durch den Fahrer.

Die Wahl geeigneter Maßnahmen zur Bekämpfung unerwünschter Schallentwicklungen sind zum einen von den Geräuschquellen an sich abhängig; zum anderen unterliegen sie aber auch verkehrsplanerischen, strategischen und wirtschaftlichen Überlegungen. Der folgende Überblick über gängige Mittel gegen Lärmentwicklung unterscheidet zwei Kategorien: Maßnahmen am Fahrzeug und stationäre Maßnahmen an Schienen und Gleiskörper.

Foto: Ruhrbahn GmbH

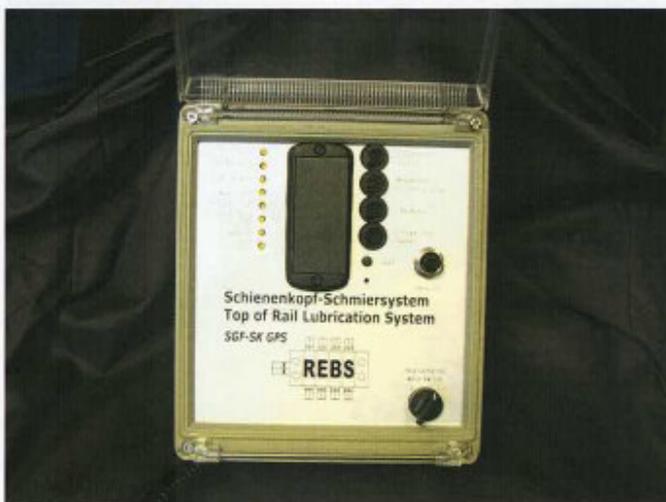


Abb. 4: Steuerelement zur Schienenkopfschmierung über GPS-Daten.

der Bremskonditionen. Beides muss durch eine möglichst exakt positionierte und dosierte Abgabemenge gewährleistet werden. Übrigens eine Herausforderung, die sich sowohl anlagen- als auch fahrzeugseitig stellt.

Fahrzeugseitige Problembhebung

Dr. Friedrich Krüger, der seit vielen Jahren als Experte für Verkehrs- und Schienenlärm forscht und berät, sieht einen Schlüssel zur Reduzierung von Schienenlärm im Material. „Man müsste einen Werkstoff erfinden, der eine hohe Festigkeit, aber einen geringeren Schallabstrahlgrad hat“, so Krüger. Es habe vor rund 40 Jahren bereits Versuche mit Kunststoffrädern gegeben, die allerdings bis heute keine praktikablen Lösungen hervorgebracht hätten. Solange es keine entsprechenden Entwicklungen auf Werkstoffseite gäbe, gelte nach wie vor die Maxime „Wartung, Wartung, Wartung“.

Fahrzeugseitig besteht diese unter anderem in der Behebung von Flachstellen am Radreifen. Ein häufiges Problem, das durch den Einsatz von Radsatzdrehmaschinen behoben wird. Diese werden sowohl stationär als auch in mobilen Ausführungen zur Instandhaltung der Radsatzprofile genutzt. Bei der Hamburger Hochbahn sind an zwei Stellen im Hamburger U-Bahn-Netz Anlagen eingebaut, mit denen Flachstellen und andere Radunrundheiten automatisch detektiert werden können. Beim Überfahren der Anlage erfolgt ein Soll-Ist-Vergleich des Rundlaufs jedes einzelnen Radsatzes. Werden dabei vorgegebene Grenzwerte überschritten, erfolgt eine Meldung an die Werkstatt zwecks Zuführung und Reprofilierung des betreffenden U-Bahn-Fahrzeugs auf der Radsatzdrehmaschine. Generell sollte durch die Wahl geeigneter Radprofile sowie eine fortlaufende Überwachung und Bearbeitung gewährleistet werden, dass es nicht zur Bildung so genannter zweiter oder falscher Spurkränze kommt.

Laut Aussage des Fahrzeugherstellers Siemens Mobility helfen fahrzeugseitig gegen Lärmbildung zudem möglichst niedrige Achslasten, die durch Leichtbautechniken für die Fahrzeuge sowie geeignete Fahrzeugkonzepte erzielt werden können. Ein geringer Anteil ungefederter Massen sei bei der Reduzierung von Fahrzeuggeräuschen ebenfalls von Bedeutung. Der Fahrzeughersteller realisiere bei seinen Fahrzeugen eine mehrstufige Federung, bestehend aus gefederten Radreifen, einer

Primärfederung zwischen den Rädern und Drehgestellrahmen sowie einer Sekundärfederung zwischen Drehgestell und Wagenkasten. Neben einer ausgewogenen Achslastverteilung besteht ein weiterer Ansatz zur Emissionsreduktion in der schallabsorbierenden Vollverkleidung der Fahrzeuge. Die Fahrzeuge einiger Hersteller weisen inzwischen eine komplett heruntergezogene Verkleidung vor den Fahrwerken und damit auch vor den Motoren auf und verfügen zusätzlich über Verblendungen, die über die gesamte Länge des Daches verlaufen. Damit werden auch auf dem Dach befindliche Lärmquellen isoliert.

Schmiersteuerung via GPS

Gleit- und Schmiermittel werden nicht nur anlagen-, sondern ebenfalls fahrzeugseitig aufgetragen. Dabei unterliegt die radseitige Anbringung von schmierenden Substanzen den gleichen umwelt- und sicherheitstechnischen Anforderungen wie die gleisseitige Schmierung. Deshalb muss diese auch am Fahrzeug in einer feinen Dosierung und so akkurat wie möglich erfolgen. Die Ruhrbahn setzt hierzu auf ein besonderes Konzept: In Essen und Mühlheim wird die Gleisschmierung durch eine fahrzeugseitige Besprühung mit Schmiermitteln punktgenau über GPS-Koordinaten veranlasst. Axel Mollmann, Mitarbeiter im Technischen Büro Schienenfahrzeuge der Ruhrbahn, erläutert das Verfahren: „Zur Festlegung der Koordinaten wird die Strecke abgefahren und Start- sowie Endpunkt der Schmiermittelbesprühung manuell eingegeben.“ Dadurch erziele die Ruhrbahn eine hohe Treffsicherheit von bis zu



Foto: Ruhrbahn GmbH

Abb. 5: Sprühdüsen zur gleichmäßigen Auftragung auf den Schienenkopf.

99,9 Prozent, so Mollmann. Ein weiterer Vorteil fahrzeugseitiger Schmiervorrichtungen besteht darin, dass die Fahrzeuge und somit auch die Schmieranlagen in regelmäßigen Abständen in die Werkstätten kommen und dort gleich mitgewartet werden können. Das ist in der Regel zeit- und kostenfreundlicher als die aufwändigere Wartung vor Ort, wie sie bei stationären Schmieranlagen erforderlich ist.

Radabsorber versprechen Lärminderung

Ein vielversprechendes Verfahren, das inzwischen zum Beispiel in Schienenfahr-

ANZEIGE



IGRALUB
TOTAL SERVICES PROVIDER

**Kurvenkreischen
wir haben die Lösung**

IGRALUB
(Deutschland) GmbH
☎ 03693-576824
Info@igralub.de | www.igralub.de

zeuge im Bereich des Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart (VVS) integriert ist, sind so genannte Radabsorber. Die Technik nutzt das Prinzip der Resonanzfrequenzen: Da die Schallabstrahlung von Schienenfahrzeugrädern hauptsächlich in der Umgebung dieser Frequenzen stattfindet, werden Radabsorber in Form eines mehrlagigen Resonators aufgebaut. Lösungen wie beispielsweise die Absorber eines Sprendlinger Unternehmens beruhen auf einer Multi-Layer-Struktur, die aus metallischen Platten und Elastomerschichten besteht. Diese spezielle Bauart reduziert Lauf- und Quietschgeräusche an Rädern und sorgt laut Hersteller „für eine gleichbleibende Bandbreite der Schallreduzierung bis zur Verschleißgrenze des Rades.“ Die Umwandlung der Vibrationsenergie in

die so genannte Dissipationsenergie – der „Zerstreuung“ von Schwingung in Wärme – führe zu einer hörbaren Lärminderung.

Mischkonzepte im praktischen Einsatz

In der Praxis kommen neben rein fahrzeug- oder schienenseitigen Maßnahmen in der Regel Mischkonzepte zum Einsatz. Steffen Fiedler, Abteilungsleiter Bautechnische Anlagen Straßenbahn bei den Berliner Verkehrsbetrieben, schildert einen generell wachsenden Bedarf an Wartungs- und Lärmreduzierungsmaßnahmen: „Es wird immer mehr gefahren, die Belastung unserer Gleise wächst dadurch kontinuierlich. Die Konsequenz ist: Wir müssen immer mehr tun, um die Qualität unserer Gleise

und damit auch eine geringe Schallentwicklung sicherzustellen. Deshalb planen die BVG derzeit die Anschaffung eines zweiten Schleifzugs.“ Neben der anlagenseitigen Instandhaltung des Gleiskörpers sind im Berliner Schienennetz zudem 72 stationäre Schienenschmieranlagen im Betrieb. „Perspektivisch werden wir auch hier nachlegen müssen und auf etwa Hundert Anlagen aufstocken“, so Fiedler. Er betont jedoch, dass diese Anlagen in erster Linie der Reduzierung von Verschleißerscheinungen an der Fahrkante der Schiene dienen. „Die Lärmreduzierung ist ein gewünschter Nebeneffekt, der allerdings nicht immer eintritt“, so Fiedler. Deshalb liefen derzeit in enger Abstimmung mit der Technischen Bahnaufsicht Berlin (TAB) Versuche zur Kopfschmierung.

Zusammenfassung / Summary

Schallquelle Schiene

Die Lärmaktionspläne von Ländern und Kommunen sind eindeutig: Auch der öffentliche Verkehr muss für die Anwohner von Straße und Schiene akustisch verträglich sein. Gerade die Aufgabenträger im SPNV stellt diese Auflage immer wieder vor Herausforderungen. Denn der geräuscharme Betrieb von gleisgeführten Fahrzeugen bedarf sowohl fahrzeugseitig als auch an der Gleisanlage selbst kontinuierlicher Maßnahmen, die neben aller Effektivität auch wirtschaftlichen Kriterien gerecht werden müssen.

Noisy rail tracks

Governmental and local action plans against noise emissions – the so-called „Lärmaktionspläne“ – are clear and precise: public transport must be tolerable for residents living in direct neighbourhood of traffic routes and tracks. Rail transport authorities and companies need to take all necessary steps to mitigate noise pollution caused by trains such as noise absorber integration, wheel lubrication or an ongoing track maintenance.

IGRALUB
TOTAL SERVICES PROVIDER

**Kurvenkreischen
wir haben die Lösung**

IGRALUB
für Schmiertechnik

☎ +41 44 422 0002

Info@igralub.ch | www.igralub.ch

