

Monitoring von Schienenverkehrslärm

Wolfgang Eberle und Sven-Oliver Wessolowski, Mainz

Zusammenfassung Erprobte Technik zur Messung von Schienenverkehrslärm ist heute für vielfältige Aufgabenstellungen verfügbar. Unterschiedlich laute Waggonen können voneinander messtechnisch unterschieden werden. Durch Lärmmonitoring kann daher auch der Stand der Umrüstung fortlaufend festgestellt werden. Zur bundesweiten Erfassung des Güterzugverkehrs genügen vergleichsweise wenig Messstationen. So laufen 49 % des Verkehrs an sechs potenziellen Messstellen vorbei, 15 Messstellen erfassen 69 % des Verkehrs. In der Schweiz besteht im Vergleich ein Messnetz von sechs Stationen.

Monitoring of rail-traffic noise

Abstract Today proven equipment to measure rail-traffic noise is available for different task-settings. It is possible to differentiate between noisy and less noisy waggons through noise-monitoring-stations along the railway-line. The degree of refitting noisy freight waggons could be traced by continuous noise measurements. In Germany only few measuring points are needed to get sufficient data for covering the whole freight weight traffic: 6 noise-monitoring-stations would cover 49 % of the freight traffic in Germany, 15 would measure 69 %. In Switzerland there are 6 stations on duty.

Im politischen wie im öffentlichen Raum wird in jüngster Zeit vielfach die Forderung nach Einrichtung von Dauermessstationen für Schienenverkehrslärm, d. h. einem Monitoring erhoben. Dem liegt oftmals die Vorstellung zugrunde, „(zu) laute“ Güterwagen vergleichbar Temposündern im Straßenverkehr hiermit identifizieren und möglichst umgehend sanktionieren zu können – die Forderungen reichen hierbei bis zu einer unmittelbaren Außerbetriebnahme bzw. Umleitung von „Lärm-sündern“.

Der Aufbau eines Monitorings für Schienenverkehrslärm ist – wenn auch mit anderer Zielsetzung – bereits seit mehreren Jahren Gegenstand politischer Initiativen: So haben die Umwelt- und Verkehrsminister von Hessen und Rheinland-Pfalz bereits im Februar 2010 mit dem 10-Punkte-Programm „leises Rheintal“ [1] die Forderung erhoben, das im nationalen Verkehrslärmschutzpaket II [2] verankerte Ziel, den Schienenverkehrslärm zu „halbieren“, durch die Einrichtung von Dauermessstationen zu begleiten.

Das 10-Punkte-Programm wurde auch Bestandteil der Koalitionsvereinbarungen der folgenden Regierungsparteien der Landesregierungen in Rheinland-Pfalz und Hessen [3].

In seinem Beschluss „Weniger Bahnlärm und Erschütterungen: Konzept für das Rheintal“ vom 25. September 2014 [4] fordert der rheinland-pfälzische Landtag u. a.: „...Lärmmessstellen zur Identifizierung lauter und nicht umgerüsteter Waggonen“. Darüber hinaus soll die Bahn verpflichtet werden, „umfassende Lärm-messungen vorzunehmen und diese kontinuierlich zu veröffentlichen.“

Der Bundesrat hat zum Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung der Regulierung im Eisenbahnbereich [5] zum Lärmmonitoring folgendes beschlossen: „Die Eisenbahninfrastrukturunternehmen führen nach Maßgabe der Aufsichtsbehörde an repräsentati-

ven Punkten des Schienennetzes, insbesondere an Haupteisenbahnstrecken oder Strecken mit hohem Lärmpotential, zur Nachtzeit fortlaufende registrierende Messungen über die Entwicklung des Eisenbahnlärms durch (Lärmmonitoring). Die Mess- und Auswertergebnisse sind der Aufsichtsbehörde regelmäßig vorzulegen und zu veröffentlichen“.

Es liegt nahe, dass durch die Erfassung und Veröffentlichung des durch Güterzüge im Mittelrheintal erzeugten Lärmpegels mittels der Ländermessstationen ab 2010 (s. u.) ein gesteigertes Bewusstsein für die Bahnlärmproblematik geschaffen wurde, das sowohl bei Politik wie auch bei der DB AG selbst die in den letzten Jahren erkennbaren Bestrebungen zur Reduzierung des Lärms – wie beispielsweise die Abschaffung des Schienenbonus oder die Einrichtung des Beirats „leiseres Mittelrheintal“ mit ausgelöst haben.

Technikworkshop in Mainz

Am 9. Oktober 2014 fand im rheinland-pfälzischen Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten ein Technikworkshop zum Thema Bahnlärm-messung / Bahnlärmmonitoring statt. Der Workshop sollte primär dem Informationsaustausch der Stakeholder aus Politik und Wirtschaft, aus dem Verkehrssektor, aus Behörden und Fachwelt dienen. So wurden neben konzeptionellen Überlegungen insbesondere realisierte Mess- und Monitoringsysteme sowie am Markt verfügbare Techniken vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse sind auf der Internetseite des Ministeriums abrufbar [6]. Es wurde vor allem deutlich, dass erprobte Technik zur Messung von Schienenverkehrslärm bereits für vielfältige Aufgabenstellungen verfügbar ist. Dazu zählen auch Techniken zur achsscharfen Pegelmessung. Ebenso existieren Systeme zur Messung des Gleiszustands sowie zur Detektion von Radformfehlern und deren akustischen Kennzeichnung bei der Vorbeifahrt. Die Erfassung zusätzlicher Parameter wie Achs- und Wagenzahl, Zuggattung, Geschwindigkeit, Zuglänge, Wagenidentität etc. ist möglich und mit den Ergebnissen akustischer Messungen kombinierbar. Auch existieren bereits Lösungen zur Verknüpfung von Lärm-messungen mit Ausbreitungsberechnungen und -prognosen sowie für ansprechende Ergebnispräsentationen.

Der Technikworkshop führte zahlreiche Aspekte zusammen, die im Zusammenhang mit konzeptionellen Überlegungen zu einem Monitoring des Schienenverkehrslärms zu beachten sind.

Ziele eines Monitorings

Die Diskussion über ein Monitoring von Schienenverkehrslärm und auch der Vergleich bereits realisierter Systeme zeigen, dass hiermit verschiedene Zielvorstellungen verknüpft sein können:

Zum einen kann der Schienenverkehrslärm in seiner Gesamtheit als variable Belastungsgröße, z. B. als Mittelwert, durch emissions- oder immissionsseitige Messkonzepte erfasst werden. Zum anderen kann sogar der reale akustische Zustand einzelner Fahrzeuge „hochaufgelöst“ ermittelt werden (Fahrzeugmonito-



Bild 1 Messstation des Landes Hessen in Rüdesheim-Assmannshausen: Blick auf die Schienenstrecke zum Zeitpunkt eines vorbeifahrenden Zuges mit dem Mikrophon im Vordergrund.

Bild: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

ring), um z. B. Güterwagen nach deren Lärmverhalten zu kategorisieren, hierbei ggf. verknüpft mit konkreten Rechtsfolgen. Dazwischen anzusiedeln ist die Forderung, die Umrüstung graugussgebremster Güterwagen auf Verbundstoffbremsen durch ein Monitoring zu begleiten.

Monitoring zur Erfassung der Immissionsbelastung

Das ursprüngliche Ziel eines Lärmmonitorings bei der Schiene war es, den Schienenverkehrslärm über statische und vielfach mit Akzeptanzproblemen behaftete Lärmprognosen hinaus fortlaufend dauerhaft und zeitaktuell als Belastungsgröße messtechnisch zu erfassen und zu dokumentieren.

Weder ein Netz von Monitoringstationen noch eine Vielzahl von Einzelmessungen sind hierbei allein geeignet, die Immissionsbelastung flächendeckend zu ermitteln. Ein Monitoring kann demnach zunächst nur punktuell die realen Geräuschimmissionen sowie ggf. damit in Zusammenhang stehende Parameter wie Zugzahlen, Zugarten etc. an einzelnen Streckenpunkten erfassen.

Mit diesem Ansatz lassen sich Rückschlüsse zunächst auf das lokale Ausmaß des Bahn lärms und dessen zeitlicher Entwicklung am jeweiligen Messort und einem gleichartigen Umfeld ziehen.

Veränderungen des jährlichen Mittelungspegels und der Häufigkeitsverteilung von Einzelschallereignissen können jedoch verfolgt werden. Dies wiederum lässt Rückschlüsse zu, wie sich Lärminderungsmaßnahmen (wie der fortschreitende Einsatz von Güterwagen mit Verbundstoffbremsen) im Zusammenspiel mit gegenläufigen Tendenzen, wie einer Zunahme von Anzahl und Länge der Züge, sowie veränderlicher Einflüsse, wie Gleisbeschaffenheit und Fahrzeugzustand, in Summe auf die jeweilige Immissionssituation auswirken. Solche Betrachtungen geraten derzeit bei der allgemeinen Euphorie bezüglich der möglichen Lärminderung durch die Güterwagenumrüstung (diese wird oft pauschal mit 10 dB(A) beziffert – so auch durch die Bundesregierung [7]) oft aus dem Blickfeld, ebenso wie die Tatsache, dass bei einem vollständig mit Verbundstoffbremsklötzen ausgerüsteten Güterzug die Lokomotive als dann möglicherweise lauteste Komponente eines Ganzzugs plötzlich in den Vordergrund rücken könnte [8].

Das Ziel, die Entwicklung des Lärms über die Zeit zu ermitteln wird auch mit dem in § 19a Luftverkehrsgesetz – LuftVG [9] vorgeschriebenen Fluglärmmonitoring an Verkehrsflughäfen verfolgt.

Immissionsmessungen können auch dazu dienen, Berechnungsmodelle und -annahmen (z. B. in der Lärmkartierung) zu verifizieren.

Mit einem solchen Monitoring wäre auch die dauerhafte Überprüfung konkreter Immissionsvorgaben für einzelne Streckenabschnitte möglich – z. B. der Nachweis der dauerhaften Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärm-schutzverordnung [10] über Immissionsmessungen an repräsentativen Messorten.

Werden Messungen als Emissionsmessungen, d. h. gleisnah unter normierten Bedingungen und ohne Beeinflussung individueller Bedingungen am Messort (z. B. durch Reflexionen) durchgeführt, sind die Ergebnisse auf andere Situationen übertragbar und können dort Ausgangspunkt für weitergehende immissionsseitige Betrachtungen (z.B. Ausbreitungsrechnungen) sein. Somit wäre eine Verknüpfung zwischen punktuellen Messungen und flächenhaften Lärmberechnungen bzw. -kartierungen gegeben. Hierdurch ist eine höhere Akzeptanz von Berechnungsergebnissen zu erwarten.

Durch Errichtung eines ganzen Messnetzes mit normierten Messstellen an repräsentativen Standorten lassen sich in Verbindung mit statistischen Auswertungen mittel- und langfristige Trends auch in der Fläche erkennen. Lärminderungsziele, die sich auf Lärmemissionen, nicht aber auf konkrete fahrzeugeitige Maßnahmen beziehen, lassen sich überprüfen.

Je nach Aufgabenstellung ist hierzu der Einfluss der veränderlichen Gleisbeschaffenheit auf die Geräuschenstehung zu ermitteln und bei der Auswertung zu berücksichtigen. Gleiches gilt für die Zuggeschwindigkeit.

Für eine vergleichende Betrachtung bedarf es auch einer Normierung bei Auswahl und Ermittlung der zu berechnenden Lärmindizes für Einzelschallereignisse (z. B. L_{AFmax} oder Vorbeifahrtpegel L_{Aeq} und gemittelte Schallpegel (z. B. L_{Aeq} , L_{DEN})).

Das im nationalen Lärmschutzpaket II [2] im Jahr 2008 formulierte und in der Koalitionsvereinbarung der Regierungsparteien für die 18. Legislaturperiode [11] wiederholte Ziel, den Schienenverkehrslärm bis 2020 zu halbieren, lässt sich jedoch – setzt man als Bezugszeitpunkt das Jahr 2008 voraus – bei strenger Betrachtung durch ein Monitoring nicht mehr evaluieren. Dieses hätte bereits ab diesem Zeitpunkt betrieben werden müssen.

Während die Auswahl geeigneter Messorte, die zum einen repräsentativ für die Situation vor Ort sind, zum anderen keiner relevanten Beeinflussung durch andere Geräuschquellen oder sonstigen potenziellen Störeinflüssen unterliegen, einer hohen Sorgfalt bedarf, sind die technischen Anforderungen an ein einfaches immissionsseitiges Monitoring vergleichsweise gering:

Neben den üblichen Lärmindizes sollten zumindest die absolute Anzahl der Züge im Zeitverlauf miterfasst werden. Dies kann auf einfachste Weise über die akustische Messung und entsprechende Triggerschwellen erreicht werden.

Messstationen mit immissionsseitigem Messprinzip werden seit 2010 durch die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz, links- und rechtsrheinisch in Rüdesheim-Assmannshausen (**Bild 1**) und in Oberwesel (**Bild 2**) betrieben [12;13].

Die DB Netz AG betreibt offiziell seit Oktober 2014 ebenfalls zwei Messstationen im Mittelrheintal, die jedoch den beschrie-

benen emissionsseitigen Ansatz unter normierten Bedingungen erfolgen [14].

Gleichartige Messstationen betreibt das schweizerische Bundesamt für Verkehr (BAV) in einem landesweiten Messnetz mit insgesamt sechs ortsfesten Einrichtungen [15]. Zur gesetzlich vorgegebenen Kontrolle des Emissionsplans werden zahlreiche statistische Auswertungen zur Entwicklung des Schienenverkehrslärms vorgenommen.

Mit nur sechs Stationen an den wichtigsten Strecken könnten auch in Deutschland bereits 49 % der von Güterzügen erbrachten Verkehrsleistung erfasst werden – mit 15 Stationen etwa 69 % [16].

Die technischen Unterschiede der Messstationen sind in **Tabelle 1** gegenübergestellt.

Erfassung des Umrüstgrads von Güterwagen im Realbetrieb

Im Ersatz graugussgebremster Güterwagen durch solche mit Verbundstoffbremsen (durch Umrüstung oder Austausch) wird derzeit das größte mittelfristig aktivierbare Potenzial zur Verminderung des Schienenverkehrslärms gesehen.



Bild 2 Messstation Oberwesel des Landes Rheinland Pfalz im Mittelrheintal: Blick auf die Stadt Oberwesel und den Mikrofonständer von der gegenüberliegenden Seite.

Bild: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Messstation	Hessen Rüd.- Assmannshausen	Rheinland-Pfalz Oberwesel	DB Netz AG (Osterspai, Boppard)	Monitoring Schweiz
Monitoringprinzip	Immission	Immission	Emission	Emission
Inbetriebnahme	2010	2010	2014	2003
angewandte Normen	in Anlehnung an DIN 45642 ¹	in Anlehnung an DIN 45642 ¹	DIN EN ISO 3095 ² DIN 45643 ³	DIN EN ISO 3095 ²
Abstand Messung vertikal (über Gleis)	ca. 2 m	3,5 m	1,2 m	1,2 m
Abstand Messung horizontal (Gleism.)	ca. 7 m	4,7 m	7,5 m	7,5 m
Bezugsort Beurteilung	= Messort	= Messort	25 m Entfernung zur Gleismitte	1m Entfernung zur Gleismitte
Messgeräte				
Mikrofone	1 für beide Gleise	1 für beide Gleise	1 für beide Gleise ⁴	1 pro Gleis
Achszähler	–	–	1 pro Gleis	2 pro Gleis
Beurteilungsparameter				
Einzel-schallereignisse	<ul style="list-style-type: none"> L_{TO} (Zug) L_{AFmax} (Höchstwert pro Zug und pro Tag/Nacht) 	L_{AFmax} Höchstwert pro Tag/Nacht/Monat	Vorbeifahrpegel L_{Aeq} je Zug	Vorbeifahrpegel (TEL ⁵ , Tel 80 ⁶)
energ. Mittelwerte	<ul style="list-style-type: none"> L_{Aeq} (Tag/Nacht/Monat) L_{AFmax} (Monat) 	L_{Aeq} (Tag/Nacht/Monat)	L_{Aeq} (Tag/Woche/Monat/Jahr)	Beurteilungs-Emissionspegel $L_{r,e}$ _(Tag/Nacht) ⁷
sonstige Parameter				
Zugzahlen	ja	ja	ja	ja
Zuggattung	–	–	ja ⁸	ja
Geschwindigkeit	–	–	ja ⁹	ja ⁹
Zuglänge	–	–	ja ⁹	ja ⁸
Zugrichtung	–	–	ja ⁹	ja ⁹
Achszahl	–	–	ja ⁹	ja
Gleiszustand	–	–	ja ¹⁰	ja ¹¹

Tabelle 1 Vergleich unterschiedlicher Monitoringkonzepte.

¹ DIN 45642 Messung von Verkehrsgeräuschen – Ausgabe 2013-10

² DIN EN ISO 3095:2014-07 Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen

³ DIN 45643:2011-02 Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen

⁴ Für Zugvorbeifahrten auf dem entfernten Gleis erfolgt eine Pegelkorrektur

⁵ TEL: Transit-Exposure-Level nach ISO 3095, 2005 (Schallereignispegel einer gesamten Zugdurchfahrt normiert auf die Durchfahrtszeit)

⁶ TEL 80: Auf eine Geschwindigkeit von 80 km/h normierter Vorbeifahrpegel, wird für Güterzüge und Personenzüge ermittelt

⁷ $L_{r,e}$: Beurteilungs-Emissionspegel nach der Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15.12.1986, SR 814.41 (www.admin.ch)

⁸ wird erfasst aber nicht veröffentlicht oder ausgewertet

⁹ wird für Auswertungen/Berechnungen benötigt, aber nicht separat veröffentlicht

¹⁰ Erfassung der Schienenrauheit ohne Berücksichtigung bei den Messergebnissen

¹¹ Erfassung der Schienenrauheit und der Abklingrate und separate Bewertung im Jahresbericht ohne Berücksichtigung bei den Messergebnissen

Hierzu führt die Koalitionsvereinbarung der Regierungsparteien für die 18. Legislaturperiode aus [11]: „*Ab diesem Zeitpunkt [2020] sollen laute Güterwagen das deutsche Schienennetz nicht mehr befahren dürfen...Den Stand der Umrüstung werden wir 2016 evaluieren. Sollte bis zu diesem Zeitpunkt nicht mindestens die Hälfte der in Deutschland verkehrenden Güterwagen umgerüstet sein, werden wir noch in dieser Wahlperiode ordnungsrechtliche Maßnahmen auf stark befahrenen Güterstrecken umsetzen...*“

Die Evaluierung 2016, die Wagen nationaler wie auch internationale Wagenhalter umfasst, soll soweit bekannt mittels verfügbarer Daten erfolgen, die auf Selbstdeklarationen der Wagenhalter beruhen. Lücken wären durch Annahmen zu schließen. Es stellt sich die Frage, ob die hieraus ermittelten Umrüstquoten im Hinblick auf die Ungenauigkeiten im Sinne guter wissenschaftlicher Praxis überhaupt verlässliche Ergebnisse liefern können – dies insbesondere auch vor dem Hintergrund der hiermit verknüpften Konsequenzen.

Auch erscheinen verlässliche Aussagen oder Prognosen über die Anteile umgerüsteter Wagen auf einzelnen Streckenabschnitten nicht möglich. Vor dem Hintergrund, dass der Verkehrssektor bereits mehrfach darauf hingewiesen hat, dass das deutschlandweit geltende 50-%-Zwischenziel nicht erreicht wird, ordnungsrechtliche Maßnahmen aber nur für stark befahrene Güterstrecken angekündigt sind, könnte eine solch differenzierte Erfassung jedoch von Bedeutung sein.

Die tatsächlichen Umrüstquoten könnten daher zweckmäßiger im Realbetrieb durch Monitoringstationen ermittelt werden.

Voraussetzung wäre ein entsprechend hoher Auflösungsgrad des zuvor beschriebenen emissionsseitigen Messprinzips, so dass eine hinreichend genaue Aussage über das Bremssystem sämtlicher Güterwagen eines vorbeifahrenden Zuges möglich wird („waggonscharfe“ Messungen). Weder die Monitoringstationen der Schweiz noch der DB Netz AG im Mittelrheintal lassen diese Differenzierung bisher zu.

Neben der Auflösung der akustischen Messung bedarf es einer Erkennung der Zuggattung (Güter- oder Personenzug) sowie einzelner Wagen und deren Anzahl.

Monitoring des akustischen Fahrzeugzustands – Fahrzeugmonitoring

Im Koalitionsvertrag wurde vereinbart, dass ab 2020 keine lauten Güterzüge mehr durch Deutschland fahren sollen [11]. Unter „lauten Güterzügen“ dürfte hierbei – wie auch in der breiten Öffentlichkeit – solche mit graugussgebremsten Wagen gemeint sein. Im Umkehrschluss würden Güterwagen nicht mit einem Durchfahrtsverbot belegt, wenn sie entweder nach Einführung der Geräuschgrenzwerte der technischen Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge – Lärm“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (TSI Noise) [17] ab dem Jahre 2005 zugelassen wurden oder wenn anstelle von Graugussbremsen Verbundstoffbremsen zum Einsatz kommen (bei älteren Wagen meist durch Umrüstung).

Diese pauschale Betrachtung hätte – sollte sich diese auch in der entsprechenden Regelung niederschlagen – zur Konsequenz, dass das Lärmverhalten eines Fahrzeugs und die sich hieraus ergebenden administrativen Folgen dauerhaft allein über den Zeitpunkt der Inbetriebnahme oder einer Umrüstung auf Verbundstoffbremsen definiert und hierbei über die gesamte Lebensdauer gelten würde.

Zwar gelten die Emissionswerte der TSI Noise grundsätzlich über die gesamte Betriebszeit eines Güterwagens. Zum einen fin-

den diese jedoch keine Anwendung für vor 2005 zugelassene Wagen, zum anderen gibt es für Neufahrzeuge keine Wartungsvorschriften die sicherstellen, dass die TSI-Noise-Werte dauerhaft eingehalten werden. Es ist jedoch naheliegend und nachgewiesen, dass das akustische Verhalten eines Güterwagens sich im Verlauf der Zeit ändert. So beeinflussen neben dem Bremssystem auch andere Faktoren wie Flachstellen oder sonstige technische Mängel die Fahrzeugemission [8]. Eine behördliche Überwachung nach akustischen Gesichtspunkten findet bisher soweit bekannt nicht statt.

Mit einem Monitoring, das den akustischen Zustand eines Fahrzeugs hinreichend genau erfasst und hierbei eine Identifizierung und Zuordnung der Wagen ermöglicht („akustischer Fingerabdruck“), könnten z. B. für jeden einzelnen Güterwagen die Einhaltung rechtlicher Vorgaben (Emissionsgrenzwerte, Wartungsvorschriften) überprüft werden und Sanktionen (Bußgelder, Auflagen, Betriebsbeschränkungen), aber auch die Berechnung lärmabhängiger Anteile an den Wegeentgelten nach den realen Emissionen und damit unter Berücksichtigung des tatsächlichen Wartungszustands der Wagen erfolgen. Dies wiederum würde Anreize setzen, Wagen durch entsprechende Wartung und Instandhaltung in akustisch gutem Zustand zu halten.

Auch die Einhaltung von Lärminderungszielen, die sich auf die Fahrzeugbeschaffenheit beziehen (z. B. Umrüstquoten), wie auch Fehlentwicklungen (z. B. unzureichende Wartungen) könnten überprüft werden.

Die Berechnung der Trassennutzungsentgelte oder die Begründung ordnungsrechtlicher Maßnahmen aufgrund realer Emissionen setzen jedoch zum einen ein ausreichend dichtes Messnetz voraus, zum anderen muss eine entsprechende Zuordnung zum Verursacher möglich sein. Die Ergebnisse müssen für solche rechtlich relevanten Maßnahmen ausreichend verlässlich sein. Die auflaufende Datenflut muss zudem organisatorisch und personell bewältigt werden können. Insgesamt dürfte der Aufwand beträchtlich sein.

Eine technische Herausforderung dürfte in diesem Zusammenhang insbesondere die (rechtssichere) akustische Vermessung einzelner Wagen ohne Beeinflussung durch die Nachbarwagen darstellen. Die sich zunächst aufdrängende messtechnische Überprüfung der zulässigen Vorbeifahrtpegel der TSI Noise erscheint demnach technisch nicht ohne Weiteres umsetzbar. Es ist denkbar, dass akustische Messungen im regulären Betrieb allein für diese Aufgabenstellung nicht ausreichend sind und eine Prüfung des Lärmverhaltens nur indirekt über andere oder ergänzende physikalische Größen oder von den TSI-Werten abgeleitete Schallpegelschwellen möglich ist.

Die messtechnische akustische Überprüfung der Fahrzeuge setzt die Ermittlung des Gleiszustands an den Messstellen und die Eliminierung des Einflusses auf das Messergebnis voraus.

Eine wichtige Aufgabe eines solchen Messkonzepts bestünde in der Generierung von Emissionsdaten zur Verifizierung der Eingangsdaten von Lärmprognosen (z. B. nach [18]).

Selbstverständlich liefert auch das Fahrzeugmonitoring, sofern es an einem Standort permanent betrieben wird, die Datengrundlage für weitergehende immissionsseitige Betrachtungen.

Relevanz erlangt die Erfassung des Fahrzeuglärms auch bei der derzeitigen Diskussion um eine Einführung eines Maximalpegelkriteriums bei der Beurteilung des Schienenverkehrslärms. Aufgrund der beschriebenen zahlreichen variablen Einflüsse auf das Ausmaß des Fahrzeuglärms erscheint es sachgerecht, ein solches Maximalpegelkriterium anhand der real auftretenden Pegel zu prüfen und nicht über statische Prognosen oder Annah-

	Immissionsmonitoring	Emissionsmonitoring	Fahrzeugmonitoring
Ziele/Einsatzmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> Ist-Zustand am Immissionsort erfassen Trends erkennen Wirkung von Lärminderungsmaßnahmen prüfen Prognosen verifizieren 	<ul style="list-style-type: none"> wie Immissionsmonitoring, hierbei: Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit ermöglichen ggf. Differenzierung nach Zuggattung ggf. Differenzierung nach Geschwindigkeit ggf. Umrüsterfolge ermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> Akustischer Zustand eines Fahrzeugs ermitteln Ursachen für Geräuschentstehung am Fahrzeug ermitteln Zustandsorientierte Instandhaltung Administr. Maßnahmen/Trassenentgelt an realen Emissionen ableiten
Monitoringparameter	<ul style="list-style-type: none"> Lärmindizes Zugzahl Geschwindigkeit* Zuglänge* 	<ul style="list-style-type: none"> Lärmindizes Zugzahl Geschwindigkeit Zuglänge Zuggattung* Wagenzahl* Achszahl* Bremssystem (GG oder K/LL)* 	<ul style="list-style-type: none"> Lärmindizes Zugzahl Geschwindigkeit Zuglänge Zuggattung Wagenzahl Bremssystem (GG oder K/LL) versch. phys. Größen zum Radzustand und der akustischen Wirkung Zugidentität*
Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> Schallpegelmessgerät/Mikrofon Achszähler*/Radar* 	<ul style="list-style-type: none"> Schallpegelmessgerät/Mikrofon(e) Achszähler/Radar 	<ul style="list-style-type: none"> Schallpegelmessgerät/Mikrofon(e) Achszähler/Radar Druck-/Beschleunigungs-/sonstige Sensoren Videoerfassung*
Anforderungen			
normierte Bedingungen	+	++	+++
Eingriff in Gleiskörper	–	(+)	+++
Eliminierung Gleisbeschaffenheit	–	(+)	+++
technischer Aufwand			
rechtliche Fragestellungen			
beteiligte Akteure			
Kosten			

Tabelle 2 Vergleich verschiedener Monitoringstationen.

*. (+): optional, nichtzwingend

men, die das wahre Ausmaß auftretender Lärmspitzen möglicherweise unterschätzen, weil real auftretende Laufflächenschäden in Ausmaß oder Häufigkeit nicht ausreichend berücksichtigt sind. Für derartige Betrachtungen wären auch die bereits zuvor beschriebenen Emissionsmessungen geeignet, wobei eine Zuordnung zum Verursacher hiermit nicht möglich wäre.

In **Tabelle 2** sind die unterschiedlichen Ansätze für Monitoringstationen gegenübergestellt.

Die Erfassung des Laufflächenzustands durch Messstationen im Realbetrieb erfolgt bereits im Personennahverkehr in verschiedenen deutschen Städten, z. B. in Berlin, Frankfurt und Stuttgart, international auch schon im gemischten Zugverkehr. Zweck ist dabei allerdings die zustandsorientierte Instandhaltung; akustische Auswirkungen dürften dabei nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Auch das Eisenbahnbundesamt hat sich der Thematik kürzlich angenommen und für das Mittelrheintal ein Projekt zur

messtechnischen Erfassung von Radformfehlern und deren akustischen Wirkungen ausgeschrieben. Die Messergebnisse sollen hierbei mit den Ergebnissen von Lärmprognosen nach Schall 03 verglichen und zudem eine mögliche Reproduzierbarkeit im Hinblick auf die Grenzwerte der TSI Noise geprüft werden. Ergebnisse aus diesem Projekt sind erst 2016 zu erwarten.

Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse eines Monitorings

Ein Monitoring des Schienenverkehrslärms kann unabhängig von der konkreten Ausgestaltung sowohl den Entscheidungsträgern in Politik und Wirtschaft wie auch den Fachbehörden wichtige Erkenntnisse liefern.

Dem ursprünglichen Gedanken folgend sollten die Ergebnisse aber auch in geeigneter Form der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Wichtig für die Akzeptanz und den Nutzen ist in diesem Zusammenhang ein hohes Maß an Transparenz im Hin-

blick auf die den Messungen zugrunde liegenden Rahmenbedingungen, den Berechnungen der Lärmindizes sowie deren Bewertung. Entsteht beim Bürger der Eindruck, dass durch das Messkonzept oder durch die Auswertung und Darstellung der Messergebnisse das tatsächliche Ausmaß der Lärmbelastung verschleiert wird, werden die Messungen keine Akzeptanz finden.

Des Weiteren sollten die Messergebnisse zeitnah und vollständig vorliegen, Zugang und Darstellung heutigen Ansprüchen genügen, gleichzeitig jedoch einfach verständlich und übersichtlich sein. Grafisch anspruchsvolle Echtzeitdarstellungen sowie interaktive Elemente, die individuelle Auswerte- und Benachrichtigungsmöglichkeiten im Internet oder auf mobilen Endgeräten ermöglichen, werden inzwischen häufig eingesetzt.

Während die Messergebnisse der hessischen und rheinland-pfälzischen Messstationen derzeit lediglich in Berichtsform regelmäßig veröffentlicht werden, bieten die Internetangebote zu den schweizerischen Messstationen sowie der DB Netz AG im Mittelrheintal darüber hinaus bereits interaktive Elemente (Filter- und Zoomfunktionen) zur Erstellung individueller Auswertungen.

Was darüber hinaus bereits technisch möglich ist, lässt sich beispielhaft an dem INNA Monitoring-Tool des Umwelt- und Nachbarschaftshaus Frankfurt aufzeigen, das im Internet frei zugänglich ist [19]. Dieses stellt den Flugverkehr um den Flughafen Frankfurt mit einem Zeitverzug von 13 s im Quasi-live-Betrieb visuell dar (Zeitverzug der Lärmdaten eineinhalb Stunden) und liefert hierbei umfangreiche Detailinformationen zu den Flugzeugen sowie den an den zahlreichen Messstationen ermittelten Lärmpegeln inklusive umfassender interaktiver Komponenten.

Internetanwendungen wie Flightradar24 oder DB Zugradar [20; 21], die ebenso als Apps für mobile Endgeräte zur Verfügung stehen, zeigen welche Möglichkeiten der Echtzeitbereitstellung von Daten und deren Darstellung grundsätzlich bestehen.

Fazit und Ausblick

Die Zweckbestimmung eines Monitorings des Schienenverkehrslärms bedingt im Wesentlichen die technischen Anforderungen an die einzelnen Messstationen wie auch die Anforderungen an das gesamte Messnetz. Von der Planung über den Aufbau bis zum Betrieb sind hierbei viele weitere Aspekte zu beachten wie eigentumsrechtliche und sicherheitstechnische Fragestellungen beim Zugang zu Gleisbauwerken und Grundstücken, datenschutzrechtliche Belange sowie Themen wie Vandalismus und Manipulationen.

Auch wenn die Diskussion um das Monitoring des Schienenverkehrslärms momentan eine neue Dynamik erfährt, ist zu konstatieren, dass derzeit in Deutschland keine gesetzlichen Grundlagen zur Einführung eines solchen, noch zur Ableitung etwaiger Rechtsfolgen bestehen. Ob diese mittelfristig ggf. im Zusammenhang mit der Umsetzung der Koalitionsvereinbarungen oder anderen Strategien zur Reduzierung des Bahnlärms eingeführt werden, ist bisher allerdings eher fraglich: In der bereits zitierten Beantwortung einer Kleinen Anfrage durch die Bundesregierung vom April 2013 verweist diese bei der Frage nach der Einführung eines flächendeckenden Lärmmonitorings u. a. auf die Umgebungslärmkartierung und die Dokumentation zur Zielerreichung der Lärmsanierung als geeignetere Instrumente flächenhafter Betrachtungen [22]. Hierbei bleibt offenbar völlig außer Acht, dass die strategische Lärmkartierung i. d. R. lediglich alle fünf Jahre erfolgt und die Ergebnisse nur in Schritten von 5 dB(A) angegeben werden.

Bezüglich der Einstufung des Lärmverhaltens im Zusammenhang mit der Berechnung lärmabhängiger Trassenpreise hält die Bundesregierung am Umrüsteregister fest [7].

Gleichwohl lassen die vom Eisenbahnbundesamt aufgenommenen Aktivitäten erkennen, dass dort das Thema der realen Fahrzeugemissionen zumindest im Zusammenhang mit Radformfehlern als relevant eingeschätzt wird. Ein Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes zu Strategien zur effektiven Minderung des Schienengüterverkehrslärms, das sich auch mit dem Thema Bahnlärmmonitoring beschäftigt, soll 2016 abgeschlossen sein [16].

Die rechtliche Verankerung eines Monitorings und die Festlegung der technischen Anforderungen müssen im Hinblick auf die Zweckbestimmung des Monitorings erfolgen, hierbei sind auch die Rechtsfolgen festzulegen.

Ebenso wäre zu entscheiden, welche Institution ein bundesweites Monitoring betreiben soll. Infrage kommen hier grundsätzlich die Netzbetreiber oder für die Hauptstrecken des Bundes der Bund selbst bzw. dessen Aufsichtsbehörden. Aus Akzeptanzgründen sollte dies eher eine staatliche Aufgabe sein.

Anzustreben wäre, dass die bis zur Einführung eines verbindlichen bundesweiten Monitoringnetzes ergriffenen Initiativen einzelner Länder oder des Bahnsektors zur Errichtung von Messstationen koordiniert würden, sodass einheitliche Mess- und Auswertekonzepte entstehen, die sich zu einem Netz verknüpfen lassen und damit bereits Vergleiche und globale Betrachtungen ermöglichen.

Im Hinblick auf die Errichtung und technische Ausführung von Messstationen enthalten sowohl die TSI Noise als auch die DIN EN ISO 3095 [23], die DIN 45642 [24] sowie die DIN 45643 [25] Vorgaben, die herangezogen werden können. Eine spezielle Norm für Schienenverkehrslärm wird derzeit vom zuständigen Normenausschuss erarbeitet.

Für zukünftige bundesweite Messnetze eignen sich anstelle von Immissionsmessungen eher normierte gleisnahe Emissionsmessungen, mit denen zumindest auch der Stand der Umrüstung graugussgebremster Güterwagen verfolgt werden kann.

Ein hochauflösendes Fahrzeugmonitoring zu akustischen Zwecken sollte zumindest in dem Umfang eingeführt werden, wie es zur Verifizierung von Fahrzeugemissionsansätzen in Prognosemodellen sowie zur Feststellung von Fehlentwicklungen (z. B. unzureichende Wartung und Instandhaltung, Falschdeklaration) erforderlich ist.



Dr. **Wolfgang Eberle** und **Sven-Oliver Wessolowski**, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten, Rheinland-Pfalz, Mainz.

Literatur

- [1] 10-Punkte-Program „Leises Rheintal“ der Umwelt- und Verkehrsminister von Rheinland-Pfalz und Hessen vom 25. Februar 2010. http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mufv/img/inhalte/laerm/10-Punkte-Programm_Leises_Rheintal.pdf
- [2] Nationales Verkehrslärmschutzpaket II. Lärm vermeiden – vor Lärm schützen vom 27. August 2009. www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Luft/nationales-verkehrslaerm-schutzpaket-ii.pdf?__blob=publicationFile
- [3] Rheinland-Pfalz 2011– 2016 – Koalitionsvertrag. Den sozial-ökologischen Wandel gestalten. <http://spdnet.sozinfo.rlp.de/Koalitionsvertrag.pdf> und Hessen 2014-2019 – Koalitionsvertrag. Verlässlich gestalten – Perspektiven eröffnen.
- [4] LT-Drs. Rheinland-Pfalz 16/3993 vom 24. September 2014. Weniger Bahnlärm und Erschütterungen: Konzept für das Rheintal. Antrag der Fraktionen der SPD und Bündnis 90 / Die Grünen. www.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3993-16.pdf
- [5] BR-Drs. 559/12 (Beschluss) vom 23. November 2012. Stellungnahme des Bundesrats. Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung der Regulierung im Eisenbahnbereich. (Ziffer 26). <http://dipbt.bundestag.de/dip21/brd/2012/0559-12B.pdf>
- [6] <http://mulewf.rlp.de/laerm/schienenverkehrslaerm/technikworkshop/>
- [7] BT-Drucksache 17/13360 vom 30. April 2013. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage Drs. 17/12913. Umsetzung von Maßnahmen im Kampf gegen Schienenverkehrslärm, S. 9. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/133/1713360.pdf>
- [8] Hecht, M.: Silent Europe Rail – Innovationen für Fahrzeuge und Schienenwege, Vergleich von Plan und Notwendigkeit. Präsentation im Rahmen des „Silent Europe Rail“-Symposium Boppard, 20. November 2013. www.pro-rheintal.de/bilder/prof._hecht.pdf
- [9] Luftverkehrsgesetz (LuftVG) vom 1. August 1922. RGBl. 1922 I S. 681, zul. geänd. durch Art. 2 Absatz 175 des Gesetzes vom 7. August 2013. BGBl. I S. 3154.
- [10] Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (16. BImSchV). BGBl. I S. 1036, zul. geänd. durch Art. 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014. BGBl. I S. 2269.
- [11] Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 18. Legislaturperiode. S. 41. www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=88CAD5B61DE763F9D70AFC2CCC64694.s3t2?__blob=publicationFile&v=2
- [12] www.hlug.de/start/laerm/schienenverkehrslaerm-im-mittelrheintal.html
- [13] www.luwg.rlp.de/Aufgaben/Gewerbeaufsicht/Laerm/Schienenverkehrslaerm/
- [14] Lärmschutzportal der Deutschen Bahn AG. www1-deutschebahn.com/laerm/Messstationen
- [15] www.bav.admin.ch/ls/01300/index.html?lang=de
- [16] Jelinski, M.; Nesterow, S.: Konzeptbausteine für ein Monitoring des Schienenverkehrslärms. Präsentation im Rahmen des Technikworkshops Bahnlärmmessung/Bahnlärmmonitoring am 9. Oktober 2014 in Mainz. http://mulewf.rlp.de/fileadmin/mufv/img/inhalte/laerm/Konzept_Bausteine_fuer_ein_Monitoring_des_Schienenverkehrslaerms.pdf
- [17] Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge – Lärm“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems. Entscheidung Nr. 2006/66/EG der Kommission vom 23. Dezember 2005, inzwischen neu gefasst durch Verordnung (EU) Nr. 1304/2014 der Kommission vom 26. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge – Lärm“ sowie zur Änderung der Entscheidung 2008/232/EG und Aufhebung des Beschlusses 2011/229/EU (TSI Noise).
- [18] Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege. Anlage 2 der 16. BImSchV in der Fassung vom 18. Dezember 2014 (Schall 03).
- [19] www.forum-flughafen-region.de/monitoring/fluglaerm-monitoring/innaa/
- [20] www.flightradar24.com/51.15,6.99/8
- [21] www.bahn.de/p/view/buchung/auskunft/zugradar.shtml
- [22] BT-Drucksache 17/13360 vom 30. April 2013. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage Drs. 17/12913. Umsetzung von Maßnahmen im Kampf gegen Schienenverkehrslärm. S. 15. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/133/1713360.pdf>
- [23] DIN EN ISO 3095: Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen. Berlin: Beuth Verlag 2014.
- [24] DIN 45642: Messung von Verkehrsgeräuschen; Änderung A1. Berlin: Beuth Verlag 2013.
- [25] DIN 45643: Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen. Berlin: Beuth Verlag 2011.