

Priorisierung von Lärminderungsmaßnahmen in Verkehrsnetzen

Sebastian Eggers¹

¹ LÄRMKONTOR GmbH, 22767 Hamburg, E-Mail: S.Eggers@laermkontor.de

Einleitung

Verkehrsnetze wie Straßen- und Schienenwege verursachen in bebauten Gebieten häufig Konflikte hinsichtlich der Belastung durch Lärm. Nicht nur beim Neubau von Verkehrswegen, sondern auch bei der Instandhaltung oder bei der gezielten Planung von Lärminderungsmaßnahmen ist hierbei eine Priorisierung sinnvoll, um das meist begrenzte Budget bestmöglich einzusetzen.

Für eine Optimierung der Maßnahmen kommen dabei in der Regel Schallimmissionspläne, wie sie etwa im Rahmen der EU-Umgebungslärmrichtlinie veröffentlicht werden, nicht in Frage. Mit Hilfe dieser Rasterberechnungen lässt sich zwar eine hohe Lärmbelastung in der Fläche verorten, einen Hinweis auf tatsächliche Konflikte mit Betroffenen können diese jedoch nur schwer geben.

Eine Priorisierung von Lärminderungsmaßnahmen in Verkehrsnetzen soll somit auf der Lärmbelastung an Fassaden von bewohnten Gebäuden unter Zuhilfenahme der jeweils Betroffenen Bewohner erfolgen. Der Vortrag baut auf einer Veröffentlichung im Rahmen der InterNoise 2016 auf [1] und konkretisiert das Vorgehen sowie inzwischen gewonnenen ermittelten Ergebnisse.

Anforderungen an das Vorgehen

An eine Priorisierungsmethode sollen in diesem Fall vier Anforderungen gestellt werden:

- Die Ergebnisse sollen reproduzierbar sein.
- Varianten sollen vergleichbar sein.
- Die Ergebnisse sollen analysierbar bzw. nachvollziehbar sein.
- Es wird eine hohe Geschwindigkeit sowie eine (organisatorische) Handhabbarkeit erwartet.

Reproduzierbarkeit

Grundlage der Priorisierung soll ein quantitatives Verfahren sein, das auch nach längerer Zeit und möglichst auch bei unterschiedlichen Ausführenden reproduzierbare Ergebnisse liefert. Eine qualitative Abschätzung, wie sie von Gutachtern in kleinräumigen Umfeldern gut getroffen werden kann, scheidet damit aus. Es ist somit ein Verfahren zu finden, das auf Berechnungen zurückgreift.

Vergleichbarkeit

Bei der Priorisierung soll eine möglichst einfache und eindeutige Vergleichbarkeit verschiedener Varianten erreicht werden. Ein Vergleich etwa der „Betroffenen pro Pegelbereich“ (in 5 dB-Schritten) liefert eine mehrdimensionale Ergebnismenge.

Das Verfahren ist somit darauf angewiesen, dass ein Einzahlwert für die Bewertung zur Verfügung steht. Die Ermittlung des Einzahlwertes kann dabei unter verschiedenen Aspekten erfolgen: Dies können sowohl Überschreitungen von Grenzwerten sein („Betroffene über 65 dB“), ggf. auch mit Berücksichtigung der Überschreitung (LKZ), aber auch Verfahren, die Belästigungen (etwa die VDI3722-2) oder weitere Aspekte wie eine Monetarisierung (WebTAG) berücksichtigen. Die Wahl der Bewertungsfunktion ist dabei vom jeweiligen Einsatzzweck abhängig zu machen. Einen Vergleich verschiedener Funktionen findet man u.a. in [2] oder [3].

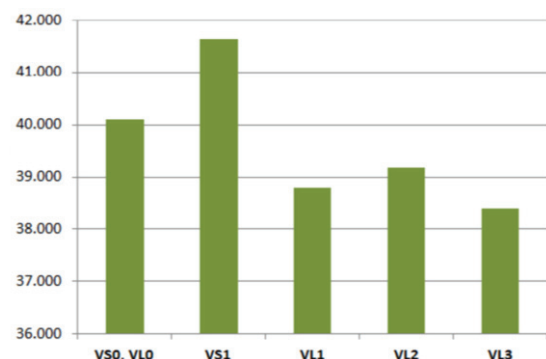
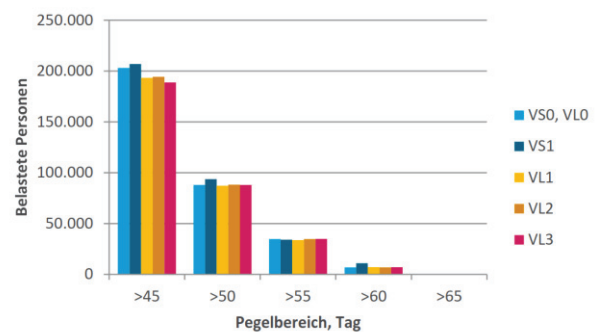


Abbildung 1: Illustration der Vorteile einer Einzahlbewertung - Ein Variantenvergleich wird durch einen einzelnen Wert (unten) erleichtert gegenüber einem Vergleich der Belasteten in mehreren 5 dB-Pegelbändern

Analysierbarkeit und Nachvollziehbarkeit

Die Ergebnisse der Einzahlbewertung sollen in der Darstellung so aufbereitet werden, dass die Informationsmenge auf ein handhabbares Maß begrenzt wird. Dabei sollen lediglich relevante Informationen dargestellt werden.

Grundlage der Darstellung ist eine räumliche Zusammenfassung. Dabei können die Ergebnisse von Einzelpunkten (etwa berechneten Fassadenpunkten mit Lärmpegel und Anzahl Betroffener, daraus abgeleitet mit einer Einzahlbewertung) in Rastern zusammengefasst werden, etwa als Hektar-Raster. Dabei ist jedoch zu

bedenken, dass eine Verschiebung des Rasterursprungs ein anderes Ergebnis erzeugt (siehe Abbildung).

Eine Zuordnung kann grundsätzlich auch zu Linien, hier den Schallquellen, erfolgen. Dabei ist die Zuordnung jedoch nicht trivial, da z.B. die nächstgelegene nicht die relevante Quelle einer Lärmbelastung sein muss. Auch lassen sich so nur schwer Belastungen durch mehrere Quellen darstellen. Weitere Informationen zur räumlichen Aggregation und Darstellung von Berechnungsergebnissen finden sich z.B. im Handbuch „ON-AIR“ [3].

Im Rahmen der neuen Priorisierungsmethode soll daher auch eine verbesserte Darstellung entwickelt werden, die einen Bezug zwischen Quellen (als Linien) und den Lärmbelastungen darstellen kann.

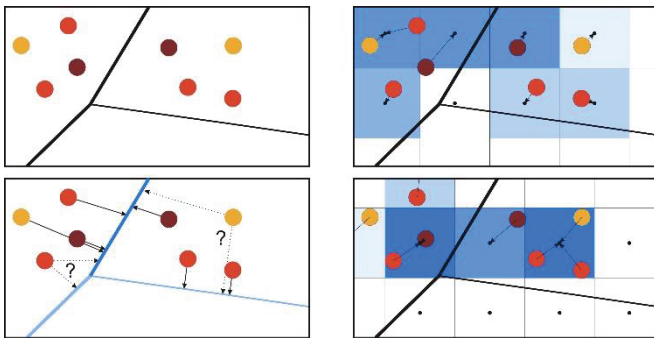


Abbildung 2: Zuweisung von Fassadenpegeln zu Linien (unten links) bzw. Rasterflächen (rechts); eine rein geometrische Zuweisung zu Linien bildet nicht die Wirkung ab; eine Zuweisung zu Rasterflächen führt bei einem anderen Rasterursprung zu abweichenden Ergebnissen

Geschwindigkeit und Handhabbarkeit

Damit eine Priorisierungsmethode auch in der Praxis einsetzbar ist, muss auch auf die erreichbare Geschwindigkeit sowie die Komplexität geachtet werden. Bei einem herkömmlichen Vorgehen würde jede Variante einer möglichen Lärminderungsmaßnahme eine eigene Berechnungsvariante und einen eigenen Rechenlauf bedingen. Dabei sind die Varianten vorab festzulegen und bieten jeweils nur einen fest bestimmten Umfang (etwa der Länge einer Maßnahme).

Bereits im Voraus müssen also Vorabschätzungen getroffen werden, die entweder anhand einer Vielzahl von Vorberechnungen oder allein anhand von Erfahrungswerten abgeleitet werden. Mit dem Einsatz verteilter Berechnungen kann die Zeit bis zum Erhalt der Ergebnisse zwar verringert werden, dies bedingt aber einen größeren gleichzeitigen Einsatz von Ressourcen. Problematisch ist auch die Handhabbarkeit immer komplexer werdender Modelle mit sich ggf. verschachtelnden Varianten, dies ist auch eine potenzielle Fehlerquelle.

Bei Planungs- oder Beteiligungsgesprächen ist eine rechnerische Evaluierung einer Maßnahme aufgrund der Rechenzeiten in der Regel nicht möglich. Auch optimierte Modelle mit einem kleinräumigen Modellgebiet würden hier Rechenzeiten von einigen Minuten ergeben. Die Anzahl der evaluierbaren Maßnahmen reduziert sich somit drastisch.

Ziel

Für das zu entwickelnde Verfahren sind somit mehrere Ziele zu verfolgen:

- Die Ergebnisse einer Berechnung sollen genutzt werden, um die mögliche Lärminderung verschiedener Quellen zu identifizieren. Dabei sollen möglichst wenige Vorabschätzungen hinsichtlich Modellaufbau notwendig sein.
- Die Ergebnisse der Lärmbelastung werden anhand einer geeigneten Indikatoriummethode zu einem Einzahlwert zusammengefasst.
- In der Darstellung ist jeweils die für eine Lärmbelastung verantwortliche Quelle leicht identifizierbar, hierfür ist keine Auswertung der Immissionsorte notwendig.
- Das Verfahren soll auch dazu geeignet sein, große Verkehrsnetze untersuchen zu können. Ein Einsatz soll automatisiert sowie manuell möglich sein.

Neue Methode zur Priorisierung

Die zuvor genannten Rahmenbedingungen sollen genutzt werden, um eine neue Methode zur Priorisierung von Lärminderungsmaßnahmen zu entwickeln. Dabei soll auf für einzelne Aufgaben auf vorhandene Methoden zurückgegriffen werden. Die Grundlagen der Methode sollen beschrieben und sowohl in einer manuellen als auch einer automatisierten Anwendung demonstriert werden.

Verfahren

Das entwickelte Verfahren greift auf die Berechnungen mit herkömmlicher Lärmberechnungssoftware auf Grundlage der sonst in der Lärmkartierung genutzten Berechnungsmodelle zurück. Die einzige eventuell notwendige Anpassung ist die Trennung längerer Quellen in kürzere Segmente (frei wählbar, z.B. 100 m im innerstädtischen Bereich, 250 m bei Autobahnen).

Mit den Modellen wird eine Vorberechnung durchgeführt, bei der die Ergebnisse Quellengetrennt abgespeichert werden. Diese Ergebnisse werden in einer Software, der „interaktiven Lärmkarte“ [4], zusammengeführt. Diese dient als Analysewerkzeug zur Zusammenführung der Daten, der weiterführenden Berechnung, der Auswertung und Darstellung. Mit Ausnahme der zugrundeliegenden Lärmberechnung sind somit alle weiteren Schritte in der interaktiven Lärmkarte implementiert, sodass zur Analyse und Präsentation keine weiteren Programme notwendig sind.

Für die Ermittlung einer Lärminderung wird ein Verfahren genutzt, das vereinfacht als Variante eines „leave-one-out“-Verfahrens erläutert werden kann: Eine definierte Lärminderung (z.B. -5 dB) wird schrittweise jeweils einem einzelnen Abschnitt zugewiesen und die sich ergebende Lärmbelastung mit der Minderung nur auf diesem Abschnitt berechnet. Anhand der Lärmbelastung an den Fassadenpunkten wird dann eine Einzahlbewertung ermittelt, in den Beispielen ist die LärmKennZiffer (LKZ) [5] implementiert, grundsätzlich sind auch weitere Methoden einfach umzusetzen.

Beispiele manueller Anwendung



Abbildung 3: Ausgangssituation (1) mit Angabe der LKZ sowie der Betroffenen >65 dB(A) LDEN; manuelle Auswahl einzelner Straßenabschnitte, Ansatz einer Emissionsminderung von pauschal 5 dB (2-5); Auswahl zweier Abschnitte mit Ansatz „Tempo 30“ (6)

Als Grundfunktion bietet die „interaktive Lärmkarte“ die Möglichkeit, für einzelne Abschnitte emissionswirksame Maßnahmen zu definieren. Diese Änderungen können etwa Änderungen an der Straßenoberfläche, der Geschwindigkeit oder der Verkehrsmenge oder -zusammensetzung (Lkw-Anteil) sein. Als Beispiel (siehe Abbildung 3) ist die Auswahl einzelner Straßenabschnitte (Autobahn sowie kreuzende Hauptstraße) mit einer pauschalen Minderung (Nr. 2-5) sowie einem Ansatz von „Tempo 30“ auf dem Abschnitt mit der größten ermittelten Lärminderung sowie einem angrenzenden Abschnitt (Nr. 6) dargestellt. Die Berechnungszeit pro Variante beträgt ca. 3 Sekunden.

Beispiele automatischer Anwendung

Als Ziel neben der manuellen Findung von Minderungsmaßnahmen ist ein automatisierter Ablauf entwickelt worden. Gerade in größeren Netzen, etwa von Autobahnen und Bundesstraßen, wäre die manuelle Prüfung aller Abschnitte sehr aufwändig bzw. zeitlich nicht umsetzbar.

Eine zweite Testberechnung wurde mit einem städtischen Straßennetz durchgeführt (Abbildung 4). Auch hier zeigen sich die priorisierten Straßen im Ergebnis. Interessant könnte hier die Einbeziehung weiterer Lärmarten, wie Schienenlärm, sein. Dabei könnte auch eine Dosis-Wirkungs-Beziehung etwa nach VDI 3722-2 bei der Beurteilung der Lärmbelastung als Kenngröße eingesetzt werden.

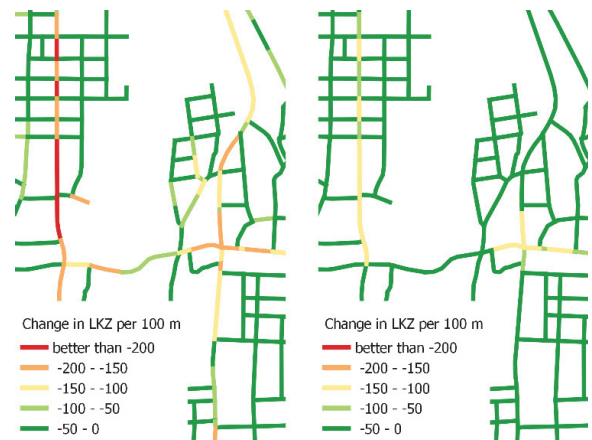


Abbildung 4: Mögliche Lärminderung (5 dB) mit Bewertung LKZ > 55 dB(A) (links) bzw. > 65 dB(A) (rechts)

Für eine Priorisierung einer fiktiven Maßnahme entlang einer Autobahn wurde ein Modellabschnitt der Bundesautobahn A23 im südlichen Schleswig-Holstein genutzt. Das Modell basiert auf einer vorläufigen Datenbasis der Lärmkartierung 2017 und enthält Straßen, Gelände, abschirmende Objekte sowie Gebäude. Die Einwohner wurden in diesem Fall pauschal anhand der Gebäudegrundfläche vergeben. Die zu betrachtende Strecke wurde in Abschnitte von jeweils 250 m eingeteilt, ein in diesem Bereich bereits eingebauter offener Asphalt wurde in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Bei der Auswertung wurde eine Minderung von 5 dB für die einzelnen Streckenabschnitte simuliert, was z.B. durch den

Einbau eines lärmindernden Asphalts erreicht werden könnte. Die Ergebnisse zeigen die jeweilige Veränderung der LKZ [4] (Betroffene über 55 bzw. 65 dB) bei einer Minderung auf dem betroffenen Abschnitt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass für eine Lärminderung mit geringen Zielpegeln - 55 dB(A) – zwei Abschnitte mit der höchsten prognostizierten Wirkung hervorstechen. Bei der Prüfung auf die LKZ > 65 dB(A) wird vor allem ein Abschnitt mit einer guten Lärminderung identifiziert.

Zur Validierung wurde eben dieser Abschnitt gewählt, um die Ergebnisse mit den Bereichen, in denen ein offenporiger Asphalt eingesetzt wird, zu vergleichen. Es zeigt sich, dass mit der Priorisierungsmethode genau dieser Abschnitt gefunden wurde. Die Analyse der gezeigten Streckenabschnitte wurde in unter 5 Minuten durchgeführt.



Abbildung 5: Mögliche Lärminderung (5 dB) mit Bewertung LKZ > 55 dB(A)



Abbildung 6: Mögliche Lärminderung (5 dB) mit Bewertung LKZ > 65 dB(A)

Ergebnis

Im derzeitigen Entwicklungsstand bietet das Werkzeug der „interaktiven Lärmkarte“ die Möglichkeit, sowohl benutzergesteuert als auch automatisiert Lärminderungsszenarien zu berechnen und zu analysieren.

Die automatische Auswertung zeigt dabei die mögliche Lärminderung verknüpft mit der jeweiligen Lärmquelle auf. Experimentelle Einsätze in mittelgroßen Gebieten zeigen, dass die ermittelten Ergebnisse einen guten Praxisbezug haben: Die Abschnitte mit der höchsten Priorität sind auch in Realität die Abschnitte, an denen Lärminderungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Die manuelle Auswertung kann dann eingesetzt werden, um für die zuvor pauschale Minderungsmaßnahme konkrete Umsetzungen zu prüfen. Dies können verschiedene Emissionswirksame Maßnahmen sein, etwa der Einsatz verschiedener lärmindernder Fahrbahnoberflächen aber auch eine Geschwindigkeitsbeschränkung oder Lkw-Fahrverbote oder Verkehrsverlagerungen. Eine automatisierte Auswertung kann auch genutzt werden um Abschnitte zu identifizieren, auf denen eine Lärmzunahme keine oder nur geringe Konflikte erzeugen wird.

In allen Einsätzen zeigte sich eine sehr kurze Berechnungszeit im Umfang von höchstens wenigen Minuten. Beim automatisierten Ablauf sind zudem wenige Benutzereingriffe notwendig, sodass eine leichte Handhabbarkeit auch bei großen Gebieten gut gegeben scheint.

In der weiteren Entwicklung soll eine Kombination mehrerer Abschnitte ergänzt werden. Hierbei sollen verschiedene Parameter als Grenzen wählbar sein, etwa die minimale oder maximale Länge eines Abschnitts. Auch die Ableitung weiterer Kennwerte, etwa geschätzter Kosten einer Maßnahme, ist möglich. Der nächste experimentelle Einsatz ist für ein größeres Netz geplant. Hierbei könnte als Berechnungsgrundlage etwa die Lärmkartierung eines Bundeslandes eingesetzt werden.

Literatur

- [1] Eggers, S.: Evaluation of noise mitigation measures: Common methods and a novel approach. *InterNoise 2016*, 3864-3870
- [2] Giering, K.: Identifizierung von Lärm-Hotspots. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 05/2014, 208-215
- [3] Bendtsen, H., Fryd, J., Popp, C., Eggers, S., Dilas, J., Tønnesen, A. et al.: *ON-AIR - Optimised Noise Assessment and Management Guidance for National Roads: Guidance Book on the Integration of Noise in Road Planning*; Im Auftrag der Conference of European Directors of Road (CEDR); 2015.
- [4] Bönnighausen, G., Popp, C.: *LärmKennZiffer-Methode – Methode zur Beurteilung lärmbedingter Konfliktpotenziale in der städtebaulichen Planung*, Hamburg, 1988
- [5] Eggers, S.: *Interactive Noise Maps as Decision Tool*. *AIA-DAGA 2013 Merano*, 2013, 661-663