

Lärmbekämpfung

Akustik · Schallschutz · Schwingungstechnik

 DataKustik

Special:
Verkehrslärm

Neue CadnaA Cloud Produkte verfügbar!



Einfache Skalierung der Berechnungsleistung durch die Nutzung von Virtuellen Maschinen.

Cadna  A[®]

LÄRMMESSUNG

Wie laut sind
Motorräder
tatsächlich?

LÄRMWIRKUNG

Temporeduktion auf 30 km/h:
Akzeptanz und Auswirkungen
auf die Lärmbelästigung

INTERVIEW

Mehr Schutz
vor Lärm durch
konsequentes Handeln

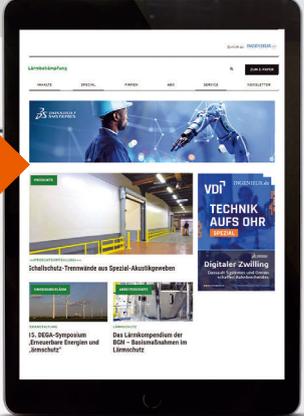
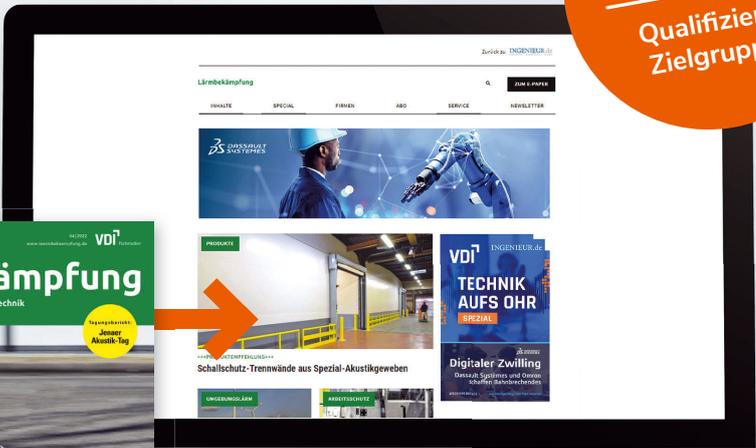
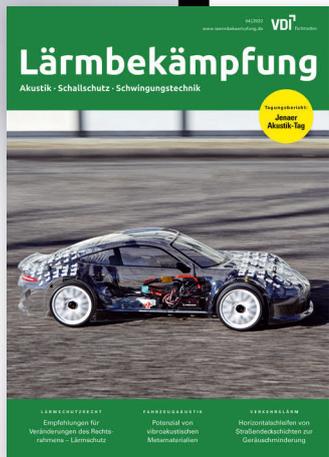
ARTIKEL-SPONSORING

Ihr Beitrag auch auf www.laermbekaempfung.de

In unserer Fachzeitschrift ist ein Beitrag von Ihnen erschienen? Oder wurde über Sie, Ihre Produkte und Systeme berichtet? Stellen Sie Ihren Fachbeitrag einem noch breiteren Publikum zur Verfügung und lassen Sie die hochkarätige Zielgruppe des Online-Portals von Ihrem Know-how profitieren.

- Erweiterte Leserschaft: Ihr Beitrag erscheint öffentlich zugänglich auf www.laermbekaempfung.de und ist somit für das breite Fachpublikum und auch für Nicht-Abonent*innen erreichbar.
- Große Reichweite: Ihr Beitrag wird zusätzlich auf der Startseite von www.ingenieur.de, dem reichweitenstärksten Ingenieurportal Deutschlands, ausgespielt. 1,3 Mio. Visits auf INGENIEUR.de pro Monat (IVW 10/2022).
- Der Artikel wird individuell nach Ihren Wünschen modifiziert oder ergänzt und um Logo und Kontaktdaten erweitert.

Einzigartige Reichweite!
Qualifizierte Zielgruppe!



Wir beraten Sie gerne zu verschiedenen Kommunikationsmöglichkeiten. Ihr direkter Kontakt für Informationen:
Arnd Walgenbach | Telefon: +49 40 881449-370 | awalgenbach@crossmediaconsulting.de

Schutz vor Lärm: Es geht um den Menschen

Verkehrslärm ist eine gravierende Umweltbelastung und verursacht erhebliche gesundheitliche Schäden bei betroffenen Bürgerinnen und Bürgern. Dazu möchte ich eine kleine Anekdote erzählen: Ich erinnere mich an eine von Lärm betroffene Person, die zu uns ins Ministerium kam. An ihrem Wohnort verlaufen auf der einen Seite Schienen und auf der anderen Seite eine viel befahrene Straße. Zusätzlich starten die Flugzeuge des nahe gelegenen Flughafens über ihrer Wohnung. Die Person hoffte, dass wir ihr helfen können. Ich konnte gut nachvollziehen, dass es hier ein echtes Lärmproblem gibt. Aber wenn die einschlägigen Regelungen für die Straße, die Schiene und den Flugverkehr jede für sich eingehalten werden, dann ist rechtlich gesehen alles in Ordnung – aus der Sichtweise dieser betroffenen Person allerdings nicht.

Beim Bau sowie wesentlichen baulichen Änderungen von Straßen und Schienenwegen sprechen wir von Lärmvorsorge. Die Grenzwerte, die einzuhalten sind, werden landläufig Lärmvorsorgewerte genannt. Laut Verkehrslärmschutzverordnung handelt es sich aber um Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche. Bei bestehenden Straßen und Schienenwegen sprechen wir von Lärmsanierung. Dies ist aber eine freiwillige Leistung des Baulastträgers. Der Bund unternimmt in dieser Hinsicht seit vielen Jahren einiges für seine Straßen und Schienenwege, ebenso verschiedene Länder für ihre Straßen. Es fehlt jedoch ein systematischer Ansatz, der auch Straßen in kommunaler Baulast einbezieht, wozu ebenfalls zahlreiche viel befahrene Straßen mit Lärmproblemen gehören. Des Weiteren gibt es noch die Kartierung des Umgebungslärms. Dort werden andere Rechenverfahren verwendet als bei der Lärmvorsorge oder der Lärmsanierung. Diese sind nun endlich auf europäischer Ebene harmonisiert und kommen bei der aktuellen Lärmkartierung erstmals zur Anwendung. Zudem gibt es Situationen, bei denen mehrere Straßen und Schienenwege auf die Menschen zusammen einwirken und daher eine integrative Betrachtung gefordert ist.

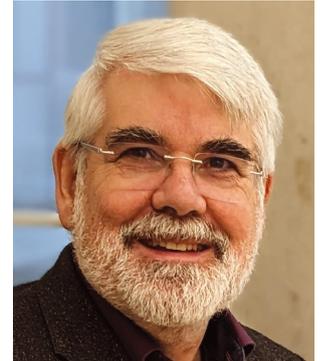
Das Ganze ist komplex und es fehlen klare, bundesweit verbindliche Vorgaben. Das Thema ist auch für Insider herausfordernd und den Lärmbetroffenen ist kaum vermittelbar, wann was gilt, und vor allem, warum ihnen nicht geholfen werden kann. Dabei geht es doch um den Menschen – und darum, ihn vor Lärm zu schützen, der seine Gesundheit beeinträchtigt.

Die Kartierung des Umgebungslärms zeigt, dass es viel zu viele Bereiche mit gesundheitskritischen Lärmbelastungen gibt. Wichtig ist aber auch, dafür zu sorgen, dass keine neuen Lärmprobleme entstehen. Eine zukunftsfähige Stadt- und Verkehrsplanung muss gesundheitsrelevante Lärmprobleme nicht nur planerisch bewältigen, sondern sie muss sie lösen.

Wie verhaken uns immer wieder in Regelungsdefiziten auf der einen Seite und sehr detaillierten fachlichen Einzelheiten auf der anderen Seite. Was ist zu tun? Oder besser gefragt: Wer sollte was tun?

Bei den Regelungsdefiziten muss der Gesetzgeber tätig werden, und da es um Bundesrecht geht, ist der Bund gefragt. Für die konkrete Arbeit vor Ort sind umsetzbare praxistaugliche Lösungsansätze gefragt.

Am Ende gilt: Leiser wird es nicht durch Lärmkarten oder Planungen. Leiser wird es allein durch umgesetzte Maßnahmen. Und wir sollten bei allen Diskussionen nicht vergessen: Es geht um den Menschen und seine Gesundheit. ■



Dr. Udo Weese

Leiter des Referats Lärmschutz
und Luftreinhaltung beim
Ministerium für Verkehr
Baden-Württemberg, Stuttgart

Foto: Christopher Stange



Motorradlärm in landschaftlich reizvollen Gebieten kann belastend sein und den Entspannungseffekt für Anwohner an Wochenenden vermindern.
Foto: PantherMedia / tivtov



Lärmmessung an einem Motorrad auf dem Rollenprüfstand. Für die Zulassung werden die Pegelangaben zum Standgeräusch und zur Vorbeifahrt erfasst. Foto: Fraunhofer IBP

Editorial

- 1 UMGEBUNGSLÄRM** Schutz vor Lärm - es geht um den Menschen
U. Weese

Special: Verkehrslärm

- 6 STRAßENLÄRM** Motorradlärm - anders als der übrige Straßenverkehr
U. Weese, S. I. J. Kenzler, Ch. Häcker
- 10 LÄRMMESSUNG** Wie laut sind Motorräder tatsächlich? - Messungen auf dem Rollenprüfstand
P. Brandstät, P. Teller

- 17 LÄRMWIRKUNG** Temporeduktion auf 30 km/h: Akzeptanz und Auswirkungen auf die Lärmbelastigung, Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden
S. Mathieu, S. Rüttener

Interview

- 23 VERKEHRSLÄRM** Mehr Schutz vor Lärm durch konsequentes Handeln

Rubriken

- 4, 5, 29** Aktuelles
- 4, 29** Veranstaltung
- 26** Leserbrief
- 30** Regelwerk
- 32** Impressum

Alle
Newsletter
kostenfrei



Die Einführung von Tempo 30 reduziert den Lärm und hat positive Auswirkungen auf die Lärmbelastigung, die Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden. Foto: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, 2021

Immer auf dem neuesten Stand: Mit VDI Fachmedien-Newsletter

Sie wollen als Ingenieur oder Ingenieurin immer auf dem neuesten Stand sein, wenn es um zukunftsweisende und praxisnahe Fachinformationen geht. Oder wenn Sie für Ihre berufliche Tätigkeit Expert*innenwissen aus Wissenschaft und Forschung, aus Wirtschaft und Produktion benötigen. Dann nutzen Sie jetzt die kostenfreien VDI Fachmedien-Newsletter mit ihren brandaktuellen Online-Beiträgen der Zeitschriften:

Bauingenieur, BWK, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, HLH, Konstruktion, Logistik für Unternehmen, Technische Sicherheit, UmweltMagazin, VDI-Z, wt Werkstattstechnik online.

Jetzt auswählen und bestellen!



Titelanzeige

Neue CadnaA Cloud Produkte verfügbar!

DataKustik präsentiert die neuen CadnaA Cloud Produkte. Alle Produkte sind auf bestimmte Anwendungen zugeschnitten und können im Rahmen eines Monats- oder Jahresabonnements bestellt werden. Das Spezialprodukt CadnaA CL CALC bietet die Möglichkeit, zeitaufwendige Berechnungen auf einen externen PC oder eine virtuelle Maschine auszulagern. Weitere Informationen unter www.datakustik.com

Fachtagung „50 Jahre UBA – 50 Jahre Schutz vor Lärm“

Der Schutz der Menschen vor Lärm wird im Umweltbundesamt seit seiner Gründung vor 50 Jahren behandelt. In der Tagung am 30.01.2024 in Dessau werden der aktuelle Stand dieses Umweltproblems und die Entwicklung der Emissions- und Immissions-situation sowie der Lärmwirkungsforschung beleuchtet. Die Veranstaltung richtet sich an alle Interessierten, betroffene Bürger*innen, Behörden und Umweltverbände.

Viele Menschen sind hohen Lärmbelastungen ausgesetzt, die ihre Gesundheit beeinträchtigen und die Lebensqualität mindern. Lärm ist daher ein gravierendes Umweltproblem. Der Schutz der Menschen vor Lärm wird im Umweltbundesamt seit seiner Gründung vor 50 Jahren intensiv behandelt. In der Tagung wird der aktuelle Stand dieses Umweltproblems präsentiert und die Entwicklung der Emissions- und Immissions-situation sowie der Lärmwirkungsforschung beleuchtet.

Die Veranstaltung findet im Hörsaal des Umweltbundesamtes in Dessau-Roßlau statt. Die Teilnahme ist kostenfrei.

<https://www.umweltbundesamt.de/>

HörPartner gewinnen „Servicestudie Hörakustiker“

Was macht guten Service beim Erwerb von Hörgeräten oder individuellem Gehörschutz aus? Antwort gab jetzt der Nachrichtensender ntv, der für seinen Beitrag die HörPartner Filiale in Berlin-Mitte besuchte. Die Wahl eines Fachgeschäftes der HörPartner war dabei kein Zufall: Als einer der führenden Hörakustik-Anbieter für Berlin und Brandenburg setzen die HörPartner seit jeher auf hohe handwerkliche Qualität und exzellenten Service, die auch durch eine sehr soziale Unternehmenskultur befördert werden. Die HörPartner, die auch Filialen in Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg unterhalten, wurden aktuell gleich mehrfach für besten Hörservice geehrt. Wie schon 2021 sind sie Gewinner der Servicestudie Hörakustiker; und sie sind das Hörakustik-Unternehmen, das laut Deutschland Test von Kunden am häufigsten weiterempfohlen wird. Zu den HörPartnern gehören über 160 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die in mehr als 50 Fachgeschäften tätig sind.

Worauf ist beim Hörgerätekauf zu achten? Welche aktuellen Trends gibt es bei audiologischer Technik? Und welche Vorzüge hat ein Gehörschutz, der individuell gefertigt ist? – Auf Fragen wie diese liefert ein aktueller TV-Beitrag des Magazins „ntv Service“ profunde Antwort. Gedreht hat das Produktionsteam des Nachrichtensenders seinen Beitrag in einem Fachgeschäft der HörPartner GmbH. Das Unternehmen konnte in den zurückliegenden Jahren immer wieder renommierte Branchen-Rankings für sich entscheiden. Aktuell nimmt es zwei weitere Ehrungen in Empfang.

Zum einen sind die HörPartner nach 2021 erneut die Gewinner der Servicestudie Hörakustiker, die von ntv in Kooperation mit dem Deutschen Institut für Service-Qualität (DISQ) erstellt wird und jene Unternehmen ermittelt, die mit bestem Service überzeugen. Und auch bei der Studie „von Kunden empfohlen“, die ServiceValue in Kooperation mit Deutschland Test erstellt, haben die HörPartner die Nase vorn: Wie das Focus-Magazin in Ausgabe 32/23 berichtet, erreichten sie hier das Prädikat „Höchste Weiterempfehlung“; die HörPartner sind demnach das Unternehmen der Branche, das von seinen Kundinnen und Kunden am häufigsten weiterempfohlen wird.

Weitere Informationen zur Servicestudie Hörakustiker 2023 finden Sie unter <https://disq.de/2023/20231004-hoerakustiker.html>

Lärmaktionsplanung: Leitfaden hilft bei Maßnahmen-Auswahl

Lärmaktionspläne nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie sind von entscheidender Bedeutung, um die Lebensqualität in lärmbelasteten Gebieten zu verbessern und die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen. Bei der Auswahl von Maßnahmen werden verschiedene Varianten gegeneinander abgewogen. Das UBA hat eine neue Broschüre veröffentlicht, die die Behörden bei der Bewertung der Maßnahmen unterstützen soll.

Lärmaktionspläne werden in lärmbelasteten Gebieten nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie regelmäßig alle fünf Jahre aufgestellt und überprüft. Bei der Auswahl der Maßnahmen werden verschiedene Varianten gegeneinander abgewogen, etwa hinsichtlich der Wirksamkeit, der Kosten und der Umsetzbarkeit. Die Effektivität einzelner Lärminderungsmaßnahmen und Maßnahmenbündel können dabei stark variieren, sowohl in Bezug auf die Reduktion der Lärmbelastung als auch auf die lokale Wirksamkeit.

Das Umweltbundesamt hat deshalb eine neue Broschüre veröffentlicht, die Behörden bei der Erstellung von Lärmaktionsplänen unterstützen soll. Darin wird ein einfaches Verfahren beschrieben, das eine schnelle Abschätzung der Wirksamkeit bestimmter Lärminderungsmaßnahmen ermöglicht. Die benötigten Eingangsdaten beschränken sich auf Informationen zur geplanten Lärminderungsmaßnahme und der Bebauungssituation in der Umgebung. Dadurch wird es möglich, verschiedene Maßnahmen leicht miteinander zu vergleichen und Aussagen zur Effizienz der Maßnahmen zu treffen. Die Broschüre „Lärmaktionsplanung – Lärminderungseffekte von Maßnahmen (Methode zur Abschätzung von Lärminderungspotenzialen)“ steht kostenfrei auf der Homepage des Umweltbundesamts zur Verfügung.

<https://www.umweltbundesamt.de/>



FCN lieferte Lärmschutzelemente aus haufwerksporigem Beton in verschiedenen Grautönen für die Autobahn A3 im Bereich von Würzburg Heidingsfeld. Foto: FCN, Tom Bauer, Würzburg; J1-Fotografie Jan R. Schäfer

Lärmschutz mit Designkonzept

Die A3, die als Europäische Fernstraße Österreich mit den Niederlanden verbindet, wurde auf sechs Fahrspuren erweitert. Um die Anwohner des Würzburger Ortsteil Heidingsfeld vor dem erhöhten Verkehrslärm zu schützen, kamen Beton-Schallschutzelementen zum Einsatz. Dabei spielte neben der Schallschutzqualität auch die Farbgestaltung der Lärmschutzwände eine wichtige Rolle.

Insgesamt wurden 9 500 m² „Sonalith“-Schallschutzwände in Form einer Stützwandverkleidung versetzt. Die Betonelemente von FCN bestehen aus einer statisch stabilen Tragplatte aus Stahlbeton, die mit einer schallabsorbierenden Vorsatzschale aus haufwerksporigem Leichtbeton verbunden ist.

Bei den Lärmschutzwänden musste aber nicht nur der Schallschutz stimmen, auch auf die Optik kam es an. Denn besonders auf der Autobahnseite schafft eine ansprechende Farbgestaltung Abwechslung und kann dem „Tunneleffekt“ entgegenwirken. Bei dem Projekt mit strengen geometrischen Vorgaben waren zum Beispiel keine horizontalen Fugen erwünscht. Die „Sonalith“-Schallschutzwände sind reine Betonkonstruktionen und damit wartungsfrei, unverrottbar und nicht rostend. Weiterhin sind sie unempfindlich gegen Feuchtigkeit, Wärme, Frost und Tausalze.

Das an der unterfränkischen A3 umgesetzte Farbkonzept der Schallschutzwände mit hellgrauen bis anthrazitfarbenen Teilen ist darüber hinaus auch am Autobahn-Kreuz Fürth/Erlangen zu finden.

www.nuedling.de/laermschutz/

Digitalisierung im Verkehr

Digitale Lösungen im Verkehr bieten eine Reihe von Chancen und Risiken für den Umwelt- und Klimaschutz. So kann das fahrerlose Fahren zu mehr Fahrten im Pkw-Verkehr führen, wenn die Vorteile nicht gezielt auch für den öffentlichen Verkehr zur Verfügung stehen – beispielsweise als Zubringer. Der Forschungsbericht skizziert daher Regelungskonzepte, wie die Vorteile von digitalen Lösungen im Verkehr für eine nachhaltige Mobilität und einen nachhaltigen Güterverkehr eingesetzt und gleichzeitig die Risiken minimiert werden.

Dafür wurde ein regulatoriver Gesamtrahmen entwickelt, der anhand von Prüfkriterien Wege aufzeigt, wie digitale Lösungen eine Transformation zum treibhausgasneutralen Verkehr unterstützen können.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/digitalisierung-im-verkehr>



Motorradlärm in landschaftlich reizvollen Gebieten kann belastend sein. Foto: PantherMedia / tivtov

Motorradlärm – anders als der übrige Straßenverkehr

U. Weese, S. I. J. Kenzler, Ch. Häcker

Die Lärmbelastung durch Motorradverkehr ist für Anwohnerinnen und Anwohner aber auch für Erholungssuchende vielfach ein erhebliches Problem. Gleichzeitig gibt es nur beschränkte Handlungsmöglichkeiten der Verantwortlichen vor Ort. Insbesondere sind die Herausforderungen für Straßenverkehrsbehörden komplex, wenn sie gegen Motorradlärm wirksam vorgehen möchten [1].

1 Einleitung

Dabei ist schon länger bekannt, dass die Belästigung durch Motorradlärm ausgeprägter ist, als die durch den üblichen Straßenverkehr. Zudem klingen Motorräder anders als Pkw oder Lkw und sind gehäuft auf landschaftlich attraktiven Stre-

cken an Wochenenden und Feiertagen sowie vorzugsweise bei schönem Wetter unterwegs. Aber diese allgemeine Feststellung reicht nicht aus, wenn straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen angeordnet werden sollen. Daher soll unter rechtlichen Gesichtspunkten (Abschnitt 2.1) und mit Blick auf die Geräuschemissionen sowie die Belästigungswirkung

(Abschnitt 2.2) beleuchtet werden, was die Merkmale eines atypischen Motorradlärms sind. Das kann dabei helfen, die bestehenden, unzureichenden Handlungsoptionen [2] zur Eindämmung des Motorradlärms auszuschöpfen.

2 Atypisches Hervortreten des Motorradlärms

2.1 Rechtliche Sicht

Aus Sicht der Verwaltungspraxis ist die straßenverkehrsrechtliche Anordnung etwa von Geschwindigkeitsbeschränkungen zwar ein klassisches Instrument nicht nur der Minderung von Motorradlärm. Beim Motorradlärm sollten aber neben der Geschwindigkeit auch die Beschleunigungsvorgänge verringert werden.

Verkehrsrechtliche Anordnungen zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Verkehrslärm können nur dann getroffen werden, wenn aufgrund von besonderen örtlichen Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung von Lärmschutzbelangen der Wohnbevölkerung erheblich übersteigt [3]. Dies ist der Fall, wenn die Lärmbeeinträchtigung jenseits dessen liegt, was als ortsüblich hinzunehmen ist [4]. Als Orientierungshilfe, wann eine Verkehrslärmbelastung ein zumutbares Maß überschreitet, können die Grenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) und die Hinweise der Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm vom 23. November 2007 (Lärmschutz-Richtlinien-StV) herangezogen werden [5]. Beiden Vorschriften liegt zugrunde, dass die Beurteilung der Lärmsituation anhand der für ein Kalenderjahr gemittelten Schallpegel erfolgt. Berechnet werden diese Ganzjahres-Mittelungspegel nach den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019“ (RLS-19, veraltet RLS-90).

Eine Orientierung an solchen Ganzjahres-Mittelungspegeln zur Bestimmung unzumutbarer Lärmbeeinträchtigung wird lärmrelevanten Besonderheiten allerdings umso weniger gerecht, je mehr sich der Verkehr in atypischer Weise von dem auf öffentlichen Straßen üblicherweise auftretenden Verkehr und den dadurch entstehenden Lärm unterscheidet [6].

Der Regelfall, bei dem der Straßenverkehrslärm anhand von Ganzjahres-Mittelungspegeln beurteilt wird, wird dem Motorradlärm, der nur saisonal, wetterabhängig und hauptsächlich an Wochenenden sowie Feiertagen auftritt, nicht gerecht. Von daher ist es gerechtfertigt, von dem Vorgehen im Regelfall abzuweichen, wenn der Motorradverkehr gegenüber dem Gesamtverkehr zu bestimmten Zeiten in atypischer Weise in den Vordergrund tritt. Ab welchem Anteil des Motorradverkehrs am Gesamtverkehr dies gegeben ist, sollte für die Verwaltungspraxis möglichst unkompliziert bestimmt werden können.

2.2 Fachliche Sicht

Die Beschwerden über Motorradlärm legen nahe, dass dieser nicht erst dann gegenüber dem Gesamtverkehr hervortritt, wenn der Anteil an Motorrädern mehr als 50 % am Gesamtverkehr beiträgt, Motorräder also rein zahlenmäßig die dominante Verkehrsart darstellen. In den Blick zu nehmen ist daher, ob und wie viel lauter Motorräder gegenüber anderen Verkehrsarten sind und wie Motorradlärm im Vergleich zu sonstigem Verkehrslärm wahrgenommen wird.

2.2.1 Ob und wie viel lauter sind Motorräder gegenüber anderen Verkehrsarten?

Im Jahr 2013 wurde von der DTV-Verkehrsconsult GmbH eine Untersuchung im Auftrag des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg durchgeführt [7]. Untersuchungsgegenstand waren Leitpfostenzählgeräte, die neben der Anzahl der Fahrzeuge und der Fahrzeugart auch Geschwindigkeits- und Geräuschdaten ermitteln können. Die Untersuchungen erfolgten außerorts auf einem 1,6 km langen Teilstück der L 181 im Landkreis Lörrach nahe der Ortschaft Präg. Dabei wurden zwölf Leitpfostenzählgeräte in einer Fahrtrichtung hintereinander installiert und ausgewertet. Gleichzeitig wurden Erhebungen mit geeichten Lärmmessgeräten durchgeführt. Die Messergebnisse zeigten unter anderem, dass im Mittel die maximalen Vorbeifahrtpegel der Motorräder etwa 5 dB lauter waren als die der Pkw.

Dieses Ergebnis wurde auf Basis einer breiteren Datengrundlage noch einmal bestätigt. In den Jahren 2020 und 2021 wurden in einem weiteren Projekt von der DTV-Verkehrsconsult im Auftrag des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg rund 100 Strecken außerorts mit erhöhtem Motorradaufkommen untersucht. Mit Leitpfostenzählgeräten wurden für einen Zeitraum von jeweils etwa 14 Tagen wiederum die Anzahl der Fahrzeuge, die Fahrzeugart, die Geschwindigkeit und der maximale Lärmpegel bei der Vorbeifahrt untersucht [8]. Eine ergänzende Auswertung der Daten (~187 000 Motorräder, ~2 771 000 Pkw) ergibt, dass die maximalen Vorbeifahrtpegel der Motorräder im Mittel 5 dB lauter sind als die der Pkw. Dabei ist zu beachten, dass ein breites Spektrum unterschiedlicher Verkehrssituationen außerorts abgedeckt ist, mit erlaubten Höchstgeschwindigkeiten zwischen 50 und 100 km/h sowie geraden Strecken, Steigungen, Kurvenstrecken usw. Außerorts untypische Fahrgeschwindigkeiten unter 50 km/h und über 125 km/h wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Es kann daher angenommen werden, dass Motorräder gegenüber Pkw im Mittel über alle Fahrsituationen 5 dB lauter sind.

2.2.2 Wie werden Motorräder und Motorradlärm gegenüber anderen Verkehrsarten wahrgenommen?

Die Geräusche von Motorrädern klingen anders als die von Pkw, Lkw oder Bussen und sie werden auch häufig als störender wahrgenommen.

In einer Studie von Vos et al. aus dem Jahr 2006 [9] wird die Belästigungs-Bewertung von Mopedgeräuschen als Funktion des A-bewerteten Schallpegels untersucht. Bei der Untersuchung, die als Laborstudie konzipiert war, wurden die Geräusche von Mopeds mit denen des Straßenverkehrs und Eisenbahngeräuschen verglichen. Es zeigte sich, dass die Mopedgeräusche bei gleichem Schallpegel als belästigender wahrgenommen werden. Hieraus wurde für Mopeds ein Zuschlag von 4,6 dB(A) ermittelt. Die Untersuchung von Vos wurde von Lercher und Sölder 2009 [10] sowie von Paviotti und Vogiatzis 2012 [11] aufgegriffen. Sie fanden heraus, dass die Belästigung durch Motorradlärm verglichen mit dem restlichen Verkehrslärm größer ist.

Eine aktuellere Untersuchung ist die österreichische Außerfern-Motorradlärmstudie aus dem Jahr 2019 von Lechner und Schnaiter [12]. In der Studie konnte gezeigt werden, dass Motorradlärm im Vergleich zu anderen Straßenverkehrslärmquellen höhere Belästigungen und Störungsempfindungen hervorruft. Dies

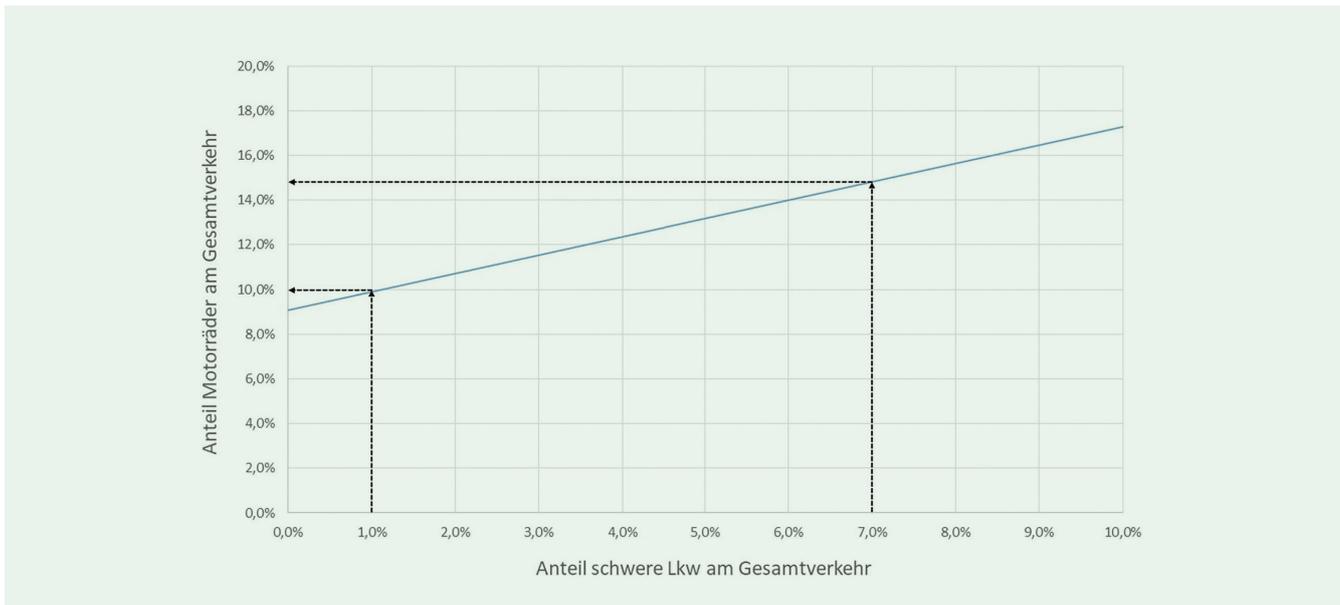


Bild Zusammenhang zwischen dem atypischen Hervortreten des Motorradlärms gegenüber dem Gesamtverkehr bei unterschiedlichen Anteilen schwerer Lkw. Grafik: eigene Darstellung

gilt besonders in den Sommermonaten und hier vor allem an den Sonn- und Feiertagen sowie auch abends und nachts. Die Studie legt nahe, dass die zuvor genannten Zuschläge für Motorräder von ungefähr 5 dB eher einen Mindestwert darstellen.

Dass Motorräder lauter als Pkw empfunden werden, konnte auch eine Studie aus dem Jahr 2010, die von der Accon GmbH im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg durchgeführt wurde, zeigen [13]. Betrachtet wurde unter anderem die psychoakustische Lautheit. Bei gleichem Emissionspegel $L_{m,E}$ von Motorrädern und Pkw weisen die Motorräder eine höhere psychoakustische Lautheit als Pkw auf. Motorräder sind bei gleicher psychoakustischer Lautheit um etwa 4 dB leiser als Pkw.

Eine weitere Studie, die von der ZEUS GmbH zusammen mit der LÄRMKONTOR GmbH [14] im Auftrag des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg durchgeführt wurde, wurde dieses Jahr abgeschlossen. Untersucht wurde die Wirkung des Motorradlärms auf die betroffene Wohnbevölkerung im ländlichen Raum von Baden-Württemberg. Es wurden in fünf Untersuchungsgebieten Befragungen von Anwohnerinnen und Anwohnern zur Störwirkung des Straßenverkehrs durchgeführt und die Befragungsergebnisse mit den ermittelten Lärmwerten der unterschiedlichen Verkehrsarten in Beziehung gesetzt. Die Studie zeigt, dass Motorräder deutlich belästigender wahrgenommen werden als Pkw und auch Lkw. Der Unterschied beträgt an den Werktagen Montag bis Freitag 6 bis 8 dB und an den Wochenenden sogar 15 bis 18 dB. Um diese besondere Belästigungswirkung abzubilden, erscheint es angemessen, wenn Motorrädern bei gleicher Lautstärke ein Aufschlag von mindestens 5 dB auf deren Emissionspegel gegeben wird.

2.2.3 Wann tritt Motorradlärm akustisch gegenüber dem Gesamtverkehr in den Vordergrund?

Fassen wir zusammen: Motorräder sind im Mittel verglichen mit Pkw rund 5 dB lauter und ihnen kann ein Aufschlag von mindestens 5 dB auf ihren Emissionspegel gegeben werden, um

ihre besondere Belästigungswirkung abzubilden. Beide Aspekte zusammengenommen ergibt sich für Motorräder ein Zuschlag von 10 dB gegenüber Pkw.

Dieser Zuschlag von 10 dB kann wiederum auf Verkehrsmengen umgerechnet werden. Eine Erhöhung des Schallpegels um 10 dB entspricht einer Verzehnfachung der Verkehrsmenge. Ein Motorrad ist demnach in etwa so laut wie zehn Pkw. Zusammenfassend kann daher festgehalten werden: Bei einem Motorradanteil von 10 % tragen Motorräder und Pkw in etwa zu gleichen Teilen zum Mittelungspegel bei.

Für ein atypisches Hervortreten des Motorradlärms gegenüber dem Gesamtverkehr muss zusätzlich auch der Schwerverkehrsanteil am Gesamtverkehr betrachtet werden. Nach den RLS-19 sind schwere Lkw je nach Geschwindigkeit 8 bis 11 dB lauter als Pkw. Rechnet man alle Lkw (leichte und schwere) den schweren Lkw zu und geht näherungsweise davon aus, dass schwere Lkw im Mittel 10 dB lauter sind als Pkw, so ist ein Lkw ungefähr so laut wie zehn Pkw.

Damit der Motorradverkehr akustisch aus dem Gesamtverkehrslärm hervortritt, muss der Motorradanteil höher sein, wenn nicht nur Motorräder und Pkw, sondern auch der Schwerlastverkehr betrachtet werden. Und er muss umso größer sein je größer der Schwerverkehrsanteil ist (**Bild**).

Bei einem Schwerverkehrsanteil bis zu 7 % ergibt sich damit, dass der Motorradverkehr ab einem Anteil von 15 % akustisch atypisch gegenüber dem Gesamtverkehr hervortritt. Da der Schwerverkehrsanteil auf Motorradstrecken in der Regel deutlich unter 7 % liegt und die Motorradlärmproblematik in der Regel am Wochenende auftritt, kann dies vereinfachend als eine solide Abschätzung herangezogen werden.

Fazit

Beträgt der Motorradanteil am Gesamtverkehr 15 % und mehr, tritt der Motorradlärm akustisch atypisch gegenüber dem allgemeinen Verkehrslärm hervor. Dies ist in aller Regel nicht

ganzjährig, sondern nur zu bestimmten Zeiten beispielsweise tagsüber an Wochenenden und Feiertagen in den Monaten April bis September der Fall. Für die verwaltungsrechtliche Würdigung bedeutet dieses atypische Hervortreten zu bestimmten Zeiten, dass die an jährliche Mittelungspegel anknüpfenden Regelbeurteilungsverfahren modifiziert oder unberücksichtigt bleiben müssen, um den Motorradlärm sachgerecht zu beurteilen. Um verkehrsrechtliche Maßnahmen anordnen zu können, muss darüber hinaus auch nachgewiesen werden, dass eine durch §45 Absatz 9 StVO geforderte Gefahrenlage für die Lärmschutzbelange der Wohnbevölkerung gegeben ist. Dies ist einzelfallbezogen zu bewerten. Kriterien, die hierfür näher betrachtet werden können, sind beispielsweise die Anzahl vorbeifahrender Motorräder oder erhebliche Steigerungen des Motorradanteils am Verkehrsaufkommen beispielsweise an Wochenenden und Feiertagen gegenüber den Werktagen Montag bis Freitag. Für den Nachweis im konkreten Einzelfall sind ausreichend aussagekräftige Verkehrsdaten erforderlich. ■



Dr. Udo Weese

Leiter des Referats Lärmschutz und Luftreinhaltung beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Udo.Weese@vm.bwl.de

Foto: Christopher Stange



Dr. Sebastian I. J. Kenzler

Referat Lärmschutz und Luftreinhaltung beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Sebastian.Kenzler@vm.bwl.de

Foto: privat



Christoph Häcker

Referat Lärmschutz und Luftreinhaltung beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Christoph.Haecker@vm.bwl.de

Foto: privat

L i t e r a t u r

[1] *Ferstl, M.*: Motorradlärm – Volle Dröhnung. Online-Beitrag Süddeutsche Zeitung vom 5. Mai 2023, <https://www.sueddeutsche.de/politik/tempolimit-motorraeder-laerm-1.5841001>, zuletzt abgerufen am 20.11.2023.

[2] Ministerium für Verkehr des Landes Baden-Württemberg (VM BW): Forderungskatalog zur Reduzierung von Motorradlärm. Stand November 2020, https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/PM_Anhang/Forderungskatalog_23-11-20.pdf, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[3] Straßenverkehrs-Ordnung (StVO): § 45 Abs. 1 S. 2 Nr. 3, Abs. 9 S. 3.

[4] Bundesverwaltungsgericht (BVerwG): Zu den Voraussetzungen des Anspruchs auf verkehrsbeschränkende Lärmschutzmaßnahmen. Urteil vom 4.6.1986 – Az.: 7 C 76/84.

[5] Verwaltungsgericht Bremen (VG Bremen): Zur Rechtmäßigkeit einer Geschwindigkeitsbeschränkung aus Gründen des Schutzes vor Verkehrslärm. Urteil vom 10.6.2021 – Az.: 5 K 1958/18.

[6] Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen (OVG NRW): Urteil vom 29.10.2008 – Az.: 8 A 3743/06.

[7] *Ziegler, H.; Kathman, T.*: Motorradfahrer in Baden-Württemberg – Lärmmessungen mit Leitpfostenzählgeräten, Ergebnisse Prag, DTV Verkehrsconsult GmbH im Auftrag von VM BW, 2013, hier insbesondere S. 19 und 31. (Unveröffentlicht. Gegen Rückfrage beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg erhältlich.)

[8] *Ziegler, H. et al.*: Analyse von Motorradlärm in Baden-Württemberg – Projektbericht. DTV Verkehrsconsult GmbH im Auftrag von VM BW, 2022 (ergänzende Auswertung der Datensätze durch das VM BW), https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Motorradlaerm-Statistik/220426_Schlussbericht_Motorradl%C3%A4rm.pdf, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[9] Vos, J.: Noise annoyance caused by mopeds and other traffic sources. Internoise proceedings 3-6 december 2006 Honolulu, Hawaii, USA, paper in06_589 (CD), <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:bcf01915-8496-445d-a864-cbaeed56db96>, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[10] *Lercher, P.; Sölder, M.*: Exposure by motorbike noise in alpine residential areas – a case study in public health risk assessment. Conference paper, Euronoise 2009, Edinburgh, Scotland, Oktober 2009, https://www.researchgate.net/profile/Peter-Lercher/publication/253172242_Exposure_by_motorbike_noise_in_alpine_residential_areas_a_case_study_in_public_health_risk_assessment/links/02e7e51f626343d400000000/Exposure-by-motorbike-noise-in-alpine-residential-areas-a-case-study-in-public-health-risk-assessment.pdf, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[11] *Paviotti, M.; Vogiatzis, K.*: On the outdoors annoyance from scooter and motorbike noise in the urban environment. Science of the Total Environment (2012), Vol. 430; pp. 223-230, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.010>.

[12] *Lechner, C.; Schnaiter, D.*: Motorradlärmstudie Außerfern 2019 – Gesamtbericht. Amt der Tiroler Landesregierung, Österreich 2019, https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/sicherheit/emissionensicherheitstechnik-anlagen/downloads/Bericht_Motorradlaermstudie_Ausserfern.pdf, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[13] Fend, C.; Reichlmair, F.: Abschlussbericht Motorradlärm-Untersuchung (ACB-0610-4763/10). Accon GmbH im Auftrag der LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 7. Dezember 2010, https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/357304/abschlussbericht_motorradlaerm.pdf/0b9f5893-bfd8-49ac-9570-a78cfa5d3fe, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.

[14] *Benz, S. et al.*: Motorcycle Noise Study Baden-Württemberg – Part I: Long-term noise annoyance in residents living alongside busy motorcycle routes in the southwest of Germany, Zeus GmbH und Lärmkontor GmbH im Auftrag von VM BW, 2023, <https://www.icben.ethz.ch/2023/presenting192.pdf>, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.



Lärmmessung an einem Motorrad auf dem Rollenprüfstand. Foto: Fraunhofer IBP

Wie laut sind Motorräder tatsächlich? – Messungen auf dem Rollenprüfstand

P. Teller, P. Brandstät

ZUSAMMENFASSUNG Motorradlärm führt seit Jahren zu zahlreichen Beschwerden. Dabei werden verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung vorgebracht, wie die Verschärfung von Lärmgrenzwerten, bessere Mess- und Kontrollverfahren bis hin zu Fahrverboten. Für die Zulassung werden die Pegelangaben zum Standgeräusch und zur Vorbeifahrt erfasst. Pegelangaben hinsichtlich der typischen Fahrweise im realen Einsatz sind kaum vorhanden, zumindest unter vergleichbaren Bedingungen, wie sie auf dem Akustikprüfstand herstellbar sind. Ziel des Projektes war daher die Erfassung der Geräuschentwicklung eines Ensembles typischer Fahrzeuge unter verschiedenen Einsatzbedingungen. Bei den Standgeräuschen wurde dabei auch die Schalldruckpegel bei maximaler Drehzahl ermittelt. Bei Konstantfahrten mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und bei beschleunigten Fahrten in unterschiedlichen Gängen wurden die zum Teil erheblichen Schalldruckpegel bestimmt. Zur Anwendung kam neben Mikrofonpositionen nach Norm auch ein linienförmiges Mikrofonarray mit dessen Hilfe ein „mitfahrendes“ Mikrofon in konstanter Entfernung zum Fahrzeug realisiert wurde. Bei der Analyse der Stand- und Fahrgeräusche, sowohl in den Zulassungen als auch in den Messungen, konnte keine eindeutige Korrelation beider Größen festgestellt werden. Die Analysen ergaben auch, dass die Fahrweise großen Einfluss auf die Geräuschentwicklung hat.

ABSTRACT Many people feel disturbed by motorcycle noise, and this has repeatedly led to numerous complaints over the years. Various measures have been put forward, such as stricter noise limits, better measurement and control procedures and even driving bans. The level data for stationary noise and pass-by noise are recorded for approval purposes. Level data regarding typical driving in real-life use is hardly available, at least under conditions comparable to those that can be produced on the acoustic test bench. The aim of the project was therefore to record the noise emission of an ensemble of typical vehicles under different operating conditions. In the case of stationary noise, the sound pressure level at maximum speed was also determined. The considerably high sound pressure levels were determined during constant driving at different speeds and during accelerated driving in different gears. In addition to microphone positions according to the standard, a linear microphone array was also used to create a »traveling« microphone at a constant distance from the vehicle. When analyzing the stationary and driving noises, both in the approvals and in the measurements, no clear correlation of the variables could be established. The analyses also showed that the driving style has a major influence on noise pollution.

1 Einleitung

Viele Menschen fühlen sich durch Verkehrslärm gestört und insbesondere Motorradlärm führt seit Jahren immer wieder zu zahlreichen Beschwerden. In diesem Zusammenhang kommen Forderungen nach Verschärfung von Lärmgrenzwerten beziehungsweise deren konsequente Durchsetzung und Sanktionierung, der Ruf nach realitätsnäheren Mess- und Kontrollverfahren oder gar Fahrverboten für einzelne Fahrzeuge beziehungsweise Streckenabschnitte auf. Bei den Streckenaussperrungen für einzelne Motorräder ist das sogenannte Tiroler Modell [1] bekannt, das Fahrzeuge mit einem Standgeräusch größer 95 dB(A) betrifft. Während die für die Homologation relevanten Pegelangaben zum Standgeräusch und zur Vorbeifahrt bekannt sind, ist die Datengrundlage zu weiteren fahrzustandsspezifischen Messwerten insgesamt jedoch noch überschaubar. Insbesondere gilt dies für Vergleiche zwischen „moderater“ und „extremer“ Fahrzeugnutzung unter reproduzierbaren Randbedingungen. Bei realen Vorbeifahrtmessungen entsprechend der aktuellen Regelung wird zudem der Pegel an zwei festen Referenzpositionen (linke und rechte Seite) erfasst, die gegenüber einem während des gesamten Messzyklus mitfahrenden Mikrofons gegebenenfalls nicht alle vom Fahrzeug abgestrahlten Geräuschanteile erfassen können. Im Rahmen des durch das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg geförderten Forschungsvorhabens „Laute Fahrzeuge und Leise Reifen“ [2] wurden daher auf dem Rollenprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP in einer Halbfreifeldumgebung an verschiedenen Motorrädern Akustikmessungen mit einem Mikrofonarray durchgeführt. Dabei wurden die Fahrzeuge (zweirädrige Krafträder der Klasse L3) unter kontrollierten Laborbedingungen bei diversen Fahrzuständen betrieben, deren Bandbreite sich zwischen „moderater“ und „extremer“ Fahrweise erstreckt und die Auswertung hinsichtlich eines mitfahrenden Mikrofons beinhaltet.

2 Aktuelle Regularien und Überprüfung in der alltäglichen Praxis

Die Homologation neuer Fahrzeuge erfolgt im Bereich der Motorräder auf Basis der UN-ECE-Regelung Nr. 41 [3]. Hier wird neben der Ermittlung des Vorbeifahrtpegels (Fahrgeräusch) auch die Standgeräuschmessung beschrieben. Die Standgeräusche von Motorrädern werden in der Regel bei halber Nenndrehzahl (bei Maschinen mit einer Nenndrehzahl unter 5 000 U/min bei drei Viertel der Nenndrehzahl) im Abstand von 0,5 m und unter 45° zur Abgasmündung gemessen. Es wird der höchste Schalldruckpegelmesswert bei langsamer Erhöhung der Motordrehzahl aus dem Leerlauf bis zur Sollmotordrehzahl und danach schlagartigem Loslassen der Drossleinrichtung bis zur Rückstellung auf die Leerlaufdrehzahl protokolliert. Dieser Wert ist in den Zulassungspapieren eingetragen, unterliegt im Gegensatz zum Fahrgeräusch aktuell jedoch keinem Grenzwert. In der Praxis wird oft der Standgeräuschpegel bei der Kontrolle von Fahrzeugen und für Stichproben herangezogen, da die Standgeräuschmessung mit moderatem Aufwand hinsichtlich Messtechnik und Anforderung an die Umgebung sowie der Testrandbedingungen durch zuständige Behörden durchgeführt werden kann. Die Nachprüfung des Fahrgeräuschs hingegen erfordert in der Regel das Vorhandensein einer speziellen Teststrecke, um die Anforderungen an die Messumgebung (ebene, asphaltierte Fläche für die

Fahrstrecke von 20 m plus Ein-/Ausfahrtsbereich, Messmikrofon in 7,5 m Abstand zum Motorrad, leise Umgebung mit freier Schallausbreitung, usw.) einhalten zu können. Zudem ist der zeitliche Aufwand zur Fahrgeräuschermittlung in Folge der Durchführung mehrerer konstanter und beschleunigter Fahrten gegenüber der Standgeräuschmessung deutlich höher, sodass die Fahrgeräuschmessung in der Regel nur für die Homologation eines Fahrzeugmodells durchgeführt wird.

Bei den Fahrgeräuschmessungen nach UN-ECE R41 werden (für Fahrzeuge der Klasse L3 mit Power-to-mass-ratio $PMR > 50$) Akustikmessungen bei einer Zielgeschwindigkeit von 50 km/h in der Mitte der Prüfstrecke durchgeführt. Mit der Änderungsreihe 04 der UN-ECE R41 (Tag des Inkrafttretens: 13. April 2012) werden deutlich erweiterte Messumfänge (ASEP, Additional Sound Emission Provisions) beschrieben. Diese beinhalten Akustikmessungen im Geschwindigkeitsbereich zwischen 20 km/h (Einfahrt in die Prüfstrecke) und 80 km/h (Ausfahrt) bei einer Zielgeschwindigkeit von 50 km/h in der Mitte der Prüfstrecke und werden für mehrere Gänge, bei denen eine bestimmte Drehzahl noch nicht erreicht wird, durchgeführt. Durch diese um zahlreiche Betriebspunkte deutlich erweiterten ASEP-Umfänge sollen gezielt gesteuerte technische Maßnahmen wie zum Beispiel Klappenabgassysteme, die bisher möglicherweise lediglich bei den zuvor geltenden normungsrelevanten Fahrsituationen hohe Geräuschpegel vermieden, aufgedeckt werden. Aktuell werden diese zusätzlichen Geräuschmessungen noch den Herstellern im Sinne einer Selbstzertifizierung überlassen.

Immer wieder geraten im Zusammenhang mit Motorradlärm auch nachrüstbare Abgasanlagen (AGA) in den Fokus. Für deren Zulassung muss laut UN-ECE-Regelung Nr. 92 [4] der Geräuschnachweis (für Motorräder nach UN-ECE R41) in einem beliebigen EU-Staat lediglich mit einem repräsentativen Prüffahrzeug erfolgreich erbracht werden und ist dann ohne weitere Prüfung in allen EU-Mitgliedsstaaten zum Anbau freigegeben. Darauf, welche Fahrzeuge oder Typen das Prüffahrzeug „repräsentiert“, wird in der Regelung jedoch nicht weiter eingegangen. Eine Untersuchung, ob an einem spezifischen Fahrzeug eine nachrüstbare Abgasanlage gegebenenfalls deutlich höhere Geräuschpegel verursacht, muss nicht erfolgen. Der Nachweis eines zu lauten Fahrzeuges bei einer Kontrollmessung an der Straße wird damit erschwert.

3 Fahrzeugauswahl und Fahrszenarien

Um eine möglichst große Bandbreite an verschiedenen Fahrzeugen und Charakteristiken zu repräsentieren, wurde aus den gängigen, umgangssprachlich verwendeten Motorradkategorien Tourenmotorrad, Adventure Tourer, Supersport, Naked Bike, Chopper, Allrounder und Enduro/Supermoto sowie E-Motorrad je ein Vertreter für die Messungen im Prüfstand ausgewählt. Dabei waren zwei der acht Fahrzeuge mit einer manuell zuschaltbaren Klappenauspuffanlage beziehungsweise einer geräuscharmen Zubehörabgasanlage vertreten. Die Auswahl der Fahrzeuge kann der **Tabelle** entnommen werden.

Bei der Auswahl der Fahrszenarien und Betriebszyklen wurde neben dem Standgeräusch die Bandbreite zwischen einem moderaten Fahrstil sowie extremer Fahrweise berücksichtigt. Diese sollen jeweils durch Messungen bei konstanter Fahrgeschwindigkeit sowie unter Vollast-beschleunigter Fahrt in den Gängen eins bis vier (sofern vorhanden) abgedeckt werden. Bei

Hersteller	Typ (Bemerkung)	Nennleistung [kW]	@Nenndrehzahl [RPM]	Zulassungsbescheinigung		Messung
				Fahrgeräusch [dB(A)]	Standgeräusch [dB(A)]	Standgeräusch [dB(A)]
Ducati	Diavel 1260	117	9500	77	102	100
Ducati	Panigale	87,5	10000	75	96	96
Husqvarna	701 Supermoto	55	8000	77	90	90
Harley-Davidson ¹⁾	forty eight (Klappen geschlossen)	49	6000	76 ²⁾	98 ²⁾	97
Harley-Davidson ¹⁾	forty eight (Klappen geöffnet)	49	6000			108
Yamaha	Tracer 9 GT	159	13000	76	105	102
BMW	R1250GS	100	7750	76	88	88
BMW / Hattech	S1000R (Hattech-Abgasanlage)	118	11000	80 ²⁾	97 ²⁾	94
BMW	S1000R (originale Abgasanlage)	118	11000			96
BMW	CE04 (E-Fahrzeug)	31	4900	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾

¹⁾ Zubehör Klappenpuffanlage Kess Tech; ²⁾ keine Angaben vorhanden beziehungsweise Wert bezieht sich auf den Originalzustand.

Tabelle Motorräder des Testfeldes mit Angabe der Nennleistung und -drehzahl sowie Fahrgeräuschwerte und Standgeräuschwerte aus der Zulassungsbescheinigung und Messung auf den Prüfstand.

den Konstantfahrten wurden in einem Raster von 10 km/h, im ersten Gang beginnend bei 20 km/h bis zur maximal möglichen Geschwindigkeit, Messungen durchgeführt. Für die weiteren Gänge wurde die Anfangsgeschwindigkeit jeweils um 10 km/h erhöht und entsprechend Gang eins bis maximal zur Endgeschwindigkeit 120 km/h verfahren. Die Vollast-Beschleunigung erfolgte ebenfalls bei den Gang- und Geschwindigkeitskonstellationen entsprechend den Konstantfahrten. Beschleunigt wurde jeweils bei verschiedenen Start-Geschwindigkeiten, zum Beispiel 30, 40, 50 km/h, bis zu verschiedenen Endgeschwindigkeiten (bis maximal etwa 130 km/h) mit nachfolgendem schlagartigem Loslassen des Gashebels und anschließendem Schubtrieb, was dem Ausrollen bei eingelegtem Gang entspricht. Fahrten unter Teillast wurden ebenfalls durchgeführt. Diese werden hier jedoch nicht weiter betrachtet, da diese zum einen innerhalb des zuvor benannten Feldes liegen und zum anderen hinsichtlich der Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit zwischen den Fahrzeugen als bedingt aussagekräftig eingestuft wurden. Das E-Fahrzeug wurde für vergleichende Messungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten eingesetzt. Standgeräuschmessungen und Gangwechsel sind damit nicht durchführbar. Die Geräuschentwicklung des E-Fahrzeugs lag in allen Geschwindigkeitsbereichen deutlich unter denen der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor [2], sodass das E-Fahrzeug hier nicht weiter berücksichtigt wird.

4 Messungen auf dem Rollenprüfstand

Die Akustikuntersuchungen wurden im Fahrzeugakustik-Prüfstand am Fraunhofer IBP in Stuttgart durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen Vierradrollenprüfstand in einer Messhalle, die als akustischer Halb-Freifeldraum ausgeführt ist (**Bild 1**). Dies bedeutet, dass der Boden schallhart beziehungsweise schallreflektierend ausgeführt ist, während die Wände und Decke im akustisch interessanten Frequenzbereich schallabsorbierend verkleidet sind.

Neben der Erfassung der Standgeräusche nach UN-ECE R41 wurden zur Ermittlung der Geräuschabstrahlung der Fahrzeuge Messungen entlang eines beidseitig parallel zum Motorrad aufgebauten Linien-Mikrofonarrays durchgeführt, das üblicherweise für die Durchführung der simulierten Vorbeifahrt Anwendung findet. Die beidseitig jeweils 30 Mikrofone sind auf einer Gesamtlänge von 20 m verteilt und wie bei der genormten Vorbeifahrtmessung in 1,2 m Höhe über dem Boden montiert. Aufgrund der Positionierung der Motorräder auf einer Seite des zweispurigen Rollenprüfstands ergeben sich quer zum Motorrad gegenüber dem in der Norm vorgesehenen Abstand von 7,5 m zwischen Mikrofon und der Fahrzeugmitte Abstände von 6,7 m beziehungsweise 8,3 m. Im Halb-Freifeld kann bei einer bodennahen Punktschallquelle mit kugelförmiger Schallausbreitung entsprechend dem Abstandsge-



Bild 1 Geräuschmessung im Akustik-Rollenprüfstand des Fraunhofer IBP mit Mikrofonarray im Hintergrund (links) und Fixierung des Motorrads auf dem Prüfstand (rechts). Fotos: Fraunhofer IBP

setz eine Pegelumrechnung erfolgen und wurde für den Prüfstand in [5] nachgewiesen.

Für die Auswertungen wurden alle an den Mikrofonen der beidseitigen Arrays ermittelten Schalldruckpegel auf eine Entfernung zwischen Motorrad und Fahrzeug von 7,5 m umgerechnet. Dabei wurde die Fahrzeugmitte als „Akustisches Zentrum“ des Motorrads angenommen. Vereinfacht wird von einer zweidimensionalen, ebenen Betrachtung ausgegangen, sodass die Höhenkomponente außen vor bleibt. Gegenüber Messungen auf freier Strecke können hierbei die Vorzüge des Mikrofonarrays im Prüfstand ausgenutzt werden. Anstatt der Vorbeifahrt eines Fahrzeugs an einer festen Mikrofonposition kann mit den um das Fahrzeug verteilten Mikrofonen und rechnerisch korrigiertem konstanten Abstand eine „Mitfahrt“ mit dem Motorrad simuliert werden. So können während der gesamten Fahrzyklen des Motorrads in einem weiten räumlichen Bereich die vom Fahrzeug abgestrahlten Geräuschanteile detektiert und transiente Fahrzustände losgelöst von einer ortsfesten Vorbeifahrtposition erfasst werden. Damit werden bei den Fahrzyklen alle denkbaren beziehungsweise die „lautesten“ Beobachtungspositionen einer vom Motorradlärm betroffenen Person abgedeckt. Durch diese Messungen wurde eine Datenbasis für die im Fahrbetrieb mit unterschiedlichen Fahrzeugen und unter Abdeckung einer großen Bandbreite an Fahrzuständen tatsächlich vorhandenen Pegeln geschaffen. Diese Pegel stellen Messwerte dar und damit reale Schalldruckpegel im Vergleich zu den Vorbeifahrtpegeln in den Zulassungspapieren, die aus Berechnungen über mehrere Fahrzustände entstehen und so einen Rechenwert angeben. Gegenüber den Vorbeifahrtpegeln ergeben sich damit höhere Werte, die jedoch in Bezug auf die tatsächlich abgestrahlten Geräusche realitätsnähere Werte liefern und somit als Maß einer möglichen Lärmbelastung durch die jeweiligen Motorräder herangezogen werden könnten.

5 Maximalpegel bei konstanter und beschleunigter Fahrt

In der Praxis wird erwartet, dass bei Vollast-Beschleunigung gegenüber Teilast-Beschleunigung höhere Pegel ermittelt werden. Bei den Messungen mit konstanter Geschwindigkeit sind die Pegel in der Regel am geringsten. Damit dürfte der Pegelbereich zwischen konstanter und Vollast-beschleunigter Fahrt

sämtliche Fahrsituationen repräsentieren. Für den Vergleich zwischen einer eher moderaten und extremen Fahrweise bietet es sich zudem an, neben der Betrachtung von konstanter zu Vollast-beschleunigter Fahrt, die Beschleunigung aus einzelnen Gängen bei gleicher Geschwindigkeit gegenüberzustellen. Dabei entspricht die Fahrt in einem höheren Gang in Folge einer niedrigeren Beschleunigung und niedrigerer Drehzahl eher der moderaten Fahrweise. Durch frühzeitiges Hochschalten beziehungsweise generell Nutzung höherer Gänge lassen sich bei den untersuchten Fahrzeugen die Pegel zum Teil merklich reduzieren (**Bild 2**). Zur besseren Vergleichbarkeit der Fahrzeuge untereinander wurden in Abhängigkeit der „Fahrbarkeit“ im gewählten Gang jeweils die Summenpegel an Geschwindigkeitsstützstellen (10-km/h-Schritte) ausgewertet. Demnach lassen sich beispielsweise bei voller Beschleunigung die Pegel bei der Wahl von Gang zwei statt Gang eins für einzelne Fahrzeuge und je nach Fahrgeschwindigkeit im Mittel um bis zu rund 5 dB(A) reduzieren. Bei entsprechendem Vergleich zwischen Gang eins und vier fallen die Pegelunterschiede mit etwa 8 bis 10 dB erwartungsgemäß noch deutlicher aus. Hier muss allerdings einschränkend erwähnt werden, dass die Unterschiede bei der Beschleunigung zwischen beiden Gängen erheblich sind und selbst bei moderater Nutzung des Fahrzeugs nicht in jeder Fahrsituation der höhere Gang der üblicherweise verwendeten Wahl entsprechen wird.

Trägt man für jedes Fahrzeug den aus allen durchgeführten Fahrten ermittelten maximalen Fahrgeräuschpegel über dem Standgeräusch auf, so ergibt sich für die Geschwindigkeitsstützstellen zwischen 40 und 90 km/h das in **Bild 3** gezeigte Ergebnis. Gegenüber dem in der Zulassungsbescheinigung ausgewiesenen Fahrgeräusch, das bei allen Fahrzeugen bis auf die etwas ältere „BMW S100R“ (80 dB(A)) nahezu konstant zwischen 75 und 77 dB(A) liegt, ist mit einer Bandbreite von 94 bis 106 dB(A) beim Mittelwert der „lautesten“ Fahrzustände tendenziell ein Anstieg der Fahrgeräusche mit dem gemessenen Standgeräusch erkennbar. Allerdings ist mit der „Ducati Panigale“ auch ein Fahrzeug vorhanden, das trotz hohem Standgeräusch bei den Fahrmessungen mit zu den „leiseren“ Vertretern des Testfelds zählt. Somit kann per se nicht darauf vertraut werden, dass Fahrzeuge mit hohem Standgeräuschpegel auch tatsächlich hohe Fahrgeräusche verursachen.

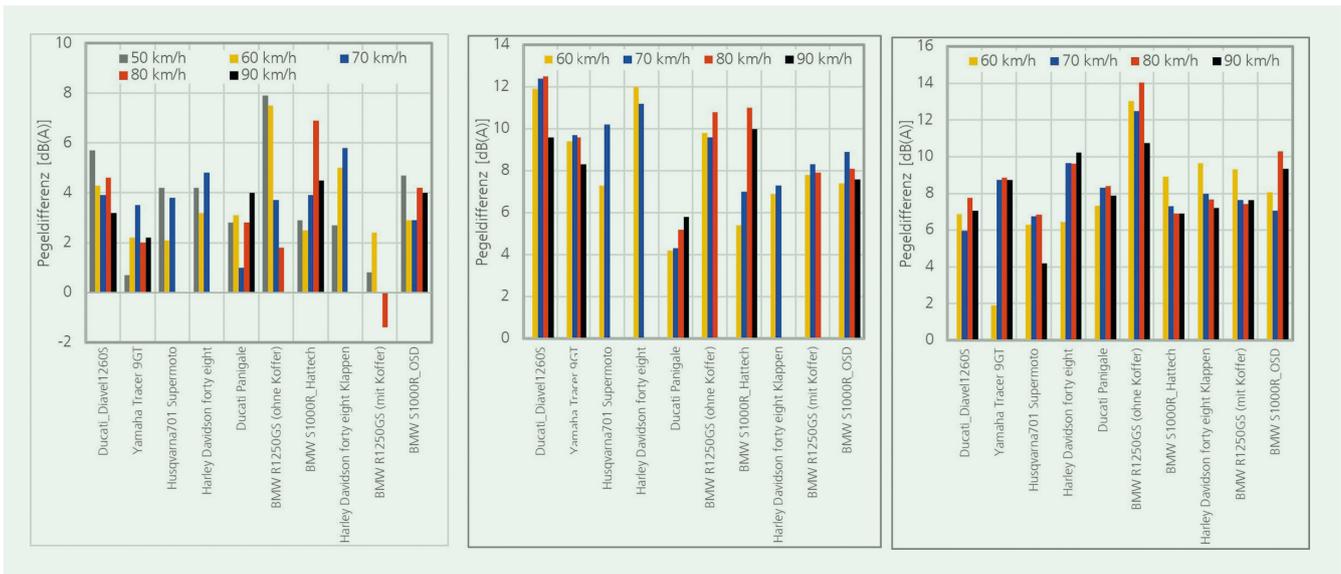


Bild 2 Differenz der bei Geschwindigkeitsstützstellen am Mikrofonarray ermittelte Schalldruck-Summenpegel zwischen Gang eins und zwei (links) beziehungsweise Gang eins und vier (Mitte) bei volllastbeschleunigter Fahrweise sowie zwischen beschleunigter und konstanter Fahrt in Gang eins (rechts). Berücksichtigt sind jeweils Messungen mit verschiedenen Start- und Endgeschwindigkeiten, Umrechnung auf 7,5 m Abstand zum Motorrad. Da bei einzelnen Fahrzeugen Geschwindigkeits-Gangkonstellationen teilweise nicht oder nur bedingt fahrbar waren, stehen nicht immer alle Ergebnisse zur Verfügung (BMW S1000R_Hattech beziehungsweise _OSD: mit akustisch optimierter Abgasanlage (AGA) von Hattech beziehungsweise original BMW-AGA. Harley Davidson forty eight beziehungsweise forty eight Klappen: geschlossene beziehungsweise geöffnete Klappenauspuffanlage). Grafiken: Fraunhofer IBP

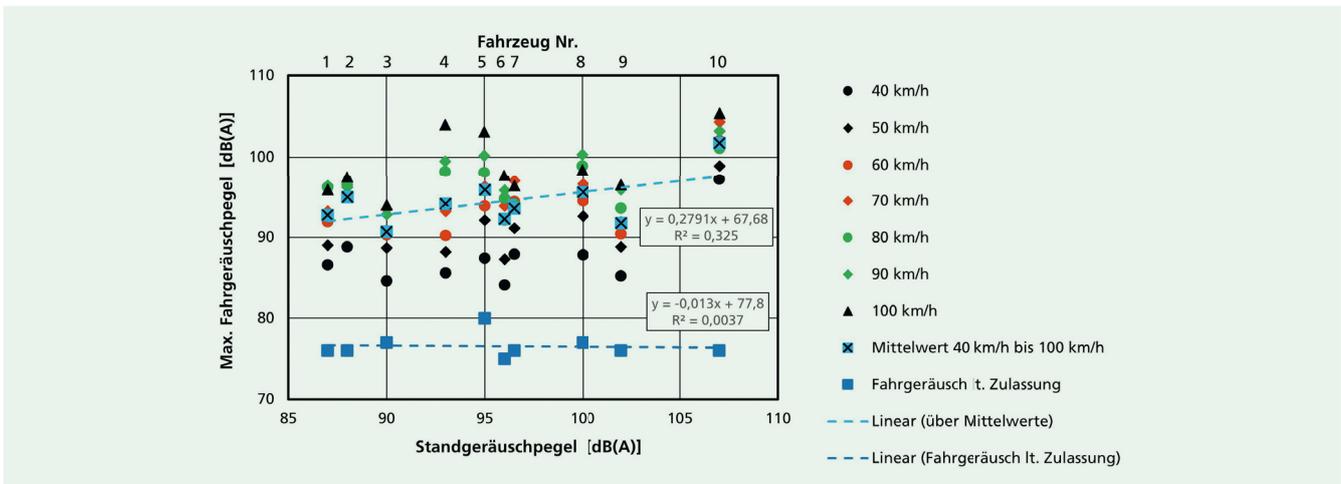


Bild 3 Fahrgeräusch laut Zulassungsbescheinigung und aus verschiedenen auf dem Rollenprüfstand untersuchten Fahrsituationen (Konstantfahrt, teillast- und volllastbeschleunigte Fahrt in diversen Gängen) ermittelte, lauteste Pegel in 7,5 m Abstand zum Motorrad in Abhängigkeit des Standgeräuschs (Messung im Prüfstand in 0,5 m Abstand zur Abgasmündung) sowie daraus abgeleitete lineare Regressionsgerade über die Mittelwerte der einzelnen Fahrzeuge (Fahrgeräusch: Mittelwert aus allen Geschwindigkeiten). Fahrzeug-Nummern: 1=BMW R1250 GS mit Koffer; 2=BMW R1250 GS ohne Koffer; 3=Husqvarna 701 Supermoto; 4=BMW S1000R (Hattech AGA); 5=BMW S1000R (original AGA); 6=Yamaha Tracer 9 GT; 7=Harley-Davidson, Klappen zu; 8=Ducati Diavel 1260; 9=Ducati Panigale; 10=Harley-Davidson, Klappen auf. Grafik: Fraunhofer IBP

6 Standgeräuschmessungen im Vergleich zum Fahrgeräusch

In der Tabelle sind für die untersuchten Fahrzeuge die Standgeräuschwerte nach UN-ECE R41 aus der Zulassungsbescheinigung den am Fraunhofer IBP entsprechend diesem Regelwerk bei halber Nenndrehzahl gemessenen Werten gegenübergestellt. Der Vergleich zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit den in den Zulassungspapieren angegebenen Werten, aber auch zum Beispiel deutlich höhere Werte bei geöffneter Abgas-Klappenstellung im Fall der „Harley-Davidson“, sowie der pegelsenkenden

Wirkung einer speziell auf Schalldämpfung (Hattech) ausgelegten Abgasanlage (AGA) bei der BMW S1000R.

In Bild 4 sind neben diesen bei 0,5 m Abstand ermittelten Messwerten die am Mikrofonarray (Umrechnung auf 7,5 m Abstand zum Motorrad) maximal aufgetretenen Schalldruckpegel dargestellt. Es zeigt nicht nur die nach Norm ermittelten Standgeräusche bei halber Nenndrehzahl, sondern auch die Ergebnisse der Pegelmessung bis zur maximalen Drehzahl. Spektrale Untersuchungen [2] haben ergeben, dass bis zur maximalen Drehzahl andere Frequenzbereiche mit einer erhöhten Schallabstrahlung auftreten und daher durch das geltende Verfahren nur unzurei-

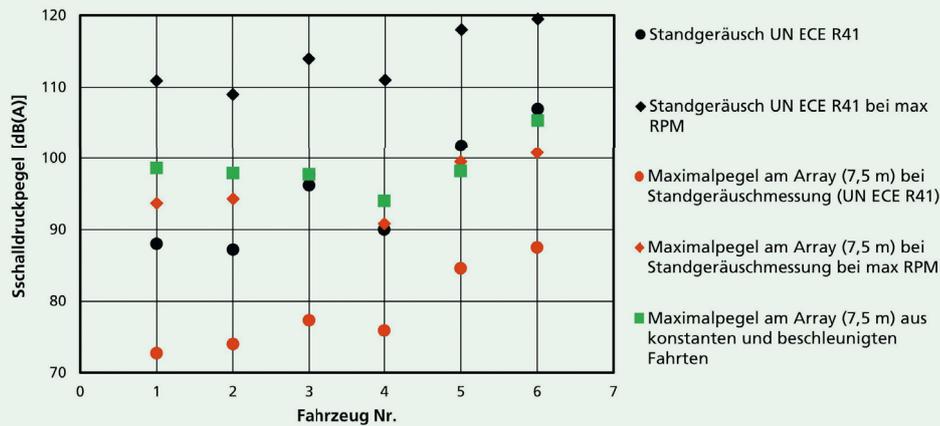


Bild 4 Ergebnisse der Standgeräuschmessung bei halber Nenndrehzahl und bei maximaler Motordrehzahl am Mikrofonarray in 7,5 m Abstand und an der Standard-Mikrofonposition entsprechend UN-ECE R41 im Vergleich zu den maximal ermittelten Summenpegeln aus allen konstanten und beschleunigten Fahrten. Fahrzeug-Nummern: 1 = BMW R1250 GS, ohne Koffer; 2 = BMW R1250 GS, mit seitlichem Koffer; 3 = Yamaha Tracer 9 GT; 4 = Husqvarna 701 Supermoto; 5 = Ducati Panigale; 6 = Harley-Davidson, Klappen geöffnet. Grafik: Fraunhofer IBP

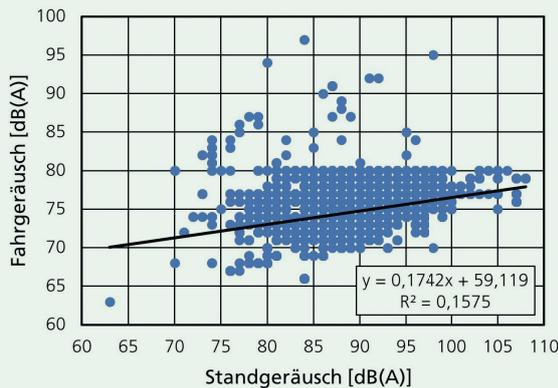


Bild 5 Fahrgeräusch über dem Standgeräusch laut Zulassungsbescheinigung sowie daraus abgeleitete lineare Regressionsgerade und Bestimmtheitsmaß R^2 für die in Baden-Württemberg zugelassenen rund 45 000 Motorräder mit Erstzulassung (EZ) ab 2017 (Quelle: [6]). Grafik: Fraunhofer IBP

chend berücksichtigt werden. Zusätzlich sind in Bild 4 die am Mikrofonarray maximal ermittelten Summenpegel aus allen konstanten und beschleunigten Fahrten (alle untersuchten Gänge) der vorgenannten Fahrzenarien eingetragen.

Damit soll überprüft werden, inwieweit die Standgeräuschpegel zwischen Nahfeld (wie bei den behördlichen Kontrollen) in 0,5 m Abstand und Fernfeld (7,5 m Abstand), sowie mit den durchgeführten Fahrgeräuschen korrelieren. Durch die unterschiedlichen Abstände zur Quelle bei den beiden Verfahren werden die Schalldruckpegel unterschiedlich hoch ausfallen. Da sich jedoch alle Fahrzeuge bei den Messungen jeweils an derselben Position befanden, sollte sich auf Grund des Abstandsgesetzes auch für alle Fahrzeuge derselbe Pegelunterschied ergeben. Im Diagramm ist jedoch zu erkennen, dass dies bei den einzelnen Fahrzeugen nicht immer der Fall ist, was auf Unterschiede in der Richtcharakteristik der Schallabstrahlung der Fahrzeuge schließen lässt. Das Geräusch der Abgasmündung dominiert am Mikrofon im Nahfeld, wohin gegen im Fernfeld der gesamte vom Fahrzeug

abgestrahlte Schall erfasst wird. Gut zu sehen ist dies zum Beispiel bei der „BMW R1250 GS“, die einmal mit und ohne die im Bereich der Abgasanlage positionierten seitlichen Koffer untersucht wurde. Hier ist eine gegenläufige Tendenz beider Kurven (Bild 4, schwarze und rote Kreise) vorhanden. Auch der Vergleich des bei halber Nenndrehzahl und bei maximaler Drehzahl ermittelten Standgeräusches ergab bei einzelnen Fahrzeugen größere Pegelunterschiede als bei anderen.

Lediglich bei den beiden Fahrzeugen „Yamaha Tracer“ und Ducati Panigale liegen die ermittelten Werte in 7,5 m Abstand für die Standgeräuschmessung bis zur maximalen Drehzahl und den aus allen durchgeführten konstanten und beschleunigten Fahrten gleichauf. Die übrigen Fahrzeuge weisen jedoch ein geringeres Standgeräusch auf. Unter der Annahme, dass der maximal ermittelte Summenpegel aus allen durchgeführten konstanten und beschleunigten Fahrten auch die Obergrenze der Lärmbelastigung eines einzelnen Fahrzeugs widerspiegelt, kann für die untersuchten Fahrzeuge aus keinem der untersuchten Standgeräuschmessungs-Setups (Nah-/Fernfeld beziehungsweise halbe oder maximale Drehzahl) eine verlässliche Aussage über das im realen Fahrbetrieb zu erwartende Geräusch abgeleitet werden.

Als weitere Quelle zur Beurteilung einer Korrelation von Stand- und Fahrgeräusch wurden Zulassungsdaten des Kraftfahrzeugbundesamtes herangezogen. Bild 5 zeigt die Verteilung der Datenpunkte am Beispiel der in Baden-Württemberg ab 2017 rund 45 000 erstzulassenen Fahrzeuge, wobei viele aufgrund ähnlicher Werte zusammenfallen oder übereinander liegen. Aufgetragen ist jeweils der in der Zulassung eingetragene Standgeräuschpegel und der dazu gehörende Fahrgeräuschpegel. Ähnlich wie in Bild 3 erhält man für einen Standgeräuschpegel eine nicht unerhebliche Bandbreite an Fahrgeräuschpegeln. Bei Betrachtung dieser Zulassungsdaten können mit zunehmendem Standgeräuschpegel tendenziell höhere Fahrgeräusche ausgemacht werden. Das aus der Regressionsanalyse berechnete Bestimmtheitsmaß von rund 16 % weist aber nur eine geringe Korrelation der beiden Größen auf, womit auch hier ein Rückschluss auf das Fahrgeräusch, beziehungsweise auf die Vorbeifahrtpegel nach UN-ECE R41, aus der Standgeräuschmessung eher skeptisch zu beurteilen ist.

7 Fazit und Ausblick

Mit dem hier angewandten Prüfstandverfahren, bei dem mithilfe eines Mikrofonarrays in einem weiten räumlichen Bereich unter kontrollierten und reproduzierbaren Randbedingungen die vom Fahrzeug abgestrahlten Geräuschanteile detektiert werden, können für alle Fahrzyklen des Motorrads transiente Fahrzustände losgelöst von einer ortsfesten Vorbeifahrtposition erfasst werden. Die ermittelten Messergebnisse liefern eine Datenbasis der tatsächlich vorhandenen Schalldruckpegel beim Fahrbetrieb mit unterschiedlichen Fahrzeugen und unter Abdeckung einer großen Bandbreite an Fahrzuständen, die noch durch weitere Fahrzeuge ergänzt werden kann. Diese tatsächlich vorhandenen Schalldruckpegel zeigen höhere Werte als die Vorbeifahrtpiegel aus den Zulassungspapieren, die durch Berechnung aus konstanten und beschleunigten Fahrten im Geschwindigkeitsbereich um 50 km/h gebildet werden. In Bezug auf die tatsächlich abgestrahlten Geräusche liefern sie realitätsnähere Werte und können somit als Maß einer möglichen Lärmbelastung durch die jeweiligen Motorräder herangezogen werden. Die nach Norm ermittelten Standgeräuschpegel des Testfelds entsprachen im Wesentlichen den Werten der Zulassungspapierre. Ein Nachteil besteht darin, dass für diese Standgeräuschwerte aktuell keine gesetzlichen Obergrenzen existieren. Die Standgeräuschermittlung über den gesamten Drehzahlbereich hat bei einzelnen Fahrzeugen gezeigt, dass Frequenzbereiche mit einer erhöhten Schallabstrahlung durch das geltende Verfahren nur unzureichend berücksichtigt werden. Dies führt auch dazu, dass sich aus den mit unterschiedlichen Mess-Setups ermittelten Standgeräuschpegeln des Testfelds keine allgemeingültige Prognose des tatsächlichen Fahrgeräusches der einzelnen Fahrzeuge ableiten lässt. Gegebenenfalls sind hierzu noch weitere Versuchsreihen mit modifizierten Setups und einer größeren Fahrzeugpalette in Kombination mit statistischen Analysen notwendig. Die Untersuchungen in [2] haben gezeigt, dass sich die einzelnen Fahrzeuge auch in ihrer Klangcharakteristik unterscheiden, die geprägt ist durch einzelne Motorordnungen und Betonung von Frequenzbereichen, sowie im zeitlichen Verlauf des Geräusches. Diese Phänomene ließen sich mit psychoakustischen Kenngrößen näher beschreiben, zum Beispiel durch Metriken wie Tonalität, Modulation, Schärfe und Rauigkeit hinsichtlich der Störwirkung von Motorradlärm. Im Hinblick auf Überarbeitungen von zulassungsrelevanten Mess- und Bewertungsverfahren kann über die Eignung einzelner Metriken zur Kennzeichnung von Motorradgeräuschen und gegebenenfalls Aufnahme in die Regelwerke nachgedacht werden. Neben diesen Maßnahmen und technischen Möglichkeiten zur Reduktion des Lärms von Motorrädern, durch zum Beispiel schalldämpfende Abgasanlagen oder den Verzicht auf Fahrten mit geöffneter Abgasklappe, lassen sich auch durch eine überwiegend von den Fahrerinnen und Fahrern beeinflussbare moderate Fahrweise und Gangwahl die Pegel erheblich reduzieren und können

damit zu einer insgesamt geringeren Lärmbelastung beitragen. Übrigens ist es am Ohr der Fahrerin und des Fahrers am lautes-ten und ein normaler Helm ändert daran nichts. ■

DANKSAGUNG

Wir danken dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung des Projekts.

Literatur

- [1] Straßenverkehrsordnung Österreich 1960, BGBl. 159/1960, zuletzt geändert durch das Gesetz BGBl. I Nr. 24/2020.
- [2] Teller, P.; Küchler, T.: Laute Fahrzeuge und Leise Reifen – Berichtsteil Laute Fahrzeuge. IBP-Bericht B-AK 4/2022, Stuttgart, 10. November 2022, Forschungsvorhaben VM4-8826-30/2/4 im Auftrag des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg, <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/ak/berichtsteil-laute-fahrzeuge.pdf>, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.
- [3] Regelung Nr. 41 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN-ECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Kraffräder hinsichtlich ihrer Geräuschentwicklung. Amtsblatt der Europäischen Union L 317/1 vom 14.11.2012, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:42012X1114\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:42012X1114(01)), zuletzt abgerufen am 27.11.2023.
- [4] Regelung Nr. 92 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von nicht originalen Austauschschalldämpferanlagen (Noress) für Fahrzeuge der Klassen L1, L2, L3, L4 und L5 hinsichtlich der Geräuschemissionen [2018/1707] (OJ L 290 16.11.2018, p. 162, EL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1707/oj>), zuletzt abgerufen am 27.11.2023.
- [5] Teller, P.; Brandstät, P.: Labor für Fahrzeugakustik und simulierte Vorbeifahrt. IBP-Mitteilung 510, 38 (2011), Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/ibpmitteilungen/501-550/510.pdf>, zuletzt abgerufen am 27.11.2023.
- [6] Kraffahrt-Bundesamt (KBA): Bestand im Zentralen Fahrzeugregister 2020. fdzoff.zfzrbt.2020.1, doi: 10.25525/kba-fdzoff.zfzrbt.2020.1.

Dipl.-Ing. **Pascal Teller**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Technischer Schallschutz in der Abteilung Akustik
am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

pascal.teller@ibp.fraunhofer.de

Dr. **Peter Brandstät**

Abteilungsleiter Akustik
am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

peter.brandstaett@ibp.fraunhofer.de



Die Einführung von Tempo 30 reduziert den Lärm und hat positive Auswirkungen auf die Lärmbelastigung, die Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden. Foto: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, 2021

Temporeduktion auf 30 km/h: Akzeptanz und Auswirkungen auf die Lärmbelastigung, Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden

S. Mathieu, S. Rüttener

ZUSAMMENFASSUNG In der Stadt Zürich sind die Immissionsgrenzwerte für Straßenlärm auf einem Streckennetz von rund 230 km überschritten. Die Stadt setzt bei der Lärmsanierung unter anderem auf die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h. Im Rahmen einer Längsschnittstudie wurden 1300 Anwohnende vor und nach der Umstellung von Tempo 50 auf Tempo 30 befragt. Dabei lag der Fokus auf der Lärmbelastigung, der Störung des Schlafs, dem Verkehrssicherheitsempfinden sowie der allgemeinen Akzeptanz von Tempo 30. Die Reduktion der Geschwindigkeit führt zu einem durchschnittlichen Rückgang der Straßenlärmpegel am lautesten Fassadenpunkt um 1,6 dB tags und 1,7 dB nachts. Die Resultate der Befragungen deuten darauf hin, dass, neben dem Rückgang des Mittelungspegels andere, mit der geringeren Fahrgeschwindigkeit zusammenhängende Faktoren die Lärmbelastigungen und Schlafstörungen zusätzlich reduzieren.

ABSTRACT In the city of Zurich, the exposure limits for road traffic noise are exceeded on a network of around 230 km. One of the city's noise abatement measures is to reduce the speed limit to 30 km/h. As part of a longitudinal study, 1,300 residents were surveyed before and after the changeover from 50 to 30 km/h. The focus was on noise pollution, sleep disturbance, the perception of road safety and the general acceptance of a 30 km/h speed limit. The reduction in speed leads to an average decrease in road noise levels at the loudest point on the façade of 1.6 dB during the day and 1.7 dB at night. The results of the surveys indicate that, in addition to the reduction in the average level, other factors associated with the lower driving speed also reduce noise pollution and sleep disturbance.

1 Einleitung

Als bevölkerungsreichste Stadt der Schweiz ist Zürich besonders von den gesundheitsschädlichen Auswirkungen des Straßenlärms betroffen. Jeder dritte Einwohner und jede dritte Einwohnerin bewohnen ein Gebäude, an dem die Immissionsgrenzwerte und somit die Schädlichkeits- und Lästigkeitsgrenze gemäß der Schweizer Umweltschutzgesetzgebung überschritten werden.

Oft gelingt es nur durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen, die Grenzwerte einzuhalten. Maßnahmen an der Quelle – Geschwindigkeitsreduktionen oder lärmarme Beläge – erweisen sich dabei als besonders effektiv: Der Schweizer Bundesrat hat in seinem Nationalen Maßnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung die Priorisierung der Lärmbekämpfung an der Quelle bekräftigt und den Vollzugsbehörden fachliche Unterstützung bei der Umsetzung und Evaluation der entsprechenden Maßnahmen zugesichert [1]. Nicht zuletzt tragen Geschwindigkeitsbegrenzungen auch zu einer Senkung der Unfallopferzahlen bei [2].

2 Mit Maßnahmen an der Quelle gegen den Lärm

Die Stadt Zürich verfolgt seit mehreren Jahren das Ziel, die Lärmsanierung an der Quelle in einem ersten Schritt mit Temporeduktionen zu erreichen, namentlich durch Änderung der Beschilderung von Tempo 50 (T50) zu Tempo 30 (T30). In den vergangenen Jahren hat die Stadt Zürich auf gut 40 km des Straßennetzes mit übermäßiger Lärmbelastung T30 signalisiert. Wenn durch diese Maßnahme die Lärmgrenzwerte nicht eingehalten werden können, baut die Stadt – wenn möglich – lärmarme Beläge ein. Durch diese Maßnahmen verringern sich die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte (IGW) um bis zu 5 dB (Bild 1). Mit einer zusätzlichen Durchdringung der Fahrzeugflotte mit Elektromobilität¹⁾ – insbesondere beim Schwerverkehr – ist eine weitere Verringerung möglich. Die Gesamtmaßnahmenwirkung wurde im Sinne einer konservativen Schätzung auf maximal 7 dB begrenzt. Der Viewer Straßenlärm 4D²⁾ visualisiert die bestehende Lärmbelastung 2020 und die vom Stadtrat beschlossenen Szenarien „weitgehend Tempo 30“ (2035) und lärmarme Beläge (2045) sowie die zusätzliche Durchdringung mit Elektromobilität (2050).

3 Methoden und Fragestellungen der Längsschnittstudie

Aus Bild 1 geht hervor, dass sich trotz aller derzeit zur Verfügung stehenden Maßnahmen das gesetzlich vorgegebene Ziel – nämlich alle Personen vor übermäßigem Lärm zu schützen – nicht erreichen lässt. Würde sich jedoch eine Temporeduktion positiv und überproportional auf die Belästigungswirkung durch Straßenlärm auswirken, könnte über eine entsprechende Pegelkorrektur in der Schweizer Lärmschutz-Verordnung nachgedacht werden. Damit könnte man dem Ziel der Beseitigung der IGW - Überschreitungen näherkommen.

Um die Wirkung von Temporeduktionen von 50 auf 30 km/h auf die Bevölkerung zu untersuchen, führte der Umwelt- und Gesundheitsschutz (UGZ) der Stadt Zürich zusammen mit der Abteilung Lärm und nicht ionisierende Strahlung (NIS) des Bundesamts für Umwelt (Bafu) eine Längsschnittstudie durch.

Dazu wurden an 15 verschiedenen Straßenabschnitten des Zürcher Straßennetzes zufällig angeschriebene Anwohnende jeweils vor

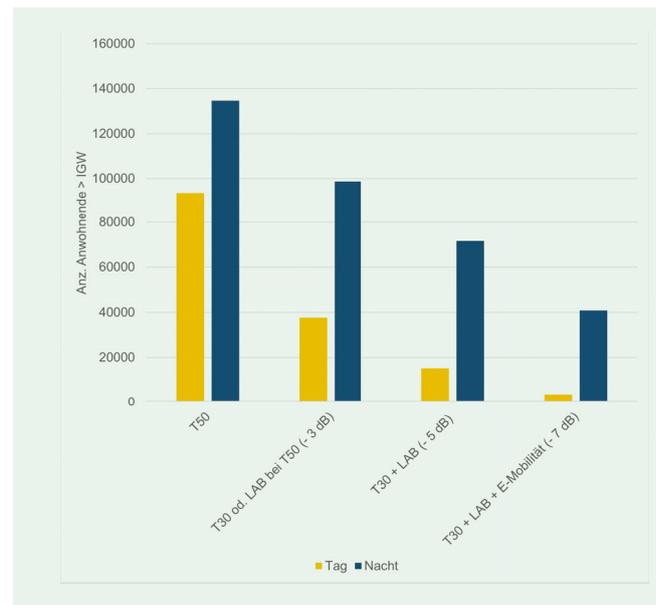


Bild 1 Prognosepfad der Lärmstrategie in der Stadt Zürich. Anzahl Anwohnende mit Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) für verschiedene Maßnahmen-Szenarien. Grafik: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich

und nach der Umstellung auf T30 zu ihrer Belästigung durch Lärm, zu lärminduzierten Schlafstörungen, zur wahrgenommenen Verkehrssicherheit und zur Akzeptanz von Temporeduktionen befragt.

3.1 Akzeptanz von Temporeduktionen

Die Befragten gaben im Fragebogen Auskunft darüber, wie stark sie T30 befürworten und welche Gründe für sie sowohl für als auch gegen eine Temporeduktion sprechen. Ebenfalls erhoben wurden die Erwartungen, die sie im Vorfeld an T30 hatten und ob beziehungsweise wie sich diese erfüllt haben. Die Ergebnisse sind im Bericht „Belästigungswirkung bei tiefen Geschwindigkeiten: Akzeptanz der Einführung von T30 in der Stadt Zürich“ dargestellt [3].

3.2 Belästigung, Schlafstörungen und Verkehrssicherheit

In der Studie „Auswirkungen der Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 auf 30 km/h auf Lärmbelastung, Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden“ [4] stand die Fragestellung im Fokus, wie stark die Temporeduktion die akustische Belastung und subjektiv empfundene Belästigung reduziert. Um die Wirkung zu quantifizieren, wurde erhoben, welcher dB-Reduktion diese Abnahme in einem sogenannten Expositionswirkungsmodell³⁾ entspricht oder wie sich die Exposi-

¹⁾ In Zukunft wird die Elektromobilität einen bedeutenden Beitrag zur Lärmbekämpfung an der Quelle leisten. Sie entfaltet ihre volle Wirkung bei T30 in Kombination mit einem lärmarmen Belag. Allerdings muss der Durchdringungsgrad der Fahrzeugflotte mit elektrischen Fahrzeugen mindestens 75 bis 80 % betragen und insbesondere die schweren Fahrzeuge umfassen.

²⁾ Der Immissionsviewer Straßenlärm 4D ist abrufbar unter https://3d.stzh.ch/app/3d/strassenlaerm4d_public/.

³⁾ Der Zusammenhang zwischen dem einwirkenden Lärm und der hervorgerufenen Wirkung – die sogenannte Expositions-Wirkungs-Beziehung – wird durch groß angelegte Befragungen in der Bevölkerung ermittelt. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen dienen als Grundlage zur Festlegung der Belastungsgrenzwerte in der Schweizer Lärmschutz-Verordnung (LSV).

tionswirkungskurven für Belästigung und Schlafstörungen zwischen dem T50- und dem T30-Regime unterscheiden.

Empirische Studien zu Auswirkungen von Änderungen der signalisierten Höchstgeschwindigkeit sind sehr rar, wie der jüngste systematische WHO-Review über Interventionsstudien im Lärmbereich [5] zeigt. Die oben genannte Studie ist somit wohl eine der wenigen, die mit einer Vorher-Nachher-Befragung untersucht hat, ob die Geschwindigkeitsreduktion auf 30 km/h auch eine Reduktion der Belästigung durch den Lärm nach sich zieht und vor allem: ob sich Expositionswirkungsbeziehungen je nach Temporegime unterscheiden.

4 Befragungen vor und nach der Umstellung auf Tempo 30

Die Untersuchungen beider Studien fanden in den Jahren 2017 bis 2020 an 15 von der Umstellung von T50 auf T30 betroffenen Straßenabschnitten in der Stadt Zürich statt. Ausgewählt wurden Straßen in Wohngebieten mit homogenen Lärmemissionen und ohne andere dominante Lärmquellen.

Vor der Umstellung auf T30 wurden die Anwohnenden – eine zufällig gewählte Person pro Haushalt – angeschrieben und gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Im Durchschnitt über ein Jahr nach der Umstellung und wenn möglich zur gleichen Jahreszeit erhielten dieselben Personen erneut einen Fragebogen mit weitgehend denselben Fragen. Dieses Vorgehen ermöglichte einen direkten Vorher-Nachher-Vergleich der Antworten beziehungsweise ein sogenanntes „Repeated measures“- beziehungsweise Längsschnitt-Design. Anschließend wurden die anonymisierten Basisdaten aus den Fragebögen mit den Lärmbelastungsdaten zusammengeführt.

4.1 Erhebung der Lärmemissionen und -immissionen

Für die Studie zur Wirkung von T30 [4] berechneten die Lärmfachleute an den gleichen Straßenabschnitten, an denen die Befragungen stattfanden, die jeweiligen Emissionspegel und auch die Immissionen vor und nach der Umstellung. So ließ sich der Expositionswirkungszusammenhang beim Regime mit T30-Beschilderung vom Regime mit T50-Beschilderung unterscheiden.

Zur Bestimmung der Emissionen standen einerseits der Lärmbelastungskataster (LBK) des UGZs und andererseits die Verkehrsgutachten der Dienstabteilung Verkehr (DAV) der Stadt Zürich zur Verfügung (Verkehrsmengen und gefahrene Geschwindigkeiten). Die Emissionsberechnungen erfolgten mit dem neuen Emissionsberechnungsmodell „sonRoad18“ [6] ohne Richtwirkungskorrektur. Die Verkehrsmengen wurden – falls vorhanden – den Verkehrsgutachten der DAV entnommen, ansonsten dem LBK.

Die Berechnung der Lärmimmissionen erfolgte mit einer sogenannten Hausbeurteilung in der Software „CadnaA“ mit dem Ausbreitungsmodell „Stl86+“. Das für die Berechnungen erforderliche digitale Geländemodell und die Gebäudegrundrisse entstammen der amtlichen Vermessung der Stadt Zürich. Die verbauten Straßenbeläge und ihr Alter waren nicht bekannt. Da in der Stadt Zürich meist AC8-Beläge verbaut sind, wurde gemäß sonRoad18 und dem Leitfadens Straßenlärmsanierung ein KB-Wert von 0 dB für den Belag verwendet [7].

4.2 Befragung der Anwohnenden und Auswertung der Daten

Die ersten drei Abschnitte des Fragebogens beinhalteten neben Angaben wie Alter, Geschlecht oder Haushaltsgröße Fragen zur

Belästigung durch Lärm verschiedener Lärmquellen und zu Schlafstörungen durch Lärm sowie zu Lärmbewältigungsstrategien. Die vollständigen Fragebögen können in den Anhängen A4 und A5 der Studie eingesehen werden [4].

Der Grad der Belästigung durch Straßenverkehrslärm wurde sowohl mit der verbalen 5-Punkte-ICBEN-Skala mit den Skalenergebnissen „überhaupt nicht“, „etwas“, „mittelmäßig“, „stark“, „äußerst“ (Frage 2.1) als auch numerisch auf einer Skala von 1 bis 10 (Frage 2.3) erhoben. Als „stark belästigt“ (highly annoyed, HA) galten dabei die Antworten „stark“ und „äußerst“ bei der ICBEN-Skala sowie die Werte ≥ 8 bei der numerischen 11-Punkte-Skala. Bei den Schlafstörungen, die mit einer 11-Punkte-Skala abgefragt wurden, definiert sich der Status „starke Schlafstörung“ (highly sleep disturbed, HSD) mit Werten ≥ 8 .

Die Verwendung zweier Skalen hat den Vorteil, dass die Befragten die Lärmbelastigung auf zwei mögliche Arten quantifizieren können und die Resultate mit anderen Studien, die nur die eine oder andere Skala verwenden, vergleichbar sind.

Im vierten Teil des Fragebogens zur Akzeptanz von T30 waren Fragen zu beantworten wie die Befürwortung von T30 an der eigenen und an anderen Straßen, zu den Gründen für und gegen T30, zu den Erwartungen, welche mit der Einführung von T30 verbunden waren, sowie – in der Befragung nach Einführung von T30 – dazu, inwiefern die Erwartungen erfüllt wurden. Bei der Vorher-Befragung wurden von den 3732 versendeten Fragebögen 1311 zurückgesandt. Insgesamt konnten 880 Personen zweimal befragt werden. Frauen waren dabei leicht in der Überzahl.

5 Akzeptanz, Straßenlärmbelastung, Lärmbelastigung und Schlafstörung: wichtigste Erkenntnisse

5.1 Akzeptanz der Reduktion auf Tempo 30

Der Anteil Befürwortender von T30 an der eigenen Straße und an anderen Straßen mit Wohnnutzung war sowohl vor wie nach der Einführung von T30 sehr hoch. Die Befürwortungsraten bei der eigenen Straße lagen vor Einführung von T30 bei knapp 70 %, die Befürwortungsraten bei anderen Straßen mit Wohnnutzung bei knapp 80 %. Die Einführung von T30 bewirkte eine Steigerung der Befürwortung an der eigenen Straße auf rund 80 %. Die Befürwortung bei anderen Straßen mit Wohnnutzung erhöhte sich durch die Einführung von T30 nicht wesentlich (wenige Prozentpunkte).

Die im Fragebogen angegebenen Gründe für diese hohe Befürwortung liegen in der Erwartung, dass T30 die Sicherheit generell und speziell für Kinder erhöht und den Straßenverkehrslärm reduziert, und auch, dass die Verkehrsmenge reduziert wird.

Die Gegner und Gegnerinnen bezweifelten, dass T30 entsprechende Wirkungen auslösen kann, sogar kontraproduktiv sein könnte oder sie fanden T30 unnötig. Für ein Drittel der Befragten hatten sich die Erwartungen nicht erfüllt, sie monierten insbesondere, dass T30 nicht eingehalten werde [3].

5.2 Straßenlärmbelastung

Der Erfolg der Geschwindigkeitsreduktion als Lärmschutzmaßnahme bemisst sich in erster Linie anhand der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten nach der Umstellung. T30 wurde im Studienperimeter sowohl tags als auch nachts gut eingehalten – obwohl der Wechsel des Temporegimes nur durch neue Beschilderung

derung und in knapp der Hälfte der Fälle durch Bodenmarkierungen angezeigt wurde.

Nach Einführung der Geschwindigkeitsbegrenzung gingen die Straßenlärmpegel (L_{eq}) am lautesten Fassadenpunkt des Studienperimeters im Mittel um 1,6 dB tags und 1,7 dB nachts zurück. Dies erscheint zunächst als wenig, erklärt sich aber dadurch, dass im Studienperimeter die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit bei T50 im Durchschnitt eher bei 40 km/h liegt [4].

5.3 Empfundene Belästigung und selbstberichtete Schlafstörungen

Der Grad der Belästigung und von Schlafstörungen wurde in der Befragung mit mehreren Punkteskalen abgefragt. Anschließend bildeten die Studienverfassenden die „Vorher-Nachher“-Vergleiche der wichtigsten abhängigen Variablen – das heißt zur Belästigung, zu selbstberichteten Schlafstörungen und zur selbsteingeschätzten Verkehrssicherheit – in verschiedenen Grafiken ab.

Gespiegelte Histogramme zeigen die Verteilung der Belästigungsantworten auf der 11-stufigen ICBEN-Skala (Bild 2, oben) und der lärminduzierten Schlafstörungen auf einer ähnlichen 11-Punkte-Skala (Bild 2, unten), während der Voruntersuchung (50 km/h, rot) und der Nachbefragung (30 km/h, grün). Es ist ersichtlich, dass höhere Belästigungswerte im 30-km/h-Regime nur etwa halb so häufig auftreten wie im 50-km/h-Regime. Ein ähnlicher Effekt ist bei der Schlafstörung zu beobachten.

5.4 Expositions-Wirkungsbeziehungen bei T50 und T30

Die beobachteten Veränderungen des Mittelwerts beziehungsweise der Verteilung einiger zentraler Untersuchungsvariablen deuten auf eine geringfügige, aber signifikante Abnahme der Belästigung und der selbstberichteten Schlafstörungen und eine Zunahme der empfundenen Verkehrssicherheit nach Umstellung von T50 km/h auf T30 km/h hin.

Es bleibt die Frage, wie sich die Expositionsbeziehungen bei T30 verändert haben. Erklärt die beobachtete Reduktion des Mittelungspegels die Reduktion der Belästigung durch Straßenlärm ausreichend? Möglicherweise vermindern zusätzliche Faktoren wie weniger schnell ansteigende Vorbeifahrpegel (geringere Flankensteilheit) oder geringere Maximalpegel die Belästigung überproportional. Mit entsprechenden statistischen Modellen wurde dieser Zusammenhang überprüft.

5.4.1 Starke Belästigung

Die Auswertungen zeigen, dass bei gleichbleibendem Mittelungspegel L_{Day} (6 bis 22 Uhr) im T50-Regime der Anteil stark Belästigter höher ist. Das T30-Regime übt demnach, unabhängig vom Mittelungspegel L_{Day} , einen belästigungsmindernden Effekt aus. Ausgedrückt in Dezibel verschiebt sich die Kurve des L_{Day} am lautesten Fassadenpunkt bei den stark Belästigten (%HA) um 2,18 dB (Bild 3).

In einem Modell, in dem die stark Belästigten (%HA) auf den L_{Day} an der Schlafzimmerfassade regressiert werden, ist die Verschiebung mit 4,42 dB sogar noch größer. Dieser Rückgang der Belästigung ist nicht einfach durch die geringere mittlere Lärmbelastung (L_{Day}) in der T30-Situation erklärbar, denn der Effekt der (geringeren) Lärmbelastung ist in den statistischen Modellen bereits berücksichtigt. Für die über den ganzen Pegelbereich ins-

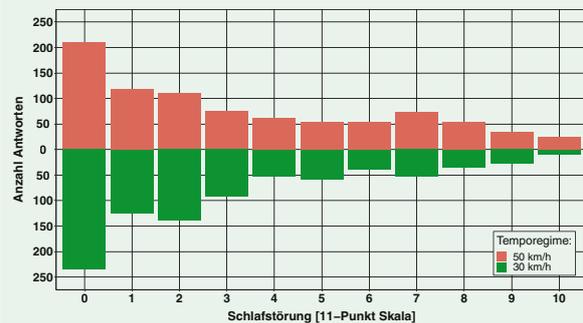
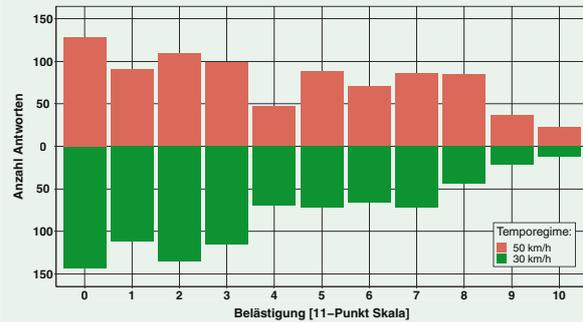


Bild 2 Belästigung durch Lärm (oben) und lärminduzierte Schlafstörungen (unten). Grafik: Mark Brink, Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz, persönliche Kommunikation, aufbereitet nach [4].

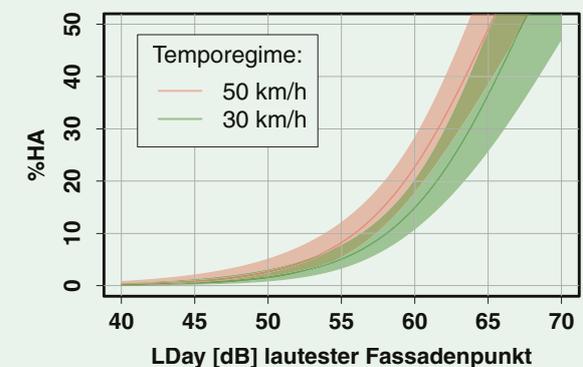


Bild 3 Expositions-Wirkungskurven für starke Belästigung (%HA) am lautesten Fassadenpunkt auf der 5-Punkte-ICBEN-Skala. Grafik: Mark Brink, Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz, persönliche Kommunikation, aufbereitet nach [4].

gesamt geringere Belästigung mit T30 müssen deshalb andere mögliche Erklärungen in Betracht gezogen werden [4].

Detailliertere Auswertungen zeigen, dass von T30 vor allem Personen profitieren, deren Schlafzimmer zur Straße hin oder seitlich zur Straße orientiert ist. Bei Personen, deren Wohnung oder zumindest das Schlafzimmer auf einen Innenhof gerichtet ist, bewirkt die Einführung von T30 keine Verschiebung der Expositionsbeziehungen (Bild 4).

Der mögliche Einfluss weiterer Effekt-Modifikatoren auf die starke Belästigung wurde untersucht. Es zeigte sich jedoch, dass

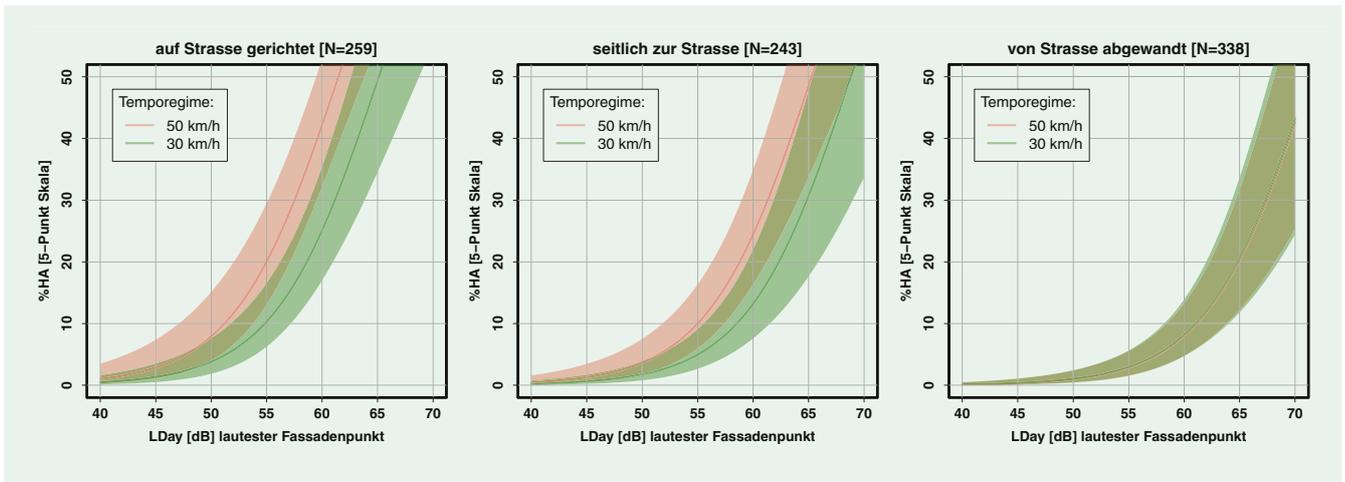


Bild 4 Expositions-Wirkungsbeziehung für starke Belästigung (%HA) am Tag am lautesten Fassadenpunkt. Grafik: Mark Brink, Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz, persönliche Kommunikation, aufbereitet nach [4].

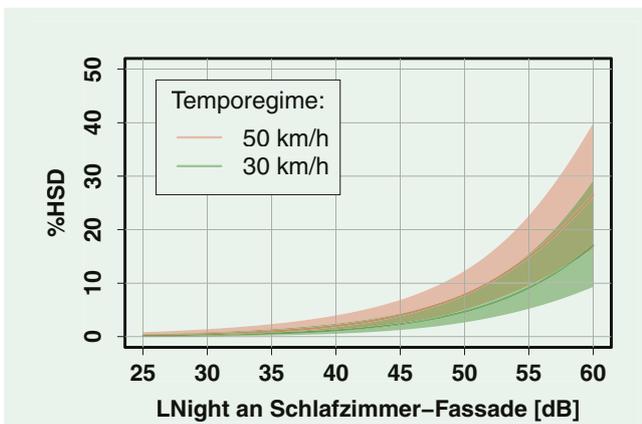


Bild 5 Expositions-Wirkungskurven für starke Schlafstörung (%HSD) durch Straßenlärm vor und nach der Umsignalisation. Grafik: nach [4].

die Etappe der Befragungen, die Wohndauer, Schallschutzfenster, die Verweildauer im Außenbereich, die mittlere Außentemperatur sowie die Corona-Fallzahlen keinen signifikanten modifizierenden Effekt auf die Wahrscheinlichkeit, stark belästigt zu sein, aufwiesen [5; 9].

5.4.2 Starke Schlafstörung

Hier zeigt sich ein ähnliches Bild der gegeneinander verschobenen Kurven (3,91 dB): Mit T30 führt ein und derselbe Pegel in der Nacht am Schlafzimmer zu einem entsprechend geringeren Prozentsatz von Personen mit selbstberichteten Schlafstörungen (**Bild 5**) [5; 9].

5.5 Störfaktoren

Um zu prüfen, ob wirklich die Tempo-30-Umstellung zur Belästigungsabnahme geführt hat, wäre eine Kontrollgruppe mit Personen ohne Tempoumstellung erforderlich gewesen. Dies war im Rahmen der Studie nicht möglich und angebracht.

Es wurden aber andere mögliche Störfaktoren untersucht, eine davon war die zum Befragungszeitpunkt vorherrschende Außentemperatur. Die Auswertungen ergaben, dass die Temperatur kei-

nen signifikanten Effekt auf die „starke Störung“ aufwies, jedoch auf die Variable „Schlafstörungen“: Störungen des Schlafs nehmen also mit höherer Temperatur zu. Dies ist erwartbar, da bei höheren Temperaturen die Schlafqualität ohnehin abnimmt und öfters die Fenster offengehalten werden – so kann der Außenlärm unerwünschterweise ins Innere eindringen. Durchschnittlich war es aber während der Nachbefragung wärmer. Umso bedeutsamer ist es, dass sich der Effekt von geringerer Belästigung und Schlafstörungen beim T30-Regime, als es wärmer war, dennoch signifikant zeigte.

Die Modellierung des Effekts der täglichen Corona-Fallzahlen zum Zeitpunkt der Nachbefragung lieferte keine Anhaltspunkte dafür, dass die Coronakrise das Ergebnis der Studie systematisch verzerrt hat.

6 Diskussion und Fazit

Die Befragungen haben ergeben, dass T30 bei der befragten Bevölkerung in Zürich einen großen Rückhalt genießt. Über alle Straßenabschnitte gesehen waren vor der Einführung von T30 knapp 70 % aller Personen für die Einführung von T30 an der eigenen Straße und knapp 80 % aller Personen für die Einführung von T30 an anderen Straßen mit Wohnnutzung. Die Einführung von T30 ging mit einer Steigerung der Befürwortungsrate an der eigenen Straße um etwa zehn Prozentpunkte einher, bei anderen Straßen mit Wohnnutzung erhöhte sich die Befürwortungsrate nicht wesentlich um wenige Prozentpunkte. Nach der Einführung waren über alle Straßen gesehen somit über 80 % aller Personen für T30 an der eigenen und an anderen Straßen mit Wohnnutzung [3].

Die mittlere Reduktion des L_{eq} am lautesten Fassadenpunkt, die durch die Umstellung auf T30 erzielt wird, beträgt etwas weniger als 2 dB. Dieser Pegelrückgang ist als wahrnehmbar zu bezeichnen [10] und liegt bei einem mittleren Geschwindigkeitsrückgang von knapp 10 km/h im Rahmen der Erwartung.

Neben dem Rückgang des Mittelungspegels zeigen die Ergebnisse einen signifikanten Rückgang der Straßenlärmbelästigung und von selbstberichteten Schlafstörungen sowie einer signifikanten Steigerung des Verkehrssicherheitsempfindens. Besonders hervorzuheben ist, dass die modellierten Expositionswirkungsbeziehungen (für Belästigung und Schlafstörungen) nach der Ein-

führung des neuen Temporegimes zu geringeren Wirkungen hin verschoben wurden. Das heißt, gleich hohe Mittelungspegel werden im T30-Regime als weniger belästigend oder schlafstörend empfunden als im T50-Regime.

Die Reduktion der Belästigung und von selbstberichteten Schlafstörungen wirkt also über den ganzen Bereich des Mittelungspegels und beträgt im Mittel aller Personen zwischen etwa 2 bis 4 dB tagsüber und rund 4 dB nachts. Vereinfacht an einem hypothetischen Beispiel erklärt: Eine Stadtbewohnerin, die trotz Einführung von T30 keinen Rückgang des Mittelungspegels erfährt, weil sie beispielsweise von einer wenig befahrenen T50-Straße an eine stärker befahrene T30-Straße umzieht, fühlt sich beim selben Mittelungspegel am neuen Wohnort mit T30 dennoch weniger belästigt als vorher.

Die Ergebnisse zeigen, dass Faktoren, die mit der geringeren Fahrgeschwindigkeit zusammenhängen, Belästigungen und Schlafstörungen reduzieren. Dies sind erste Hinweise darauf, dass bei der Beurteilung von Straßenlärm bei geringen Geschwindigkeiten durchaus über eine negative Pegelkorrektur (wie sie etwa die Schweizer Lärmschutz-Verordnung für geringe Verkehrsmengen beim Straßen- und Bahnlärm bereits kennt) nachgedacht werden darf.

Erklären lassen sich diese Beobachtungen einerseits durch akustische Effekte wie geringere Pegelanstiege oder Maximalpegel bei Vorbeifahrten; andererseits kommen auch psychologische Gründe in Frage wie beispielsweise das gesteigerte Verkehrssicherheitsempfinden.

Nicht beantworten kann die Studie die Frage, ob das Belästigungsempfinden der Anwohnerinnen und Anwohner nach einer gewissen Zeit wieder ansteigen wird. Es könnte sein, dass sich Personen nach mehreren Jahren an das T30-Regime gewöhnen und die Belästigung mit der Zeit wieder ähnlich stark empfunden wird wie vor der Umstellung [4].

7 Ausblick: Weitere Untersuchungen erforderlich

Die Studie wurde an wenigen, praktisch ausschließlich kommunalen Straßen der Stadt Zürich durchgeführt. Für eine Konsolidierung der hier berichteten Ergebnisse und Extrapolation auf Straßen mit größerem Verkehrsaufkommen und auch auf weitere Städte in der Schweiz, ist es angezeigt, die Untersuchung räumlich und zeitlich sowie betreffend der Straßencharakteristik auszuweiten und gleichzeitig auch methodisch zu optimieren. Diese Optimierungen sollten vor allem darauf abzielen, eine Kontrollgruppe zu etablieren sowie zeitraumrepräsentative Verkehrsdaten zu den Zeitpunkten der Vorher- und Nachher-Befragungen zu erheben. ■

Literatur

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft: Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung – Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 15.3840 Barazzone vom 14. September 2015. 28. Juni 2017, <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/48859.pdf>, zuletzt abgerufen am 23.11.2023.
- [2] Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU): Mit Tempo 30 die Verkehrssicherheit erhöhen – Fakten und Argumente. 2020, Aktualisierungen: März 2023, November 2023, https://www.bfu.ch/media/3ilcbwuj/2023-11-09_tempo_30_fakten_de_fin.pdf, zuletzt abgerufen am 23.11.2023.
- [3] Artho, J.: Belästigungswirkung bei tiefen Geschwindigkeiten: Akzeptanz der Einführung von Tempo 30 in der Stadt Zürich; Sozialforschungsstelle der Universität Zürich: 2021 https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/gesundheitschutz/schadstoffe_laerm_strahlen/aussenraum/laerm/strassenlaerm/sanierungsstrategie.html
- [4] Mathieu, S.; Rüttener, S.; Brink, M.: Auswirkungen der Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h auf Lärmbelästigung, Schlafstörungen und das Verkehrssicherheitsempfinden. 27. April 2022, <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/laerm/fachinfo-daten/L%C3%A4ngsschnitt-Befragungsstudie%20Tempo%2030%20Stadt%20ZH.pdf.download.pdf/L%C3%A4ngsschnitt-Befragungsstudie%20Tempo%2030%20Stadt%20ZH.pdf>, zuletzt abgerufen am 23.11.2023.
- [5] Brown, A.; van Kamp, I.: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review of Transport Noise Interventions and Their Impacts on Health. International journal of environmental research and public health, 2017 Aug 3;14(8):873. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080873>.
- [6] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Strassenlärm-Berechnungsmodell sonROAD18. Aufbereitung der Eingabedaten und Ausbreitungsrechnung. Bern, 2021, Umwelt-Wissen Nr. 2127, https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/laerm/uv-umwelt-wissen/strassenlaerm_berechnungsmodell_sonroad18.pdf.download.pdf/strassenlaerm_berechnungsmodell_sonroad18.pdf, zuletzt abgerufen am 23.11.2023.
- [7] Schguanin, G.; Ziegler, T.: Leitfaden Strassenlärm. Vollzugshilfe für die Sanierung. Stand: Dezember 2006. Umwelt-Vollzug Nr. 0637. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2006, https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/laerm/uv-umwelt-vollzug/leitfaden_strassenlaermvollzugshilfefuerdiesanierung.pdf.download.pdf/leitfaden_strassenlaermvollzugshilfefuerdiesanierung.pdf, zuletzt abgerufen am 23.11.2023.
- [8] Brink, M.; Mathieu, S.; Rüttener, S.: Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure-response relationships: Evidence from a field study in Zurich. Environment International, Volume 170, 2022, 107651, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107651>.
- [9] Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLK): Tempo 30 als Lärmschutzmassnahme: Grundlagenpapier zu Recht – Akustik – Wirkung. Bern, 2015 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/suche.html#Tempo%2030%20als%20L%C3%A4rmschutzmassnahme%20Grundlagenpapier>



Simone Mathieu

Projektleiterin Lärmschutz, Stadt Zürich, Umwelt- und Gesundheitsschutz (UGZ), Fachstelle Lärmschutz

Simone.Mathieu@zuerich.ch

Foto: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich



Stefanie Rüttener

Leiterin Lärmschutz, Stadt Zürich, UGZ, Fachstelle Lärmschutz

Stefanie.Ruettener@zuerich.ch

Foto: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich

Mehr Schutz vor Lärm durch konsequentes Handeln

Zum Abschluss des LärmKongresses im Juni 2023 in Stuttgart veröffentlichten die Staatssekretärin Elke Zimmer (Baden-Württemberg) und die Staatssekretäre Jens Deutschendorf (Hessen), Viktor Haase (Nordrhein-Westfalen) und Michael Hauer (Rheinland-Pfalz) eine gemeinsame Erklärung mit zentralen Forderungen an den Bund, bessere rechtliche Rahmenbedingungen zum Schutz vor Verkehrslärm zu schaffen. Staatssekretärin Elke Zimmer aus dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg berichtet im Interview mit der Lärmbekämpfung von der Notwendigkeit, dem Schutz vor Lärm eine höhere Priorität einzuräumen, und der Forderung an den Bund, im Interesse der betroffenen Bürgerinnen und Bürger tätig zu werden.

Redaktion Lärmbekämpfung: Guten Tag Frau Zimmer. Sie sind Staatssekretärin im Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Dort sind Sie unter anderem zuständig für das Thema Lärmschutz. Welche Stellung nimmt Schutz vor Lärm für Sie ein?

Elke Zimmer: Ein zentrales Anliegen ist für mich, dass unsere Verkehrspolitik in Baden-Württemberg zum Schutz der Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger beiträgt. Dabei spielt neben dem Klimaschutz der Schutz vor Verkehrslärm eine ganz zentrale Rolle. Aus den aktuellen Lärmkartierungen des Straßen- und Schienenverkehrs sehen wir, dass mehrere Millionen Menschen in Deutschland unter Lärmpegeln leiden, welche nicht nur die Lebensqualität beeinträchtigen, sondern auch gesundheitlich relevant sind. Verkehrslärm ist zudem eine Frage der Umweltgerechtigkeit. Oft ist es so, dass



Elke Zimmer MdL, Staatssekretärin im Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
Foto: Sebastian Berger.

Menschen mit geringem Einkommen seltener Auto fahren, aber an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen wohnen. Diese

Menschen sind dadurch einem höheren Gesundheitsrisiko durch Lärm ausgesetzt als Menschen, die in ruhigen Wohngebieten leben.

Der Schutz vor Lärm ist für die Landesregierung von Baden-Württemberg ein zentrales Anliegen und daher auch im aktuellen Koalitionsvertrag verankert. In den letzten Jahren wurde schon viel für den Schutz vor Lärm getan. Die rechtlichen Rahmenbedingungen sind jedoch ungenügend, um die Gesundheit von Menschen effektiv vor Verkehrslärm zu schützen und das Entstehen neuer Lärmprobleme zu verhindern. Hier muss sich dringend etwas ändern.

Was wir brauchen, ist eine umweltverträgliche und nachhaltige Mobilität, Fahrzeuge, die leiser unterwegs sind, weniger motorisierten Verkehr auf unseren Straßen, die verstärkte Nutzung eines attraktiven ÖPNV und mehr

Raum für Rad- und Fußverkehr. Außerdem müssen unsere Ortsmitten lebenswerter werden. Damit wir das erreichen, müssen wir heute die Weichen dafür stellen.

Im Juni 2023 veranstaltete das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg den LärmKongress 2023. Was hat das Ministerium bewogen, den LärmKongress zu veranstalten und welche Ziele haben Sie damit verbunden?

Beim LärmKongress 2023 handelt es sich bereits um den vierten Kongress zum Lärmschutz, den das Land Baden-Württemberg durchgeführt hat. Das Thema Schutz vor Lärm berührt viele Fachgebiete und Bereiche. Um einen effektiven Schutz vor Lärm umzusetzen, ist es daher wichtig, dass sich die unterschiedlichen Akteure vernetzen, die Themen und Fragestellungen zusammen denken und an einem Strang ziehen.

Das haben wir auch deutlich an der Gesamtzahl der Teilnehmenden gesehen. Wir hatten mehr als 350 Teilnehmende aus ganz Deutschland sowie aus Österreich und der Schweiz. Neben Forscherinnen und Forschern waren Landes- und Bundesbehörden, aber auch kommunale Verwaltungen, Ingenieurbüros und viele weitere Akteure vertreten.

Der LärmKongress stand unter dem Motto „Gesundheit konsequent schützen“. Es war uns wichtig, das ganz klar hervorzuheben. Denn oft ist es so, dass wir zwischen der Forschung, den Vorschriften und dem Verwaltungshandeln das wichtigste aus dem Blick verlieren: Den Schutz der Menschen vor gesundheitsschädlichen Lärmeinflüssen.

Das verdeutlichte für mich bereits der Auftaktvortrag beim LärmKongress von Professorin Claudia Hornberg, die darauf verwies, dass Lärm und Ruhe eine Frage der Umweltgerechtigkeit sind. Die darauffolgenden parallelen Fachvorträge widmeten sich den Themen „Schutz vor Verkehrslärm“, „Die Stadt von morgen planen“, „Mobilität: Mit Ruhe ans Ziel“, „Motorradlärm“, „Lärmaktionsplanung“ und „Lärm und Gesundheit“. Der LärmKongress hat einen hervorragenden Rahmen geboten, uns alle an einen Tisch zu bringen und das Thema Schutz vor Lärm und seine zahllosen Facetten gemeinsam zu besprechen, Impulse zu liefern und Ideen für Lösungen zu den drängendsten Problemen anzustoßen.



Grafische Darstellung der Forderungen der gemeinsamen Erklärung zum Schutz vor Lärm.
Grafik: Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg.

Sie hatten die unzureichenden rechtlichen Rahmenbedingungen angesprochen. Ist es wirklich so schlecht um diese bestellt?

Das Fehlen einer gesetzlich verankerten Lärmsanierung für bestehende Straßen und Schienenwege angesichts der vielen Situationen mit sehr hohen Lärmbelastungen ist keine bloße Unzulänglichkeit des nationalen Lärmschutzrechts. Prof. Kupfer ging in seinem Vortrag zur Handlungspflicht des Staates sogar so weit, dass er eine Schutzpflichtverletzung des Staates erkennt, weil dieser seiner verfassungsrechtlichen Pflicht zum Schutz vor gesundheitsgefährdendem Lärm nur ungenügend nachkommt. Seine dringende Empfehlung lautet daher, die Schwelle zur gesundheitsschädlichen Lärmbelastung in ei-

nem ersten Schritt bei 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts gesetzlich festzulegen. Zudem sollte laut Prof. Kupfer der Lärm durch Straßen- und Schienenverkehr gemeinsam betrachtet werden. Ich glaube, das verdeutlicht, dass der Bundesgesetzgeber hier unbedingt tätig werden muss. Bestehende Situationen gesundheitsschädlicher Lärmbelastungen sollten in absehbarer Zeit möglichst beseitigt und das Entstehen neuer Belastungsschwerpunkte möglichst verhindert werden.

Sie haben auf dem LärmKongress eine gemeinsame Erklärung zusammen mit den für Verkehr und Mobilität zuständigen Amtskollegen von Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz

vorgestellt. Was hat Sie und Ihre Amtskollegen bewogen, diese gemeinsame Erklärung zum Schutz vor Lärm zu verfassen?

Die Lärmprobleme im Land verdeutlichen uns, dass unbedingt etwas passieren muss. Daher habe ich mich mit den für Verkehr und Mobilität zuständigen Staatssekretären Jens Deutschendorf (Hessen), Viktor Haase (Nordrhein-Westfalen) und Michael Hauer (Rheinland-Pfalz) zusammengetan. Die rechtlichen Rahmenbedingungen schränken die Bemühungen der Länder, Städte und Gemeinden stark ein, Lärm- und Gesundheitsschutz zum Wohl der Bürgerinnen und Bürger voranzubringen. Es muss leiser werden und dafür muss vor allem bei den rechtlichen Vorgaben zum Schutz vor Verkehrslärm etwas getan werden.

Die Lärmkartierungen von Straßen und Schienenwegen zeigen uns die bestehenden Lärmprobleme auf. Wenn Millionen von Menschen in Deutschland gesundheitsrelevanten Lärmbelastungen durch den Straßen- und Schienenverkehr ausgesetzt sind, auf der anderen Seite der bauliche Lärmschutz an bestehenden Verkehrswegen aber eine rein freiwillige Leistung der Baulastträger ist, dann liegt etwas im Argen. Wir brauchen mehr Verbindlichkeit, um die Menschen besser schützen zu können.

Trotz der zahlreich belegten Lärmprobleme besteht kein Rechtsanspruch auf Schutz vor Lärm an bestehenden Straßen oder Schienenwegen. Die Hürden zur Anordnung straßenverkehrsrechtlicher Maßnahmen aus Gründen des Lärmschutzes sind zu hoch. Ein systematischer Ansatz zur Lärmsanierung für alle Straßen, von der Gemeindestraße bis zur Autobahn, und alle Schienenwege, von den privaten Bahnen bis zu den Schienenwegen des Bundes, fehlt. Das Entstehen neuer Lärmprobleme wird mit den aktuellen Regelungen nicht wirksam verhindert.

Diese Schutzlücken gilt es im Interesse der betroffenen Bürgerinnen und Bürger zu schließen. Zahlreiche Vorstöße der Länder, mit denen konkrete Verbesserungs- und Regelungsvorschläge unterbreitet wurden, wurden bisher durch den Bund nicht aufgegriffen. Mit unserer gemeinsamen Erklärung treten

wir erneut an den Bund heran, um eine dringend notwendige Verbesserung zu erzielen.

Wie sehen Ihre Forderungen genau aus?

Wir fordern, dass dem Schutz vor Verkehrslärm eine höhere Priorität eingeräumt werden muss. Hierfür müssen bessere rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden sowie das verkehrspolitische Handeln stärker am Gesundheitsschutz der Bevölkerung ausgerichtet werden. Nachhaltige Mobilität und Lärmschutz gehen Hand in Hand.

Weiter fordern wir, dass die gesetzlichen Bestimmungen zum Lärmschutz für den Neu- und Ausbau von Straßen und Schienenwegen um verhältnismäßige fachrechtliche Regelungen für bestehende Straßen und Schienenwege ergänzt werden sollten. Die derzeit bestehende Regelung ist weder geeignet, die gewachsenen Lärmprobleme an Bestandsstrecken zu lösen, noch das Entstehen weiterer gesundheitskritischer Lärmbelastungen wirksam zu verhindern. Diese muss um eine brauchbare Gesamtlärmbetrachtung ergänzt werden.

Wir sehen auch, dass es insbesondere an verbindlichen, am Gesundheitsschutz der Bevölkerung ausgerichteten Schwellenwerten mangelt. Die in den Lärmschutz-Richtlinien-Straßenverkehr genannten Werte von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts erfüllen diesen Anspruch nicht und müssen abgesenkt werden. Die Rechtsprechung sieht spätestens bei solchen Lärmbelastungen die grundrechtliche Zumutbarkeitsschwelle als überschritten an. Schon die Verankerung der Schwellenwerte 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts würde die Gesundheitsrisiken nach einhelliger Meinung der Lärmwirkungsforschung deutlich absenken.

Zudem fordern wir, dass bei straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen die Ziele des Klima-, des Umwelt- und des Gesundheitsschutzes als Anordnungsgründe bei Geschwindigkeitsbeschränkungen stärker berücksichtigt werden können. Insbesondere sollten die Hürden für Geschwindigkeitsbeschränkungen aus Gründen des Lärmschutzes herabgesetzt werden.

In dem letzten Punkt könnte sich durch die Novelle des Straßenverkehrsgesetzes und der Straßenverkehrsordnung etwas

– ich sage mal – in die richtige Richtung bewegen. Eine Novellierung bleibt weiterhin das angestrebte Ziel. Die Hürden für Geschwindigkeitsbeschränkungen aus Gründen des Lärmschutzes müssen herabgesetzt werden und die Ziele des Klima-, des Umwelt- und des Gesundheitsschutzes auch bei Geschwindigkeitsbeschränkungen stärker berücksichtigt werden.

Die Forderungen unserer Erklärung richten sich an den Bund, der die zwingend erforderlichen rechtlichen Änderungen endlich auf den Weg bringen muss (siehe Grafik).

Haben Sie bereits eine Rückmeldung vom Bundesverkehrsministerium erhalten?

Wir befinden uns im Kontakt mit dem Bundesverkehrsministerium und hoffen auf einen guten und zielführenden Austausch.

Wie sieht ihr Fazit zum LärmKongress aus?

Beim LärmKongress ist uns erneut deutlich geworden, dass Schutz vor Lärm mehr ist als die Diskussion um Tempolimits. Eine zentrale Frage ist, wie wir uns als Gesellschaft unsere Mobilität und unsere Städte von morgen wünschen und vorstellen. Wenn wir dem Schutz vor Lärm nicht die erforderliche Priorität beimessen, dann ist das eine Entscheidung zu Lasten derer, die tagtäglich gesundheitsrelevantem Verkehrslärm an Straßen und Schienenwegen ausgesetzt sind.

Jede Entscheidung für den Schutz vor Lärm ist eine Entscheidung für den Menschen, für die Gesundheit der Menschen. Und jede Entscheidung, es beim Status quo zu belassen, ist eine Entscheidung dagegen. Eine zukunftsfähige Mobilität muss Klima, Umwelt und menschliche Gesundheit im Blick haben. Dies gilt natürlich auch für eine zukunftsfähige Stadtplanung. Nur so sind lebenswerte, attraktive Städte mit hoher Aufenthaltsqualität und mehr Ruhe wirklich erreichbar. Dafür müssen wir uns jeden Tag aufs Neue einsetzen.

Vielen Dank für das Interview

Das Interview erfolgte in schriftlicher Form zwischen der Lärmbekämpfung und Frau Staatssekretärin Zimmer.

Anmerkung zur Messung von Windenergieanlagen

Einschätzung von Sergio Martinez zum Beitrag [1] „Messung von Windenergieanlagen mit Vorwissen und Zusatzwissen oder ohne“, D. Kühner, B. Vogelsang, Lärmbekämpfung 18 (2023), Nr. 6, S. 164-170

Im Kapitel „1 Einleitung“ des Beitrages [1] wird die aktuelle Problematik zum Ausbau der erneuerbaren Energien mittels Windenergieanlagen (WEA) in wenigen Worten zusammengefasst. Zum derzeitigen Stand sollen weitere 2% der Landesflächen mit WEA ausgestattet werden. Das soll in Zeiträumen sehr rasch erfolgen. Da die neueren modernen WEA leistungsfähiger sind als die bisherigen, erleichtert diese technische Entwicklung das Vorhaben in der Fläche. Eine weitere Notwendigkeit dazu sei eine relativ grundsätzliche Änderung der bisherigen Genehmigungspraxis, die im Wesentlichen darauf abstellt, die Geräuschemission der WEA an der Quelle vorzuschreiben. Diese Festlegung gewinnt rechtliche Bedeutung deshalb, weil sie implizit auf einem wissenschaftlichen, akustisches Schallausbreitungsmodell aufbaut, wodurch man mit statistischer Sicherheit die Gesamtbelastung, Zusatzbelastung und Vorbelastung prognostizieren kann. Sowohl die Bewertung der Emissionen der Schallquelle als auch das Modell sollen geändert werden.

In der Einleitung wird deshalb auch die grundsätzliche Frage gestellt: „inwieweit die dadurch implizierte Prognose der Schallimmissionen anhand von Messungen an Einzelanlagen oder Windparks verifiziert werden können.“ Dabei wird unter Prognose das „Interimsverfahren“ (IntV) (s. Lit. [2] (LAI-Hinweise 2016) und [3], aus [1]) verstanden. Die Literaturstelle [3] ist die VDI-Richtlinie 4102-2: Schallausbreitung im Freien unter Berücksichtigung meteorologischer und topographischer Bedingungen- Blatt 2: Windkraftanlagen 2020-4.

Dieses Vorhaben ist bedeutend, denn in der Regel werden bei den Genehmigungen von WEA zwar die Emissionen begrenzt (sie sollen auch im Bedarfsfall – Nebenbestimmungen – durch Messung überprüft werden), aber es müssen auch Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft eingehalten werden. Das derzeit gültige Beurteilungssystem hat sich im Laufe der Jahre entwickelt, ist – auch durch normative Präzisierungen – im Wesentlichen gut erprobt und liegt weitgehend im Einklang mit der Rechtsprechung. Die Möglichkeit des Nachweises der Einhaltung der Immissionsrichtwerte durch Messungen ist auch möglich. Solche Nachweise aber werden als schwierig, von langer Dauer und gelegentlich als wenig hilfreich im Falle von Überschreitungen betrachtet, weil nicht immer daraus eine Strategie der Lärmminde- rung gefunden wird. Aus der Literatur sind aber praktische Fälle bekannt, bei denen die Ausführung von Messung dazu diente, die Lärmbelastung der Anwohner zu reduzieren.

Im Kapitel „2 Interimsverfahren (IntV)“ des Beitrages wird insbesondere auf die Modellierung nach der VDI-Richtlinie 4102-2 eingegangen. Im Fokus stehen diverse Faktoren, u.a. die Unsicherheit des Prognosemodells. Es ist auffallend, dass die Autoren in [1] nicht erwähnen, dass eine wichtige Grundlage dieser Vorgehensweise folgende LANUV Studien [2] und [3] sind, wonach die o.a. Methodik nach VDI-Richtlinie 4102-2 auch begründet ist.

Der Bericht [3] gibt an, dass bei Abstände bis 1 000 m die Prognoseunsicherheit $1,28 \cdot \sigma_{\text{prog}} = 1,9 \text{ dB}$, d.h. an sich $\sigma_{\text{prog}} \approx 1,5 \text{ dB(A)}$ beträgt. Gemessen an der für DIN ISO 9613-2 in großen Abständen anzusetzende Unsicherheit von im Mittel $\sigma_{\text{prog}} = \pm 3 \text{ dB}$ ist die Aussage des Verfahrens korrekt. Es trägt dem konservativen Ansatz Rechnung und berücksichtigt, dass bei den großen Höhen der Schallquellen etwas andere Ausbreitungszustände gelten als bei bodennahen Quellen, wie man eindeutig aus den Modellberechnungen im Anhang B der VDI-Richtlinie 4102-1 entnehmen kann. Für andere Abstände müsste σ_{prog} näher beschrieben werden. Insofern ist der Ansatz nach Gl. (1) im Beitrag [1] und nach VDI 4101-2 mit insgesamt ca. $\Delta L = \pm 2.1 \text{ dB}$, wie angegeben, nicht konservativ bezüglich Serienstreuung und Messunsicherheit, was das „Produkt“ angeht. Wenn es keine Anzeichen von produktbezogenen Unterschiede bezüglich σ_R und σ_p gibt, dann gibt es keine Varianzkomensation bezüglich der einzelnen WEA und $\Delta L = \pm 2.1 \text{ dB}$ gilt korreliert für das Gesamtergebnis.

Mit anderen Worten. Der Ansatz gemäß Gl. (1) ist Bestandteil des Verfahrens.

Im Kapitel 2 von [1] wird weiterhin gemäß Bild 1 ein Modell-Windpark dargestellt und ein Feld von Isolinien über einer großen Fläche als Modellrechnung betrachtet. Die o.a. Frage der Einleitung wird hier wie folgt umformuliert: „ob auch anhand von Messungen im Emf-Fenster (massgebende Schalleistungspegel der WEA für die Prognose) an einem Windpark verifiziert werden kann, dass die Spanne der Immissionspegel sich tatsächlich reduziert und Isolinien einen Wert annehmen, der mindestens 1,4 dB unter den obigen Isolinien, für den maßgebliche Wert des Beurteilungspegels der Zusatzbelastung liegt.“ Dies enthält eine Erweiterung der ersten Frage. Das Ziel ist, ob es durch solche Nachweise möglich wäre, weitere 4 WEA zu den 16 WEA nach Bild 1 zuzulassen.

Solche Fragestellungen – Nachweis von Isolinien – stehen u. E. außerhalb der Praxis des Schallschutzes. Für Lärmkarten gilt im Prinzip, dass sie orientierend sind. Einen Rechtsanspruch begründen sie nicht. Das ist immer noch die Praxis, aus vielen Gründen. Sie dienen allerdings den Planungen sehr. Und sie sind niemals „scharf“ lokal.

Im Kapitel 3 des Beitrags [1] werden die (WEA)Quellendaten betrachtet. D.h. die Emissionskennwerte der WEA. Der maßgebende Emissionspegel wird als Emf-Fenster genannt. Dazu dient die Darstellung im Bild 2.

Hier liegt ein Missverständnis grundsätzlicher Art vor. Die Vorgabe im Genehmigungsverfahren, wozu das Interimsverfahren dient, ist eigentlich, dass die WEA bei einem sehr hohen Emissionspegel zu beurteilen ist. Aus den Eigenschaften der WEA und ihren bestimmungsgemäßen Betrieb ist dieser Zustand zu identifizieren. Daraus entsteht die Prognose.

Was im Kapitel 3 im Beitrag [1] eigentlich gesucht wird ist, unter welchen Bedingungen bei den Messungen, die gewünschten Betriebszustände sich emissionsseitig einstellen. Wenn die Nachweise nur über die Messung der Emissionen an bestimmten relevanten WEA zu erfolgen haben, dann ist das Verfahren an sich normiert, im Sinne von DIN EN 61400-11. Weitere Betrachtungen sind nicht erforderlich.

Wenn Immissionsmessungen erfolgen sollen, dann sind die Nachweise anders. Die Immissionsmessungen werden an geeigneten Orten ausgeführt und implizieren systematisch die Frage, wie der gesamte Betriebsbereich erfasst werden soll, vor allem falls Besonderheiten der Geräusche, wie Tonhaltigkeit, Amplitudenmodulation, Fehlzustände mit Geräuschentwicklung, etc. wahrnehmbar sind und Anlass zu Beschwerden geben, bzw. die Auflagen der Genehmigung nicht erfüllt sind. Es geht also umfassend um die Einhaltung von Immissionsrichtwerten.

Ein einfacher Fall ist nach der Untersuchung [7] das Untersuchungsgebiet 2 (UG2) mit allein einer WEA. Die Immissionspegel (10 Minuten Mittelwerte) in 800 m Entfernung streuen um $\pm 1,8$ dB bei Mit- und Gegenwind im Leistungsbereich von ca. 70 % bis 100 % der Nennlast. Hier hilft die Statistik sehr.

Wenn z.B. anzunehmen ist, dass bei hohen Emissionen die Grenzwerte überschritten werden, sind dann Maßnahmen der Lärminderung erforderlich und lassen sich geeignet dimensionieren.

Die Messplanung führt in den meisten Fällen dazu, die Umstände zu untersuchen, ob an dem Immissionsort die Messungen über alle oder einige Zustände ausführbar sind. Dazu muss eine entsprechende Strategie entwickelt werden. Dafür sind Empfehlungen aus der Erfahrung sehr nützlich. Statistisch kann man zusätzlich das Instrumentarium nach VDI Richtlinie 3723-1 und VDI-Richtlinie 3723-2 anwenden und sowohl Dauermessungen als auch Stichprobenmessungen einplanen. Auf einem kritischen Beispiel gemäß [8] wird später eingegangen.

Es ist möglich, dass an einem bestimmten Standort Betriebszustände der WEA mit hoher Last nicht häufig sind. Die dazugehörige Statistik des Betriebes gibt Auskunft darüber. In solchen Fällen wird der Nachweis (partiell) nur nach langen Zeitspannen möglich sein. Wenn der Standort sehr geringe Winderträge liefert, wird also die Messung noch schwieriger sein. Indirekt stellt sich dann die Frage, ob das überhaupt ein geeigneter Standort für Windenergie sei.

Im Kapitel 4 des Beitrags [1] wird die Schallabstrahlung und Schallausbreitung von Windenergieanlagen näher thematisiert.

In den ersten Abschnitten von Kapitel 4 wird auf Messungen in 1000 m Abstand von einem Windpark mit 10 WEA berichtet. Gemäß Tabelle 3 [1] wird aufgezeigt, dass bei Messungen bei ähnlichen Betriebsbedingungen bezüglich der Leistung der WEA (vergleichbaren Windbedingungen aber andere „Zustände“ der Atmosphäre) der Mittelungspegel sich um 2 dB ändert. Das Ergebnis ist an sich nicht überraschend, weil es zeigt, dass es bei solchen Abständen eine meteorologisch bedingte Streuung gibt, die in der Umweltakustik dazu führt, dass mehrere Messungen auszuführen sind, vor allem bei diesen Abständen. Selbst das Prognosemodell enthält implizit eine Messunsicherheit, die eine etwas höhere Größenordnung für eine solche Streuung vorsieht. Im Beitrag lässt sich aber eine zu starke Verallgemeinerung des Befundes herauslesen, wonach die berichtete Pegeldifferenz als grundsätzlicher Maßstab für die Streubreite angesehen wird. Bei

1000 m Abstand und eine Vielzahl von Quellen in einer weiten Fläche ist dies u.E. zu eng.

Im anschließenden zweiten Teil des Kapitels 4 [1] werden die Ergebnisse der Studie [4] verwendet, in der Fassung der Publikation [5], die u.E. identisch mit [15] aus der „Literatur“ in [1] ist.

Im Bild 3 wird die Abb. 3 aus [5] reproduziert, die in 150 m Abstand (Messung mit Grenzflächenmikrofon auf schallharte Platte, bei 1,6 MW Leistung) als Schmalbandspektren die Schallleistungspegel einer WEA in verschiedenen Winkelrichtungen (0° , 60° , 90°) bezüglich des Referenzmesspunktes (RMP) nach DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen- Teil 11: Schallmessverfahren angibt. Dabei ist 0° die Richtung des RMP hinter der WEA und 90° der Messpunkt in Querwind-Richtung. Bezüglich des „Originals“ in [5] werden hier Daten für 30° nicht aufgezeigt, die etwas höher als bei 0° liegen. Andere Autoren haben solche Effekte auch gefunden. Insgesamt wird im Beitrag für 90° auf eine Richtwirkung um 3 dB(A) hingewiesen. Das ist nicht so stark wie in dem Beitrag von O. Bunk [6] angegeben wird und ist konform mit einer Empfehlung in [3]. Es sind wahrscheinlich andere WEA-Typen. Der Winkelbereich, selbst bei einer WEA, ist relativ eng.

In der UBA-Studie [7] werden bei Messungen an einer Einzelanlage in 800 m Entfernung (UG2) und bei höherer Leistung der WEA vergleichbare Pegel bei Mitwind und Querwind gemessen.

Zu Recht verweist allerdings D. Kühner [4] darauf, dass auch die vertikale Richtwirkung sich in einigen Frequenzbänder unter 1 kHz verstärkend auswirken kann, so dass in größeren Entfernungen durchaus höhere Pegelanteile auftreten können als man mit einer „vertikal ungerichteten“, abstrahlenden Punktquelle in Nabenhöhe annimmt.

Im Kapitel 5 Windpark, Spannen der Zusatzbelastung wird erneut auf dem im Kapitel 4 [1] erwähnten Windpark mit 10 WEA und einem Messabstand von 1 km eingegangen. Im zweiten Teil des Abschnittes (Kapitel 5) wird zusätzlich ein Windpark mit 20 WEA betrachtet, mit Messdaten in 1,5 km Abstand.

In der Tabelle 5 des Beitrages [1] werden die Messdaten an dem Windpark mit 10 WEA in zwei Klassen ausgewertet, nämlich $v_H = 4 - 8$ m/s und $v_H = 8 - 13,5$ m/s sowie insgesamt. Bei den niedrigeren Windgeschwindigkeiten wird angegeben, dass Richtwirkungen sich verwischen. Die Mittelwerte bei Mitwind und Gegenwind unterscheiden sich < 1 dB(A) (!!), die Daten für im Mittel Querwind ergeben etwa 3 dB (A) niedrigere Werte. Dabei wird nicht die Frage erörtert, ob u. U. ein Wake-Effekt für diese Differenz möglich wäre.

Betrachtet man die dazugehörige Pegelverteilung bei hoher Last nach Bild 4 mit Daten zwischen 42,5 dB(A) und 45 dB(A), so kann man daraus entnehmen, dass es sich um eine enge Verteilung um den Mittelwert von 44,1 dB(A) handelt. Der Prognosewert einschließlich Toleranzen liegt knapp 2 dB(A) darüber, so die Angabe im Beitrag.

Was kann man daraus schließen? Mit der Annahme, dass der in dieser Form angegebene Mittelwert den Anforderungen der Beurteilung nach TA-Lärm im Sinne der vorgenommenen Begrenzung der Emissionen erfüllt, ergibt sich:

- dass die Qualitätssicherung der Hersteller hinsichtlich der Produkte eingehalten wurde und
- dass das Prognoseverfahren mit ihren Toleranzen ausreichend in diesem Bereich die unausweichlichen Schwankungen selbst bei günstigen Situationen für die Schallausbreitung berücksichtigt hat.

Im Bild 5 des Beitrages [1] werden in ähnlicher Weise Messdaten für einen Windpark mit 20 WEA in rund 1,5 km Abstand angeführt.

Tabelle 1: Pegeldifferenzen zu „Mitwind“ in 90°-Sektoren, Daten umgerechnet aus „Table 2“ in [8]

Differenzen der Mittelwerte zu Mitwindsektor in dB (aus [8] entwickelt)						
	Site A	Site B	Site C	Site D	Site E	Site F
Messabstand nächste WEA (m)	610m	680 m	630 m	770 m	580 m	560 m
Anzahl WEA	2	2	3	3	7	2
Mitwind	0	0	0	0	0	0
Querwind Ost	0,47	-3,11	1,22	-3,73	6,62	0,02
Gegenwind	-0,05	0,40	4,67	-2,86	8,64	-1,42
Querwind West	-0,01	4,82	-1,56	-3,11	8,69	-2,88

Die Messdaten bei hoher Last umfassen in diesem Fall (Bild 5) Werte zwischen 38,5 dB(A) und 42,75 dB(A) (!!), also knapp eine 4 dB(A) Spanne, bei einem Mittelwert von 41,7 dB(A). Die Breite der Verteilung ohne die niedrigen Werte umfasst nur 2,5 dB(A). Für diesen Windpark fehlt aber jetzt, zum Vergleich der Prognosewert einschließlich Toleranzen. Anstelle dessen wird im Beitrag [1] auf den Gesamtmittelwert verwiesen und die Argumentation wie im Kommentar zu Bild 4 völlig aufgegeben. Dies ist in der Tat unbefriedigend.

Leider wird bezüglich Bild 5 keine nähere Information zur relativen Lage des Immissionspunktes und des 20 WEA Windparks angegeben.

Nachdenklich stimmen in diesem Zusammenhang die bekannten Ergebnisse der Studie von D. Halstead und H. Fung [8]. Es handelt sich hierbei um Messungen an 6 Standorten (A bis F) in Entfernungen um 580 bis 770 m von der nächstgelegenen WEA. Diese Standorte umfassen jeweils 2 bis 3 WEA, mit Ausnahme von Standort E, bei dem 7 WEA vorhanden sind. Die Messdaten bei Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe über 4,5 m/s wurden nicht berücksichtigt. Die Originaldaten sind Stichproben aus 1 Minute-Mittelwerten, nachts. Es wurde vor allem der Spektralbereich bis 1 250 Hz ausgewertet.

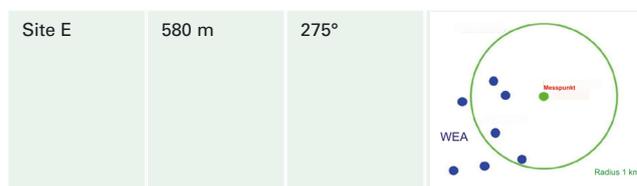
Die Messdaten nach [8] werden in Windrichtungen mit 10° Breite gemittelt, klassiert und als Tabelle dargestellt. Die Messdaten lassen sich, auf der Basis der Original-Tabellen in [8] etwas anders als die Autoren interpretieren, wenn die Mittelungen breit über 90°Sektoren erfolgt. Das Ergebnis bezogen auf die Mittelwerte im Sektor „Mitwind“ ist wie folgt (**Tabelle 1**):

Demnach entsprechen Site A, Site D und Site F in etwa den Erwartungen. Bei Site B, Site C und Site E ist der Immissionspegel im Gegenwind höher als bei Mitwind. Bei Site E ist dies extrem. Der Grund hierfür ist, dass der Immissionsort an sich hinter der WEA-Gruppe befindetet, nur rd. 600 m entfernt, während das WEA-Feld vor dem Wind liegt. S. Bild aus [8]. (**Bild**)

Danach ist verständlich, dass bei „Mitwind“ offenkundig ein Wake-Effekt den Betrieb der hinteren WEA beeinträchtigt. Dagegen bestimmen bei Gegenwind die nächsten WEA doch maßgebend den Immissionspegel. Das bedeutet, dass nicht immer die Fixierung auf „Mitwind“ zielführend ist.

Zum Schluss noch eine Anmerkung: Die Abstimmung der Genehmigung auf einen „Mittelwert“, selbst nur auf die „Klasse: Mitwind“, mit unbekannter Verteilung, ist nicht eindeutig zielführend. Das eine verletzt das Prinzip des bestimmungsgemäßen Betriebes, das andere die lokalen Umstände.

Die Beurteilung mit dem bisherigen Verfahren verlangt auf jedem Fall Qualitätsmaßstäbe, auch bei dem Hersteller, im Sinne des Immissionsschutzes.



Skizze zur Site E aus einer Tabelle in [8] übernommen. Grafik (bearb.): Autor

Die Immissionsmessungen dürften dort vor allem angezeigt sein, wenn grenzwertige Planungen erfolgt sind oder wenn die Immissionskontingente ausgeschöpft sind bzw. werden. Zu beachten ist auch, dass zur Qualität auch die Thematik der Tonhaltigkeit und in relativ ruhigen Gebieten die gerechte Berücksichtigung der wahrnehmbaren Amplitudenmodulation gehören.

Sergio Martinez, Münster, 25.11.2023

Literatur

- [1] Kühner, D.; Vogelsang, B.: „Messung von Windenergieanlagen mit Vorwissen und Zusatzwissen oder ohne“, Lärmbekämpfung 18(2023), Nr. 6, S. 164-170
- [2] Engelen, J.; Wenzel, P.: „Schalltechnischer Bericht der Hauptuntersuchung zur messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen für die Geräusche von Windenergieanlagen zur Nachtzeit und Vergleich der Messungen mit Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2“, Bericht Nr. 14 1446 11-1, vom 4.03.2013, Uppenkamp und Partner GmbH.
- [3] Engelen, J.; Wenzel, P.: „Schalltechnischer Bericht der erweiterten Hauptuntersuchung zur messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen für die Geräusche von hohen Windenergieanlagen zur Nachtzeit und Vergleich der Messergebnisse mit Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2“, Bericht Nr. 14 1446 11-2, vom 4.03.2014, Uppenkamp und Partner GmbH,
- [4] Kühner, D.; Hemmer, D.; Dittmar, F.: Abschlussbericht über die Durchführung von akustischen Messungen in Harsewinkel, WRD GmbH, Innovationszentrum, Aurich, Messbericht Nr. 2016110018-4 S 2484-III vom 06.06.2018
- [5] Kühner, D.: Schallausbreitung von Windenergieanlagen, Akustik Journal 01/19, S. 16-35
- [6] Bunk, O.: Ausnutzung der Richtcharakteristik zur Ertragssteigerung von Windenergieanlagen an vorbelasteten Standorten, Lärmbekämpfung Bd.9 (2014) Nr. 1, S. 6-11
- [7] Schmitter, S. et al.: Geräuschwirkungen bei der Nutzung von Windenergie an Land, Forschungskennzahl 3717 43 110 0, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau, Juni 2022
- [8] Halstead, D.; Fung, Hillary: A study of the relationship between wind direction and sound level for wind turbines measured in the farfield, 9th Int. Conference on WTN, Remote from Europe, 18.5-21.5 May 2021.

19. Müller-BBM Fachgespräche

Weit über 1 000 Teilnehmer/-innen haben seit 2016 an den Müller-BBM Fachgesprächen teilgenommen und die Tagungen mit Diskussionsbeiträgen aktiv mitgestaltet. Der Erfahrungsaustausch zwischen Vertretern/-innen von Behörden, Kommunen, Betreibern und Beratern hat sich zwischenzeitlich in der Fachwelt als feste Größe im Bereich Bauleitplanung, Lärmimmissionschutz und Luftreinhaltung etabliert.

Auch 2024 berichten hochkarätige Referentinnen und Referenten aus der Verwaltung, der Industrie und der Beratung von ihrem Arbeitsalltag und über aktuelle Praxisbeispiele. Im jeweiligen Tagesrückblick werden nochmals Antworten auf verbleibende Fragen gegeben.

Die Müller-BBM Fachgespräche fördern den Erfahrungsaustausch, vermitteln aktuelles Wissen und unterstützen die Teilnehmer so bei der täglichen Arbeit. Der Kontakt zu Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Branchen, der Austausch mit Vollzugsbehörden und die Nähe zu Expertinnen und Experten ist wesentlicher Bestandteil dieser Fachtagungsreihe. Wir Sie herzlich zu den 19. Müller-BBM Fachgesprächen nach München ein. Sichern Sie sich die Teilnahme und diskutieren Sie mit.

Die Themenschwerpunkte am 20. und 21. März 2024:

Ausbreitungsrechnung, Bauleitplanung, Deposition, Geruchsmissionen, IED-Richtlinie, Klimaschutz, Lärmschutz, Luftquali-

tätsrichtlinie, Luftwärmepumpen, Öffentlichkeitsbeteiligung, Schallschutz, Stadtplanung, TA Lärm, TA Luft und Wasserstoffanlagen.

Weitere Informationen finden Sie unter

www.muellerbbm.de



Erfahrungsaustausch zwischen Behörden, Kommunen, Betreibern und Beratern *Grafik: Müller-BBM*

EU Horizon Grant - Ein Netz für gesündere Städte

Luftverschmutzung, Lärmbelastung, negativer Einfluss auf Ökosysteme und die menschliche Gesundheit – all das geht auf das Konto des weltweiten Verkehrs. Das neue Forschungsprojekt „Net4Cities“, koordiniert vom Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit (RIFS) in Potsdam, schafft in elf europäischen Städten in zehn Ländern eine Infrastruktur zum Monitoring der Luft- und Lärmbelastung, um Daten zu generieren, die eine Bewertung der damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen erleichtern. Diese Forschung und Infrastruktur soll beim Umsetzen des Aktionsplans „Null Verschmutzung“ des europäischen Green Deal unterstützen. Der Verkehrssektor ist der einzige Sektor, in welchem die Ammoniak- und Treibhausgasemissionen in den vergangenen drei Jahrzehnten immer noch zugenommen haben. Der Umgebungslärm wiederum, vor allem der vom Straßenverkehr, beeinträchtigt rund 20 Prozent der EU-Bevölkerung, weil sie in Gebieten leben, in denen die Verkehrslärmbelastung gesundheitsschädlich ist. In städtischen Gebieten mit einer hohen Bevölkerungsdichte sind die durch den Verkehr hervorgerufenen Schäden besonders hoch. Im Projekt Net4Cities werden deshalb Echtzeitkarten mit einer grafischen Visualisierung entwickelt, die Daten zur Luft- und Lärmbelastung von mehr als 30 Überwachungsstationen für Straßenverkehr, Häfen und Flughäfen in den elf europäischen Städten Antwerpen, Barcelona, Berlin, Düsseldorf, Heraklion, Limassol, Oslo, Rotterdam, Southampton, Tiflis und Zürich integrieren.

www.rifs-potsdam.de

Stellenanzeige

Ingenieurbüro für Immissionsschutz in Norddeutschland mit langjähriger Erfahrung im Bereich Schall- und Schwingungsschutz sucht Projekttechniker (m/w/d) mit der Zielsetzung zeitnah als Juniorpartner dem Unternehmen beizutreten.

Schwerpunkt ist die Erstellung von Prognosegutachten in Bebauungsplan- und Einzelgenehmigungsverfahren sowie die Emissions-/Immissionsermittlung durch Messungen für

- gewerbliche Anlagen
- Verkehrsanlagen (Bahn, Straße)
- Sport- u. Freizeitanlage etc.

Ihr Profil:

Berufserfahrung im Bereich Schall- oder Erschütterungsschutz

Wir bieten:

- leistungsorientierte Bezahlung
- Homeoffice, familiäres Arbeitsumfeld
- flexible Arbeitszeitgestaltung

Chiffre: 10249815

Neuerscheinungen November 2023 und Dezember 2023 von Internationalen Europäischen und DIN-Normen sowie VDI-Richtlinien für das Fachgebiet Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik

Nummer	Ausgabe	Titel	Einspruchsfrist	Preis
DIN 45689-2	2023-11-00	Akustik – Ermittlung von Fluggeräuschmissionen an Flugplätzen – Teil 2: Auswertung und Generierung von ergänzenden Eingangsdaten für die Berechnung – Flugverlaufsdaten und Datenerfassungssystem; Text Deutsch und Englisch		Original Version (DE/EN): Download EUR 261,59
DIN EN 14389	2023-11-00	Lärmschutzvorrichtungen an Straßen – Verfahren zur Bewertung der Dauerhaftigkeit der Leistung; Deutsche Fassung EN 14389:2023		Original Version (DE): Download EUR 63,36* Translations EN: Download EUR 79,35
DIN EN 12102-1	2023-11-00	Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze, Wärmepumpen, Prozesskühler und Entfeuchter mit elektrisch angetriebenen Verdichtern – Bestimmung des Schalleistungspegels – Teil 1: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze, Wärmepumpen zur Raumbeheizung und -kühlung, Entfeuchter und Prozesskühler; Deutsche Fassung EN 12102-1:2022		Original Version (DE): Download EUR 110,93* Translations EN: Download EUR 138,50
DIN EN IEC 60704-2-9* VDE 0705-704-2-9	2023-12-00	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Prüfvorschrift für die Bestimmung der Luftschallemission – Teil 2-9: Besondere Anforderungen an Haarpflegegeräte (IEC 59L/239/CDV:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60704-2-9:2023	03.01.2024	Original Version (DE/EN): Print EUR 15,00
DIN EN ISO 20270	2023-12-00	Akustik – Charakterisierung von Körperschall- und Schwingungsquellen – Indirekte Messung von blockierten Kräften (ISO 20270:2019); Deutsche Fassung EN ISO 20270:2022		Original Version (DE): Download EUR 121,40* Translations EN: Download EUR 151,59
DIN EN IEC 60318-8	2023-12-00	Akustik – Simulatoren des menschlichen Kopfes und Ohres – Teil 8: Akustischer Kuppler zur Messung an mittels Ohreinsätzen an das Ohr angekoppelten Hörgeräten und Ohrhörern im erweiterten Hochtonbereich (IEC 60318-8:2022); Deutsche Fassung EN IEC 60318-8:2022		Original Version (DE): Download EUR 110,93
DIN EN IEC 61689* VDE 0754-3	2023-12-00	Ultraschall – Physiotherapiesysteme – Feldspezifikation und Messverfahren im Frequenzbereich von 0,5 MHz bis 5 MHz (IEC 61689:2022); Deutsche Fassung EN IEC 61689:2022		Original Version (DE): Print EUR 108,05
DIN EN 61937-7	2023-12-00	Digitalton – Schnittstelle für nichtlinear-PCM-codierte Audio-Bitströme unter Verwendung von IEC 60958 – Teil 7: Nichtlineare PCM-Bitströme entsprechend ATRAC-, ATRAC2/3- und ATRAC-X-Formaten (IEC 61937-7:2004 + A1:2016); Deutsche Fassung EN 61937-7:2005 + A1:2016		Original Version (DE): Download EUR 89,07
DIN EN ISO 20109	2023-11-00	Simultandolmetschen – Ausstattung – Anforderungen (ISO/DIS 20109:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20109:2023		Original Version (DE/EN): Download EUR 95,51
DIN EN IEC 62127-3	2023-12-00	Ultraschall – Hydrophone – Teil 3: Eigenschaften von Hydrophonen zur Verwendung in Ultraschallfeldern (IEC 62127-3:2022); Deutsche Fassung EN IEC 62127-3:2023		Original Version (DE): Download EUR 110,93
DIN EN IEC 61846	2023-11-00	Ultraschall – Therapeutisch fokussierte Kurzdruckimpulsquellen – Feldeigenschaften (IEC 87/836/CDV:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 61846:2023		Original Version (DE/EN): Download EUR 126,92
DIN EN ISO 37101	2023-11-00	Nachhaltige Entwicklung von Kommunen – Managementsystem für nachhaltige Entwicklung – Anforderungen mit Anleitung für die Anwendung (ISO 37101:2016); Deutsche Fassung EN ISO 37101:2022		Original Version (DE): Download EUR 116,17* Translations EN: Download EUR 145,14

Weitere Details unter www.beuth.de/de/rubrik/rperinorm

Alle genannten Regelwerke können über die Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Tel.: (030) 2601-2260, Fax: (030) 2601-1260, Online-Bestellungen über <http://www.din.de/beuth>, bezogen werden.

Preisangaben ohne Gewähr; Stand: Dezember 2017.

Hohe Akzeptanz für Akku-Lösungen von GN

ReSound Akku-Hörsysteme erfreuen sich weiterhin großer Akzeptanz. Belegt wird das durch aktuelle Ergebnisse der ReSound Akku-Hörgeräte-Studie, die somit hohe Akzeptanzwerte aus einer vorangegangenen Studie bestätigen. Bei den ReSound Akku-Hörgeräte-Studien, die die GN Hearing seit 2021 in Kooperation mit dem forsa Institut sowie mit Unterstützung zahlreicher Hörakustikbetriebe durchführte, testeten mehr als 700 Probanden 14 Tage lang ReSound Akku-Hörsysteme im Alltag, um sie anschließend in einem Online-Fragebogen des forsa-Instituts zu bewerten. Laut der aktuellen Studie waren 85 Prozent der Probanden mit ihren Test-Hörsystemen zufried-

den bzw. sehr zufrieden – und das bereits nach einfacher Erst-anpassung. Mit der getesteten Akku-Lösung waren sogar 92 Prozent der Testteilnehmer zufrieden bzw. sehr zufrieden. Befragt nach der generellen Zufriedenheit mit den getesteten Hörsystemen zeigten sich 46 Prozent der Befragten sehr zufrieden sowie 39 Prozent zufrieden; lediglich 11 Prozent waren eher nicht zufrieden und 3 Prozent unzufrieden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Werte eine generelle Zufriedenheit abbilden, die mit Hörsystemen in Ersteinstellung erlebt wurden.

www.resound.com



Uli Schmitz, Gründer und Inhaber von Hörakustik Schmitz (li.) begrüßt den neuen Geschäftsführer Harald Kerschek (re.) Foto: Hörakustik Schmitz

Harald Kerschek ist neuer Geschäftsführer bei Hörakustik Schmitz

Seit 1997 schreibt das inhabergeführte Familienunternehmen aus Verden durch höchste Qualitätsansprüche und besondere Kundennähe eine echte Erfolgsgeschichte. Unlängst hat das Traditionshaus seine bereits 41. Filiale eröffnet.

Hörakustik Schmitz freut sich, Harald Kerschek als neuen Geschäftsführer bekanntgeben zu können; Harald Kerschek hat, nach kaufmännischer Ausbildung und Studium der Wirtschaftswissenschaften, viele Jahre in leitenden Positionen, vorrangig in der Hörakustikindustrie gearbeitet.

„Harald bringt eine langjährige Erfahrung in der Hörakustik-Branche mit; seine Expertise und Leidenschaft für die Hörakustik machen ihn zur idealen Ergänzung unseres Führungsteams“ so Gründer und Inhaber Uli Schmitz.

Das Unternehmen Hörakustik Schmitz hat sich kontinuierlich weiterentwickelt. Der Erfolgsansatz von Hörakustik Schmitz, festgehalten im Versprechen „...wie ein Freund“, spiegelt die Verpflichtung des Unternehmens gegenüber seinen Kunden, Geschäftspartnern und Mitarbeitern wider. Jede Hörgeräteanpassung wird mittels in-situ und Otoplastik durchgeführt, eine bewährte Tradition im Gesundheitshandwerk von Hörakustik Schmitz.

Darüber hinaus bietet Hörakustik Schmitz seit einigen Jahren ein Partnerkonzept an, das engagierten Hörakustikerinnen und Hörakustikern den Weg in die Selbstständigkeit ebnet und sie auf diesem Weg begleitet. Dieses einzigartige Konzept ermöglicht es den Partnern, Eigentum aufzubauen und gleichzeitig überproportional von ihrem Erfolg zu profitieren.

„Das ist die ideale Möglichkeit für engagierte Hörakustikerinnen und Hörakustiker, den Weg in eine sichere Selbstständigkeit zu finden,“ so Harald Kerschek, der sich darauf freut, zukünftige Mitarbeiter und Partner. „...wie ein Freund“, in eine hörakustisch glückliche Zukunft zu begleiten.

„... wie ein Freund.“ ist bei Hörakustik Schmitz nicht nur irgendein Slogan, sondern gelebter Leitgedanke. Dies kann der neue Geschäftsführer Harald Kerschek vollends unterstreichen: „Von erster Sekunde an spürte ich die Erfolgsformel, die Hörakustik Schmitz ausmacht: Professionalität gepaart mit freundschaftlichem Denken und Handeln.“

www.hoerakustik-schmitz.de

move°S – lautlose motorisierte Drehung von Kunstköpfen

Kunstköpfe sind ein unverzichtbares Werkzeug für binaurale Schallaufnahmen und -messungen sowie die Simulation von Sprechern bei Tests von Kommunikationsgeräten. Jedoch sind Kunstköpfe richtungsstarre Systeme. Durch die Kopfdrehung bei Menschen jedoch ändert sich der Schallempfang am Ohr und Hörer:innen nehmen Schall kontinuierlich anders wahr. Die wahrgenommene Position von Schalleignissen ändert sich bei der Kopfdrehung allerdings nicht. Wenn diese Effekte bei Messungen nicht berücksichtigt werden, bilden die Messergebnisse nicht die Wirklichkeit ab – und heutige Messtechnik berücksichtigt sie nicht.

move°S ist ein optionales, softwaregesteuertes Hardware-Upgrade für alle HEAD-Messsysteme HMS II.x und Head Shoulder Units (HSU) III ab der Generation 2021. Das Upgrade ermöglicht eine motorisierte Kopfdrehung bei feststehender Schulter mit hoher Präzision und perfekter Wiederholbarkeit.

www.head-acoustics.com

HEAD VISOR VMA V, neue akustische Kamera und Software

Akustische Kameras können die Position von Schallquellen in Schallfeldern mit der Beamforming-Technologie bestimmen. Die neue HEAD VISOR VMA V Akustikkamera und die HEAD VISOR 6 Software bilden eine einzigartige Kombination von Funktionen, die sie zur bevorzugten Wahl für professionelle Anwender macht. Die neue Kamera bietet ein Höchstmaß an Komfort und Ergebnisqualität, da alle relevanten Einstellungen am Gerät vorgenommen werden können, das auch über einen längeren Zeitraum ermüdungsfrei in der Hand gehalten werden kann. Selbstver-

ständiglich kann er auch mit einem Standard-Kamerastativ verwendet werden. Das Gerät ist intuitiv und effizient zu bedienen und verfügt über ein 7"-Multitouch-Display und vier Steuertasten, die sofortige und hochpräzise Ergebnisse ermöglichen. Alle relevanten Funktionalitäten der HEAD VISOR Software sind auf dem Handgerät in Echtzeit verfügbar. Das 30 cm große Gerät integriert eine Tiefenkamera für die Abstandsmessung und 60 Mikrofone für Nahaufnahmen, zum Beispiel im Autoinnenraum. Es ist mit zehn Spiralarmlen leicht erweiterbar, wodurch weitere 60 Mikrofone

hinzugefügt werden können und ein Array mit einem Durchmesser von 100 cm entsteht. Mit diesem Array erreicht der HEAD VISOR VMA V eine höhere Auflösung und macht Geräusche bis zu einer Frequenz von typischerweise 250 Hz sichtbar. Das Gerät ermöglicht es den Nutzern, Geräusche in einem weiten Entfernungsbereich, beginnend bei nur 30 cm, zu visualisieren. Die HEAD VISOR 6 Software bietet die perfekte Benutzeroberfläche für Beamforming und akustische Kameraanwendungen. Sie ist ein leistungsstarkes und benutzerfreundliches Werkzeug, das Funktionen wie Aufnahme, Wiedergabe, Analyse und Reporting in einem Paket vereint. Darüber hinaus verfügt sie über einzigartige Algorithmen der künstlichen Intelligenz (zum Beispiel neuronale Dekonvolution) zur Steigerung der Dynamik und räumlichen Auflösung. Dank der ausgefeilten Datenverarbeitung kann das System die Rohdaten speichern, so dass der Benutzer auch nach der Messung Änderungen vornehmen kann. Die Anwendungen reichen von der Fehlersuche über die Analyse und Optimierung von Geräuschen bis hin zur Lecksuche und Visualisierung von akustischen Schwachstellen. Das Gerät kann auf Prüfständen, in Fahrzeugen, in Windkanälen oder für Umweltmessungen eingesetzt werden. Benutzer können zwischen vier Lizenzmodellen wählen, von der HEAD VISOR Snap-Lizenz, mit der sie einen Schnappschuss des untersuchten Objekts machen und sofort exportieren können, bis hin zu einer Volllizenz, die Zugriff auf die gesamte Palette der Funktionen unseres HEAD VISOR-Systems gewährt. Die Highlights des HEAD VISOR VMA V und der HEAD VISOR Software sind die Akustische Kamera mit Beamforming-Technologie zur Online-Lokalisierung von Schallquellen; Identifizierung von Schallort, Schalldruckpegel und Spektrum; zwei leicht wählbare Durchmesser für einen breiten Anwendungs- und Frequenzbereich; Extrem hohe Genauigkeit für die anspruchsvollsten professionellen Aufgaben, vom Autoinnenraum bis zur Windkraftanlage; Ergebnisse werden direkt auf dem Kameradisplay angezeigt; Analysen direkt auf dem Kameradisplay durchführen; Erhöhung der räumlichen Auflösung mit einzigartigen Algorithmen der künstlichen Intelligenz und bequeme Lizenzierungsoptionen für jeden Bedarf.

sales@head-acoustics.com

IMPRESSUM

Lärmbekämpfung

ISSN 1863-4672, 19. Jahrgang 2024

Herausgeber

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Redaktion

Annika Hilse, M.Sc., Chefredakteurin

Telefon: +49 211 6103-343

ahilse@vdi-fachmedien.de

Sandra Schüttler, Redaktionsassistentin

Telefon: +49 211 6103-124

Fax: +49 211 6103-148

laermbekaempfung@vdi-fachmedien.de

Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell

Redaktionsleitung VDI Fachmedien

Telefon: +49 211 6103-104

uschnell@vdi-fachmedien.de

Autorenhinweise/Veröffentlichungsgrundlagen:

www.laermbekaempfung.de

Verlag

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG

Unternehmen für Fachinformationen

VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf

Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf

Commerzbank AG

SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300

IBAN: DE69 3008 0212 1724 00

Geschäftsführung

Ken Fouhy, B.Eng.

Layout

Laura B. Gründel

Leitung Media Sales

Petra Seelmann-Maedchen

Telefon +49 211 6188-191

pmaedchen@vdi-nachrichten.com

Anzeigenverkauf

CrossMediaConsulting

Wolfgang Ernd GmbH

Wichmannstraße 4 - Haus 1, 22607 Hamburg

Arnd Walgenbach

Telefon: +49 40 881449-370

Fax: +49 40 881449-11

awalgenbach@crossmediaconsulting.de

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 17 vom
1. Januar 2024.

Vertrieb und Leserservice

Leserservice VDI Fachmedien

65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-202

Fax: +49 6123 9238-244

vdi-fachmedien@vuservice.de

Bezugspreise

6 Ausgaben jährlich

Jahresabonnement: € 268,40 (E-Paper 230,60)

VDI-Mitglieder: € 241,56 (E-Paper 207,54)

nur für persönliche Mitglieder

Studenten: € 127,60 (E-Paper 109,60)

gegen Studienbescheinigung

Preise Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt.

zzgl. Versandkosten (Inland: € 12,-, Ausland:

€ 21,30, Luftpost auf Anfrage)

Einzelheft: € 45,- Inland inkl. MwSt., Ausland

exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate.

Im Anschluss an die Mindestlaufzeit ist das

Abonnement jeweils zum Monatsende

kündbar.

Satz

Medienpartner Mäurer GmbH

Auf dem Feldchen 14, 41849 Wassenberg

Druck

KLIEMO AG, Hütte 53, 4700 Eupen, Belgien

Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen

Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich

geschützt. Jede Verwertung außerhalb der

engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist

ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und

strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfälti-

gungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen

und die Einspeicherung und Verarbeitung in

elektronischen Systemen. Für unverlangt einge-

sandte Manuskripte kann keine Gewähr über-

nommen werden.

Weitere Informationen unter:

www.laermbekaempfung.de

Auflage IVW-geprüft



DIGITAL-ADVERTORIAL

*Wir bringen Ihr Thema in den Markt.
Ihr Beitrag auf
www.laermbekaempfung.de*

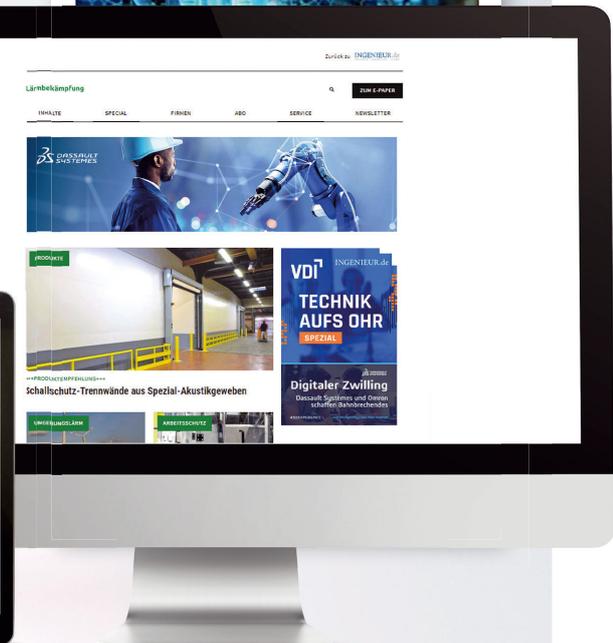
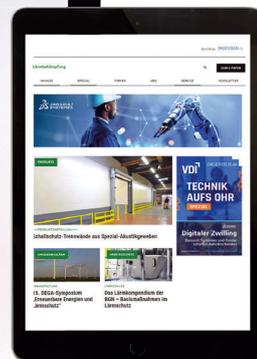
Das Digital-Advertorial transportiert Ihre Botschaft nachhaltig und passgenau zu einer hochkarätigen Zielgruppe. Stellen Sie Ihre Problemlösungsansätze im redaktionellen Look&Feel vor und platzieren Sie Ihre Werbebotschaft im Umfeld anspruchsvoller redaktioneller Beiträge.

- Glaubwürdiges Umfeld: Platzierung Ihres Advertorials inmitten redaktioneller Beiträge – mit Bild und Überschrift auf dem Portal des Fachmagazins.
- Große Reichweite: Ihr Beitrag wird zusätzlich auf der Startseite von www.ingenieur.de, dem reichweitenstärksten Ingenieurportal Deutschlands, ausgespielt. 1,3 Mio. Visits auf INGENIEUR.de pro Monat (IVW 10/2022).



Einzigartige Reichweite!

Qualifizierte Zielgruppe!

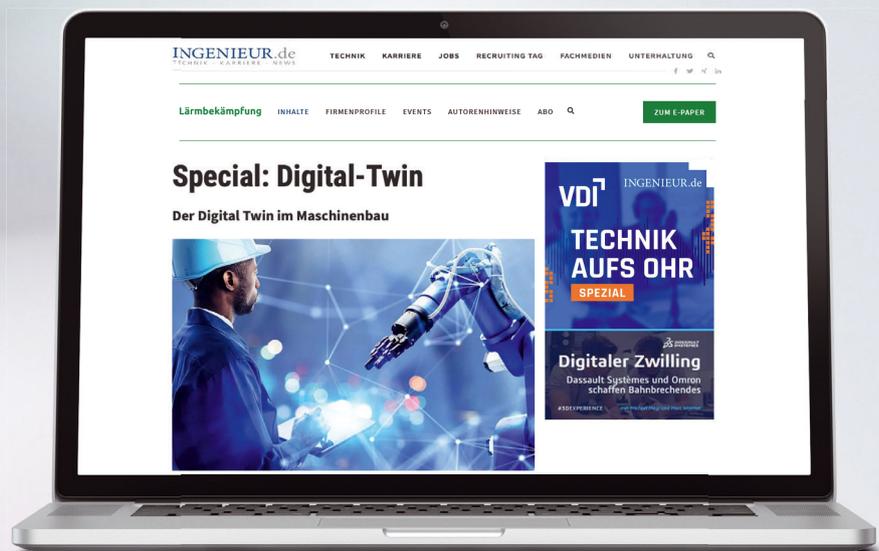


Page Impressions
www.laermbekaempfung.de
2.419, Reichweite steigend
Monatsdurchschnitt Nov. 2021 - Okt. 2022
(IVW 08.2022)

DIE THEMENSEITE *Ihr exklusiver Channel auf* www.laermbekaempfung.de

Bauen Sie gemeinsam mit uns Ihre eigene Rubrik. Die Platzierung in der Navigation macht Sie zu einem seriösen Partnerunternehmen. Mit dem Aufbau Ihrer exklusiven Rubrik kreieren Sie ein individuelles Umfeld für Ihre Kommunikation in einer themenaffinen Zielgruppe.

- Exklusive Positionierung: Platzierung Ihrer eigenen Rubrik in der Navigation des Portals. Zusätzliche Kennzeichnung als „Empfehlung der Redaktion“ auf unserer Startseite.
- Optimales und glaubwürdiges Umfeld: Platzierung all Ihrer Beiträge in den redaktionellen Beitragskacheln des Portals. Artikel laufen mit Bild und Überschrift auf der Startseite des Fachmagazins ein.
- Große Reichweite: Ihre Beiträge werden zusätzlich auf der Startseite von www.ingenieur.de, dem reichweitenstärksten Ingenieurportal Deutschlands, ausgespielt. 1,3 Mio. Visits auf INGENIEUR.de pro Monat (IVW 10/2022).



Page Impressions
www.laermbekaempfung.de
2.419, Reichweite steigend
Monatsdurchschnitt Nov. 2021 - Okt. 2022
(IVW 08.2022)