

## Verkehrsträgerübergreifende Lärmkumulation in komplexen Situationen

FA 2.400

Forschungsstelle: LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Bearbeiter: Popp, C. / Eggers, S. / Heidebrunn, F. / Cortes, N.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: November 2019

### 1 Einleitung

Gerade in urbanen Situationen sind die Menschen meist nicht nur vom Geräusch eines Verkehrsträgers (Straßen-, Schienen-, Flug- oder Schiffsverkehr), sondern von mehreren Quellen unterschiedlicher Verkehrsträger betroffen, die oft auch noch in der Verantwortung unterschiedlicher Baulastträger liegen. Dabei stammt der Lärm oft nicht nur aus verschiedenen Quellen, er wirkt auch aus unterschiedlichen Richtungen und mit unterschiedlichen zeitlichen und spektralen Strukturen auf die Menschen ein.

Das Forschungsprojekt "Verkehrsträgerübergreifende Lärmkumulation in komplexen Situationen" behandelt Bündelungslagen, in denen mindestens zwei Verkehrsträger auf die Immissionsituation einwirken. In diesem Zusammenhang wird ein einheitlicher Ansatz für eine verkehrsträgerübergreifende Betrachtung der Lärmbelastung entwickelt.

### 2 Grundlagen zur Lärmkumulation

Anhand verschiedener Modellberechnungen werden Lärmkumulationen systematisch untersucht, um relevante Einflussgrößen, aber auch Ansatzpunkte für Minderungsmaßnahmen zu bestimmen. Es erfolgt zudem eine systematische Analyse möglicher Situationen, in denen eine Lärmkumulation zu erwarten ist.

#### 2.1 Theorie zur Lärmkumulation und zur Lärminderung bei Kumulation

In einer ersten theoretischen Betrachtung wird ein Modellgebiet ohne Abschirmungen (auch ohne Bebauung) gewählt, mit dem der Einfluss des Kreuzungswinkels beziehungsweise des Abstands zweier gleich lauter Quellen auf deren Anteil an der Gesamtbelastung untersucht wird. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Bereich, in dem eine Quelle einen wesentlichen Einfluss auf den Mittelungspegel hat, sehr deutlich vom Kreuzungswinkel und Abstand der Quellen abhängt. Von der baulichen Ausgestaltung dieses Bereichs (Gebäudestellung, Abschirmungen, Lage der Immissionsorte) hängt es jedoch auch ab, an welchen Orten eine Pegelminderungsmaßnahme überhaupt wirken kann. Der mögliche effektive Wirkungsbereich einer Minderungsmaßnahme bezogen auf

eine Lärmkumulation ist im Ergebnis daher meist räumlich stark begrenzt.

Anhand einer vereinfachten tabellarischen Auswertung wird die erzielbare Pegelminderung an einem Immissionsort in Abhängigkeit vom jeweiligen Quellenanteil dargestellt. Bei der Betrachtung der theoretisch möglichen Pegelminderung zeigt sich deutlich, dass bei Dominanz einer einzelnen Quelle Maßnahmen an der anderen Quelle keine relevanten Gesamtpegelminderungen erzeugen. Selbst hohe Pegelminderungen von 10 dB wirken vorwiegend dort, wo eine Quelle einen hohen Anteil an der Gesamtbelastung aufweist.

Für verschiedene untersuchte Modellgebiete erfolgt eine exemplarische Auswertung der jeweiligen Pegelanteile von zwei Quellen in Abhängigkeit von deren Emission bezogen auf einen Referenzfall. Hiermit wird die Sensitivität hinsichtlich des Vorliegens einer Lärmkumulation untersucht. Bereits bei geringfügigen Änderungen in den Emissionen kann es bei einer zuvor nicht als Kumulation identifizierten Situation zu einer Lärmkumulation kommen oder umgekehrt bei einer bestehenden Lärmkumulation zu einer Dominanz einer Einzelquelle.

#### 2.2 Auftreten von Lärmkumulationen

Zur Einschätzung der praktischen Bedeutung der Lärmkumulationen werden verschiedene Gebiete in Deutschland identifiziert, in denen mehrere Lärmquellen relevant wirken. Relevant bedeutet dabei einerseits, dass die einzelnen Quellen in einem menschlich wahrnehmbaren Rahmen zur Gesamtbelastung beitragen. Andererseits werden nur tatsächliche Konfliktlagen mit hohen Lärmbelastungen betrachtet.

Im ersten Schritt der Ermittlung wird eine systematische Prüfung von ausgewählten Lärmkartierungen und Lärmaktionsplanungen nach EU-Umgebungslärmrichtlinie durchgeführt. Insgesamt zeigt die Analyse von 13 Städten und 19 Lärmaktionsplanungen, dass nur selten das Thema Gesamtlärm beziehungsweise Mehrfachbelastungen relevant in den Ausführungen betrachtet wird. Meist finden sich nur kurze Textpassagen, die allgemeine Bereiche möglicher Mehrfachbelastungen benennen. Das Thema Gesamtlärm beziehungsweise Mehrfachbelastung ist im Rahmen der Lärmaktionsplanung damit bisher erkennbar nur schwach berücksichtigt. Hinweise für eine Maßnahmenplanung können somit nicht sicher auf die Lärmaktionsplanung zurückgreifen.

Ausgehend von den untersuchten Unterlagen unter anderem aus der Lärmkartierung und Lärmaktionsplanung werden jeweils exemplarische Bereiche identifiziert, in denen eine Belastung durch mehrere Lärmquellen vorliegen kann. Die Gebiete sind in der weiteren Bearbeitung die Grundlage von Modellgebieten für eine detaillierte rechnerische Betrachtung. Für die im Projekt durchgeführten Modellberechnungen werden dar-

aus die Gebietstypen "innerstädtisches Gebiet mit dichter, geschlossener Wohnbebauung", "vorstädtisches Gebiet mit dichter, offener Wohnbebauung" und "ländliches Gebiet mit lockerer Wohnbebauung" abgeleitet. Für die Anordnung der Lärmquellen werden die Situationen "Kreuzung dominanter Lärmquellen" (in unterschiedlichen Winkeln), "parallele Führung dominanter Lärmquellen mit kombinierter Lage" (sowohl angrenzend an betroffene Bebauung als auch mit betroffener Bebauung zwischen den Lärmquellen) sowie eine "von Lärmquellen umschlossene Bebauung" mit Einwirkung aus mehreren Richtungen unterschieden.

### 2.3 In-situ-Messungen

Ergänzend zu den theoretischen Betrachtungen wurden im Rahmen des Projekts In-situ-Messungen an einer Kreuzungslage Straße-Schiene durchgeführt, aus denen sich relevante Hinweise für den notwendigen Umgang mit Situationen ergeben, in denen der Mittelungspegel aus kurzen Zeitintervallen mit hoher Belastung resultiert. Eine emissionswirksame Minderungsmaßnahme an der dominierenden Quelle, hier Schiene, würde sich im Mittelungspegel fast vollständig zeigen und den Summenpegel reduzieren, die Lärminderung wäre jedoch nur während der kurzen Zeiten der Zugvorbeifahrten wahrnehmbar. Hingegen würde in der gleichen Immissionssituation eine Emissionsminderung an der Straße den Mittelungspegel nicht relevant reduzieren. Wahrnehmbar wäre eine Pegelminderung des Straßenverkehrslärms jedoch für die Zeiträume zwischen den Zugvorbeifahrten.

### 3 Grundlagen zur Berechnung und Bewertung von Lärm

Aufbauend auf den Grundlagen zu Lärmkumulationen sowie den ersten Empfehlungen wurden weitere Grundlagen insbesondere im Hinblick auf die Berechnung und Bewertung des Lärms unterschiedlicher Quellen zusammengefasst.

Um eine verlässliche Grundlage für eine Lärmbewertung zu haben, sind in unterschiedlichen Richtlinien und Gesetzen Schutzziele definiert, die sich in der Regel an verschiedenen Kriterien orientieren. Die Bewertung einer Lärmbelastung kann auch anhand der Lärmwirkung erfolgen, zu der unter anderem die Belästigung sowie potenzielle Gesundheitseffekte gehören.

Die Ermittlung der Lärmbelastung aufgrund rechnerischer Methoden bildet in der Regel die Grundlage für die eigentliche Bewertung. Es existieren verschiedene Verfahren zur Berechnung der Beurteilungspegel, die sich in mehreren Aspekten unterscheiden können. Auch zur Kombination mehrerer Lärmquellen existieren verschiedene Methoden, die zu Unterschieden in der Bewertung führen könnten. Sowohl für die Berechnung der Beurteilungspegel als auch für die Kombination wurde eine Auswahl von Methoden anhand von Berechnungen verglichen.

Zur Bewertung einer Lärmsituation, insbesondere in Hinblick auf eine Bewertung verschiedener Lärminderungsmaßnahmen, sind zudem quantitative Methoden vorzusehen. Diese können abhängig von unterschiedlichen Zielparametern eine Priorisierung von Maßnahmen und zudem auch eine Bewertung unter anderem unter Nutzen-Kosten-Aspekten ermöglichen. Zur Kostenverteilung bei Minderungsmaßnahmen für gleichzeitig einwirkende Quellen sowie gegebenenfalls für mehrere Verkehrsträger wirkende Maßnahmen existieren mehrere Methoden.

Die Grundlagen zur Lärmkumulation (Kapitel 2 des Schlussberichts) und der Berechnung und Bewertung von Lärm (Kapitel 3 des Schlussberichts) machen deutlich, dass die Überlagerung von Lärm eine hohe Komplexität aufweist und sich für eine adäquate Bewertung eine Prüfung im Einzelfall empfiehlt.

### 4 Verfahren zur Lärminderung bei Lärmkumulation

Ziel des Forschungsprojekts war es, ein Verfahren für eine verkehrsträgerübergreifende Betrachtung der Lärmbelastung und die Maßnahmenfindung zu entwickeln. Die Auswertung von Lärmkumulationen in Modellgebieten hat dabei gezeigt, dass das Auftreten von Lärmkumulation von vielen Parametern abhängt. Da sich aus den Modellergebnissen keine allgemeingültigen Aussagen zu effektiven Lärmschutzmaßnahmen ableiten lassen, wurde ein allgemeiner Umgang mit Lärmkumulationen angestrebt, der eine Hilfestellung sowohl bei der Analyse der Belastungssituation als auch bei der Maßnahmen- und Variantenprüfung gibt.

Für den grundsätzlichen Umgang mit Lärmkumulationen wird aufgrund der bisherigen rechtlichen Situation ein Verfahren entwickelt, das möglichst unabhängig von den rechtlichen Vorgaben ist, dennoch aber eine verbindliche und dabei praktikable Anweisung geben kann und auch bei Änderungen der rechtlichen Grundlagen anwendbar bleibt. Als Grundlage für ein zu entwickelndes Analyse- und Bewertungsverfahren nach den zuvor vorgestellten Prämissen werden im Wesentlichen zwei Methoden vorgestellt:

- Anhand der Darstellung der Pegelverteilung (Bild 1, oben) kann eine Kumulationssituation (Ausgangslage oder Maßnahmenvariante) hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen beziehungsweise der Einhaltung eines Schutzziels untersucht werden.
- Anhand der Darstellung der Pegeländerungen (Bild 1, unten) kann eine Maßnahmenvariante in ihrer Wirkung eingeschätzt werden.

### 5 Leitfaden zur Lärmkumulation

Für die Bewertung einer verkehrsträgerübergreifenden Lärmkumulation in komplexen Situationen wird ein Verfahren vorgeschlagen, das in einer zweistufigen Vorgehensweise aufgebaut ist. Zuerst werden das Vorliegen einer Lärmkumulation sowie die Voraussetzungen für eine Anwendung des Verfahrens ge-

prüft. Wenn die Voraussetzungen gegeben sind, wird im Anschluss ein Prüfverfahren für zwei relevante Quellen zur Maßnahmenfindung durchlaufen.

Die Vorprüfung (1. Stufe) erfolgt in insgesamt vier Schritten. Nach der vorläufigen Definition des Untersuchungsgebiets mit den zu betrachtenden schutzbedürftigen Nutzungen findet eine Modellierung der dafür relevanten Umgebung für eine schalltechnische Berechnung statt. Zur Konkretisierung des Untersuchungsgebiets erfolgt eine Eingrenzung des eigentlichen Bereichs einer möglichen Lärmkumulation. Wenn weder Flug- noch Schiffsverkehrslärm dominant sind oder wenn geeignete wirksame Maßnahmen gefunden wurden, wird mit dem Verfahren zur Lärmkumulation fortgefahren.

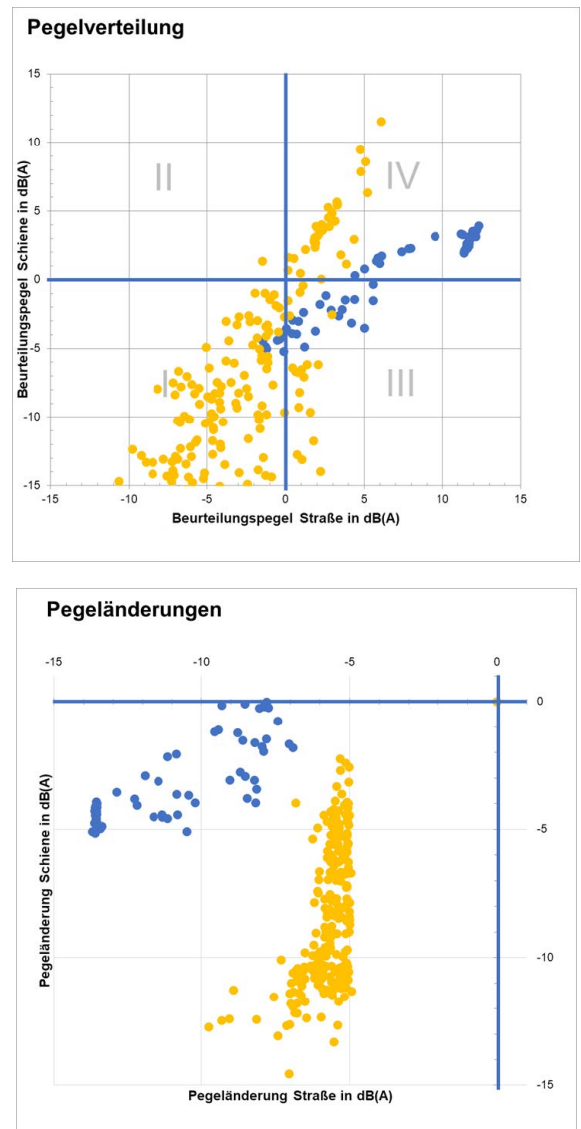
Die eigentliche Prüfung der Lärmkumulation (2. Stufe) sowie Maßnahmenprüfung erfolgt in insgesamt sieben Schritten, wobei einzelne Schritte gegebenenfalls auch wiederholt durchgeführt werden müssen. Das Prüfverfahren zur Lärmkumulation basiert stets auf dem Vergleich zweier relevanter Quellen (zum Beispiel Straße/Schiene). Die Berechnungsergebnisse aus der Vorprüfung werden im Diagramm zur Pegelverteilung aufgetragen (siehe Bild 1). Die erste Bewertung der Pegelverteilung sollte insbesondere der Feststellung einer Lärmkumulation dienen. Durch die Aufteilung des Diagramms in Sektoren lässt sich schnell erfassen, inwieweit die einzelnen Verkehrsträger zur Gesamtbelastung beitragen. In Sektor IV wirken beide, in den Sektoren II und III jeweils ein und in Sektor I kein Verkehrsträger relevant.

Für die Immissionsorte beziehungsweise Gruppen von Immissionsorten werden jeweils Minderungsziele für die einzelnen Quellen definiert. Aus der Zielbestimmung lassen sich die notwendigen Lärmschutzmaßnahmen für eine erste Prüfung ableiten. Die folgenden Schritte der Maßnahmenprüfung können wiederholt durchgeführt werden, bis geeignete Maßnahmen identifiziert sind.

Für jede Maßnahmenvariante erfolgt nach einer Berechnung eine Bewertung anhand von vorher festgelegten Kennwerten (im Hinblick auf Effektivität und Effizienz). Grundsätzlich kommen alle Methoden einer Wirkungsbewertung infrage, die im Rahmen von Nutzen-Kosten-Analysen angewandt werden. Sofern mit einer einzelnen Maßnahmenvariante noch keine vollständige Konfliktlösung gefunden wurde, können Maßnahmen auch kombiniert werden.

Wenn die Zielwerte mit den Maßnahmen und auch den möglichen Kombinationen noch nicht erreicht wurden, erfolgt eine Prüfung der verbleibenden Konfliktfälle. Für den Fall, dass auch mit wiederholter Prüfung ein weitreichender Schutz nicht oder nicht wirtschaftlich möglich ist, kann auch im Schritt der Zielbestimmung neu angesetzt werden. Eine erneute Prüfung von Maßnahmen muss auch dann in Betracht gezogen werden, wenn keine der Maßnahmen ein ausreichendes Nutzen-Kosten-Verhältnis aufweist.

Werden die zuvor im Verfahren gesetzten Zielwerte erreicht, folgt eine abschließende Bewertung der Varianten. Hierzu ist auch eine Nutzen-Kosten-Abwägung zu treffen.



**Bild 1:** Exemplarische Pegelverteilung Straße und Schiene (oben): Auf der x-Achse ist der Beurteilungspegel des Straßenverkehrs, auf der y-Achse der des Schienenverkehrs für einzelne Immissionsorte aufgetragen, jeweils als Differenz zu einem Schwellenwert. Zwei Gruppen von Immissionsorten sind farblich unterschieden (zum Beispiel nördlich oder südlich einer Schienenstrecke). Eine Lärmkumulation (relevantes Einwirken beider Quellen) liegt im Sektor IV oben rechts im Diagramm vor. Exemplarische Pegelländerung Straße und Schiene (unten): Auf den Achsen ist die Pegelländerung einer Maßnahme gegenüber einer Ausgangsvariante aufgetragen, für den Straßenverkehr auf der x-Achse, für den Schienenverkehr auf der y-Achse.

## 6 Fazit

In Deutschland existiert kein einheitlicher Umgang mit Mehrfachbelastungen beziehungsweise Gesamtlärm. Gesamtlärmsituationen werden derzeit einzelfallbezogen behandelt. Zwar liefert die VDI 3722-2 einen ersten Ansatz mit einem Verfahren, das eine verkehrsträgerübergreifende Ermittlung der Gesamt-

belastung unter Einbeziehung der Belästigungswirkung ermöglicht. Jedoch ist dieses nicht im Immissionsschutzrecht eingebunden. Zudem bildet die VDI 3722-2 als Wirkgrößen nur die Belästigung und Schlafstörung ab.

Im Forschungsprojekt wird auf Grundlage der bisherigen rechtlichen Rahmenbedingungen eine Methodik beschrieben, die möglichst unabhängig von rechtlichen Vorgaben ist. Im Kern kommen eine Darstellung der Pegelverteilung sowie eine Darstellung der Pegeländerung zum Einsatz. Der daraus resultierende Leitfaden zur Lärmkumulation liefert eine transparente und praktikable Handlungsempfehlung zur Einzelfallprüfung. Diese prüft in zwei Stufen zuerst das etwaige Vorliegen einer Dominanz (durch Flug- oder Schiffsverkehr). Sofern das Untersuchungsgebiet nicht von diesen Verkehrsträgern dominiert wird, definiert der Leitfaden ein Prüfverfahren für zwei relevant beitragende Quellen. Anhand der Auswertung der Pegelverteilung wird der Umfang der Lärmkumulation bestimmt und es wird eine Maßnahmenfindung, gegebenenfalls mit mehreren Iterationen, durchschritten. In der abschließenden Bewertung liefert der Leitfaden eine Hilfestellung bei der Abwägung verschiedener Maßnahmenvarianten unter Gesichtspunkten der Effektivität (Erreichung des Schutzziels) und Effizienz (Nutzen-Kosten-Analyse).

Mit dem im vorliegenden Forschungsprojekt entwickelten Leitfaden steht nun ein transparentes und einfaches Werkzeug für die Praxis zur Verfügung, mit welchem die Problematik der Gesamtlärbetrachtung systematisch angegangen werden kann und eine einheitliche, verkehrsträgerübergreifende Betrachtung der Lärmbelastung definiert wird.