



Lärmaktionsplanung - Lärmminderungseffekte von Maßnahmen

Methode zur Abschätzung von
Lärmminderungspotenzialen

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet I 2.4
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
bürgerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt

Autorinnen und Autoren:

Mirco Bachmeier
Sebastian Eggers
Frank Heidebrunn
LÄRMKONTOR GmbH

Redaktion:

Matthias Hintzsche, Umweltbundesamt

Satz und Layout:

LÄRMKONTOR GmbH

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titel, S. 15, 16, 18, 28 (Hintergrundkarten):
© GeoBasis-DE / BKG (2023)

S. 11 (oben, mitte), 26:
© GeoBasis-DE / BKG (2023)

Titel, S. 15, 16, 28 (Lärmkarten):
Umweltbundesamt,
Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

S. 18 (Lärmkarte):
eigene Abbildung

S. 11 (unten), 12:
© LfU SH | LVermGeo SH | GeoBasis-DE | basemap.de | BKG
06/2023

S. 27:
iStock.com/beekeepx

Stand: Juli 2023

ISSN 2363-832X



LÄRMAKTIONSPLANUNG - LÄRMMINDERUNGSEFFEKTE VON MASSNAHMEN

Methode zur Abschätzung von
Lärminderungspotenzialen

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem
dB(A)	Maßeinheit des Schalldruckpegels nach der international genormten Frequenzbewertungskurve A
DTK	Digitale Topographische Karte
GIS	Geo-Informationssystem
L _{DEN}	Lärmindex für den Gesamttag (Tag-Abend-Nacht)
L _{Night}	Lärmindex für den Nachtzeitraum (22 Uhr bis 6 Uhr)
RLS-19	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
UBA	Umweltbundesamt
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)
WMS	GIS-Schnittstelle zum Abruf von Karten über Internet (Web Map Service)

Inhalt

Einleitung	6
Allgemein	6
Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen	6
Notwendigkeit für ein einfaches Verfahren	7
Schätzverfahren	8
Verfahren Einzelgebäude	10
Auswahl betroffener Gebäude	10
Ermittlung der Einwohnenden in Gebäuden	13
Beispielanwendung	14
Verfahren Wohnblöcke	16
Auswahl der betroffenen Gebäude	16
Anzahl Einwohnende	17
Beispielanwendung	18
Maßnahmen Straßenverkehr	20
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	20
Straßenraumgestaltung	20
Fahrbahnoberflächen	21
Verkehrslenkung und Verkehrsbeschränkung	22
Maßnahmen Straßenbahnen	23
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	23
Oberbau	23
Abschirmung durch Wände und Wälle	24
Zusammenfassung	26

Einleitung

Allgemein

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat erneut in einer umfassenden Studie die gesundheitsschädliche Wirkung von Lärm bestätigt [WHO 2018, UBA 2019]. Bereits bei einer mittleren ganztägigen Lärmbelastung von 59 dB(A) besteht ein Risiko von über 5 %, an einer ischämischen Herzkrankheit aufgrund von Straßenverkehrslärm zu erkranken. Die WHO empfiehlt, dass der Lärmpegel durch Straßenverkehr 53 dB(A) (L_{DEN}) und 45 dB(A) (L_{Night}) nicht überschreiten sollte. Wenn diese Werte überschritten werden, sind Maßnahmen erforderlich, um die Lärmbelastung sowohl an der Quelle als auch entlang der Ausbreitungswege zwischen der Quelle und der betroffenen Bevölkerung zu reduzieren. Selbst Maßnahmen, die eine Lärminderung von weniger als 1 dB bewirken, tragen zu einer geringeren Lärmbelastung bei.

Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen

Im Rahmen der Lärmaktionsplanung werden Maßnahmen zur Verminderung der Lärmbelastungen geplant und umgesetzt. Grundlage für die Entwicklung und Wirksamkeitsbetrachtung von Lärminderungsmaßnahmen können die Ergebnisse der Lärmkartierung sein, aus denen jedoch nur die Gesamtanzahl der Lärmbelasteten nach Pegelklassen in den Kommunen hervorgeht.

Eine Abschätzung der Wirksamkeit einzelner Maßnahmen erfordert sowohl ein Wissen über die Betrof-

fenheit, die sich z.B. aus der Anzahl der betroffenen Personen ermitteln lässt, als auch ein Wissen über die Maßnahmenwirkungen.

Sofern Maßnahmen für eine ganze Kommune oder größere Bereiche durchgeführt werden, kann eine Abschätzung direkt auf der Anzahl der Lärmbelasteten getroffen werden. Dies kann zum Beispiel bei kleineren Kommunen der Fall sein, die nur eine relevante Lärmquelle wie etwa eine Ortsdurchfahrt haben. Für die Planung von vielen Maßnahmen ist es jedoch erforderlich, die Anzahl Lärmbelasteter in bestimmten lokalen Bereichen oder an bestimmten Straßenabschnitten zu kennen. Nur so ist festzustellen, wo Lärminderungsmaßnahmen eingesetzt werden sollten, um möglichst viele Anwohnende effizient vor Lärm zu schützen.

In vielen Fällen, insbesondere in Städten und größeren Gemeinden, liegen aus der Lärmkartierung attributierte Fassadenpunkte oder Gebäude als Datensatz in einem Geoinformationssystem (GIS) vor und können entweder von der Gemeinde selbst oder mit externer Hilfe von Fachbüros ausgewertet werden. Damit kann der räumliche Bezug der Lärmbelasteten analysiert und dargestellt werden. Die Wirkung von Minderungsmaßnahmen lässt sich damit verlässlich bestimmen, auch in komplexeren Situationen mit sich überlagernden Lärmquellen.

Notwendigkeit für ein einfaches Verfahren

Insbesondere für kleinere Gemeinden ergibt sich die Notwendigkeit, ein vereinfachtes Verfahren für die Abschätzung der Maßnahmenwirksamkeit einsetzen zu können. Oft liegen keine geeigneten GIS-Daten vor, mit denen eine detaillierte Auswertung erstellt werden kann. Auch wenn diese vorliegen, kann unter Umständen eine Auswertung mit der eigenen Fachexpertise vor Ort nicht möglich sein, wenn technische, fachliche oder personelle und zeitliche Voraussetzungen fehlen. Auch kann eine solche Auswertung für einen kleinen lärmbeeinträchtigten Bereich, zudem in einer kleinen Kommune, einen unverhältnismäßigen Aufwand bedeuten.

Für diese Fälle soll ein Verfahren genutzt werden können, das unter Verwendung von Lärmkarten die Betroffenenanzahlen im Einzugsbereich bestimmter Lärmquellen abschätzt. Die Genauigkeit soll ausreichend sein, um die Wirksamkeit einer Maßnahme abzuschätzen und sowohl als Entscheidungsgrundlage als auch für die (verpflichtende) Meldung dienen zu können.

Liegen keine GIS-Datensätze vor, ist deren Auswertung nicht möglich oder ist der zu erwartende Aufwand unverhältnismäßig, kann das im folgenden beschriebene Schätzverfahren angewandt werden.

Anwendungsgrenzen des Schätzverfahrens

Liegt eine Lärmbelastung auf Basis einer einzigen dominierenden Schallquelle, z.B. einer Autobahn vor, dann ist die Anwendung dieses Verfahrens nicht notwendig, da die gesamte Anzahl der Betroffenen einer Gemeinde auf diese Schallquellen zurückzuführen.

Grundsätzlich ist bei der Vorlage von GIS-Datensätzen deren Auswertung durch die Kommune oder ein Fachbüro vorzuziehen, da dies zu genaueren Ergebnissen führt. Die Anwendung des Schätzverfahrens führt in komplexen Situationen, in denen sich mehrere Straßen kreuzen, zu einer zunehmenden Ungenauigkeit. Bei größeren Untersuchungsgebieten kann der händische Aufwand bei der Auswertung der Lärmkarten den Aufwand übersteigen, der bei Nutzung von GIS-Daten entstanden wäre.

Insbesondere bei komplexeren Maßnahmen, wie Verkehrslenkungen oder Verkehrsbeschränkungen, sowie Maßnahmenkombinationen wird eine fachliche Begleitung empfohlen.

Schätzverfahren

Das hier vorgestellte Schätzverfahren soll es ermöglichen, die Betroffenheit in einem Teilbereich einer Gemeinde durch eine Lärmquelle (z.B. Straße oder Schiene) zu ermitteln, um darauf aufbauend auch die Anzahl der potenziell durch eine Maßnahme entlasteten Betroffenen zu erhalten. Da eine Maßnahmenwirkung an der Quelle (emissionswirksame Maßnahme) unabhängig vom Lärmpegel am Gebäude und damit unabhängig von der Entfernung des Gebäudes zur Lärmquelle eintritt, können alle relevant von Lärm Betroffenen für die Maßnahmenwirkung herangezogen werden.

Datengrundlage

Das Schätzverfahren nutzt die Lärmkarten. Zusätzlich sind grundlegende örtliche Kenntnisse erforderlich. Weiteres Kartenmaterial sowie Luftbilder, sowohl aus amtlichen Quellen wie auch aus Internetquellen, sollten herangezogen werden. Dies ist in den meisten Fällen ausreichend, um die örtliche Situation einzuschätzen. Bei der Verwendung von Karten- und Bildmaterial ist die Aktualität jeweils kritisch zu prüfen. Gegebenenfalls sind punktuelle Ortsbesichtigungen erforderlich.

Ermittlung der Anzahl an Betroffenen

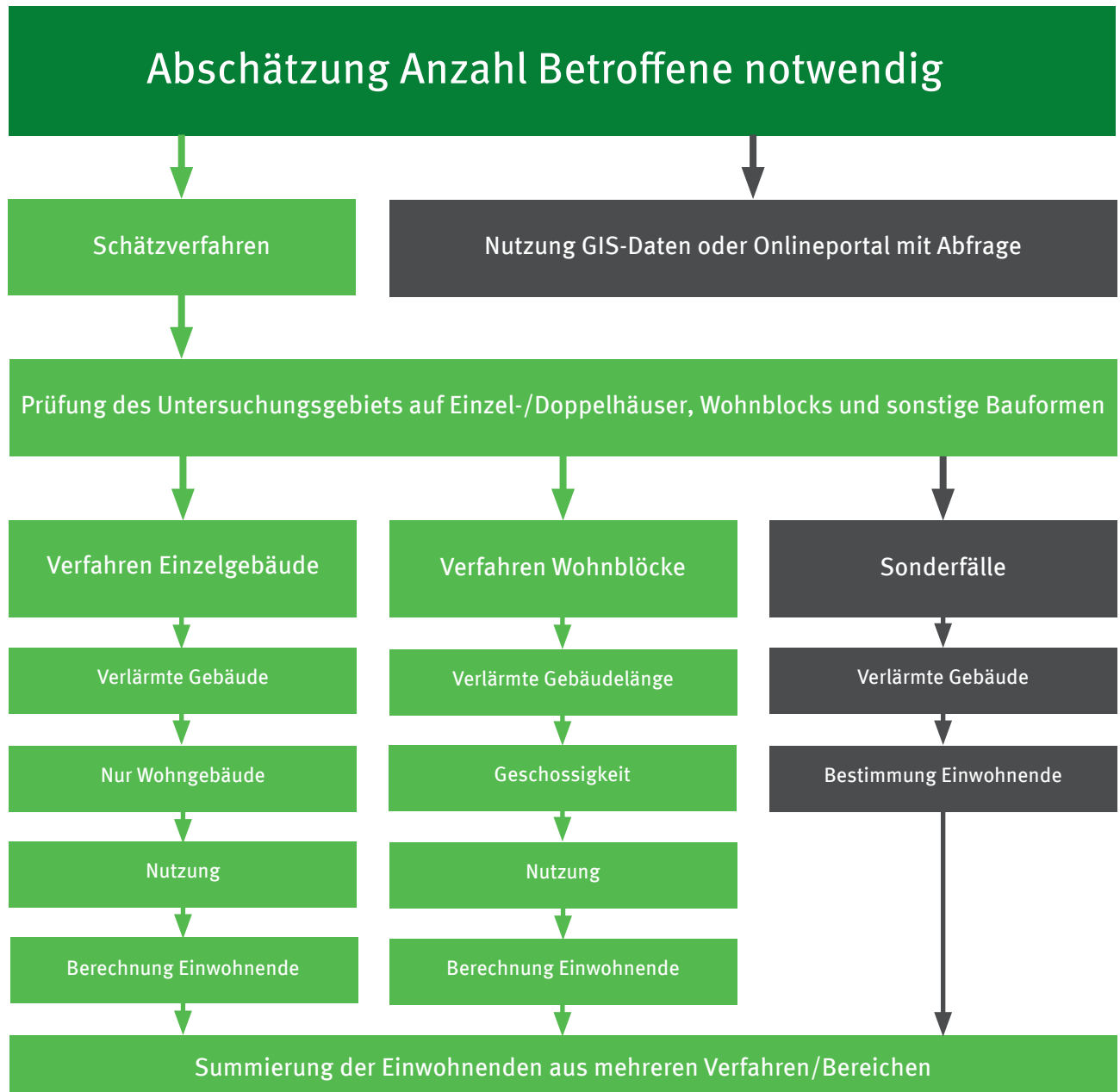
Bei der Abschätzung der Anzahl Lärmbetroffener auf Basis von Lärmkarten wird zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern und anderen Bebauungsformen unterschieden. Die jeweilige Vorgehensweise wird in

den folgenden Kapiteln „Verfahren Einzelgebäude“ und „Verfahren Wohnblöcke“ erläutert. In Sonderfällen, bei denen die Verfahren nicht anwendbar sind, kann es notwendig sein, die Anzahl der Einwohnenden für einzelne Gebäude gesondert zu bestimmen. Die mit den Verfahren ermittelten Einwohnerzahlen für einen Untersuchungsraum sind am Ende zu addieren.

Das Schätzverfahren kann in ungünstigen Fällen eine höhere Belastetenzahlen ermitteln, als die konkreten Lärmkartierungsdaten für den Betrachtungsraum ausweisen. Bei der Anwendung von Nutzen-Kosten-Bewertungen sollte stets diese Unsicherheit berücksichtigt werden. Sofern die ermittelte Anzahl der Belasteten die Gesamtanzahl der Einwohnenden in der Gemeinde überschreitet, sind ggf. die zur Ermittlung der Anzahl der Betroffenen gewählten Ansätze zu überprüfen.

Maßnahmen

Zur Abschätzung der Wirkung, die für die ermittelten Betroffenen bei Umsetzung verschiedener Maßnahmen zu erwarten ist, sind im Kapitel „Maßnahmen“ exemplarische Varianten zusammen mit der jeweiligen Pegelminderung dargestellt.



Verfahren Einzelgebäude

Auswahl betroffener Gebäude

Um die von einer Lärminderung potenziell profitierenden Gebäude zu ermitteln, wird auf Lärmkarten zurückgegriffen. Diese stehen in der Regel in den Onlineportalen der Bundesländer zur Verfügung. Teilweise werden die Karten auch gebietsbezogen z.B. als PDF-Datei zur Verfügung gestellt.

Hintergrundkarte

Neben den Lärmkarten sind auch Hintergrundkarten zu den Gebäuden notwendig, um eine Auswertung zu ermöglichen. Als Hintergrundkarten kommen in der Regel topografische Karten (DTK) oder ALKIS-Daten in Betracht. Dies hängt von der jeweiligen Kartenerstellung (online oder gemeindebezogene Pläne) ab. Wenn durchführbar, können in einem GIS die Raster z.B. als WMS-Layer mit passenden Hintergrundkarten kombiniert werden.

Auszuwertender Zeitraum und Pegelbereich

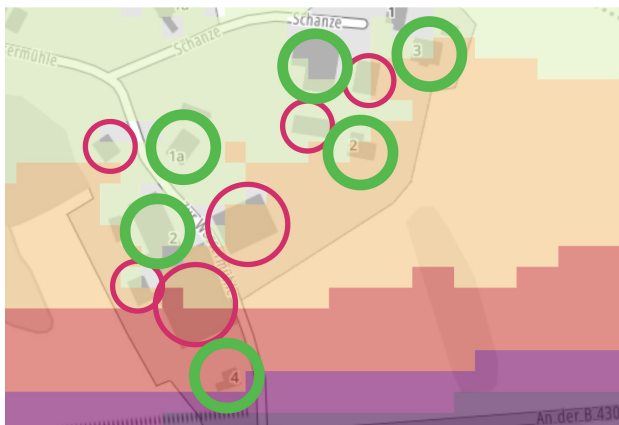
Je nach Ziel der Maßnahmen ist entweder der Lärmindex L_{DEN} für den ganzen Tag oder der Pegel L_{Night} für den Nachtzeitraum auszuwerten. In der Regel bietet sich L_{DEN} an, außer Maßnahmen sollen nur im Nachtzeitraum wirken (z.B. nächtliches Tempo 30). In die Auswertung gehen alle Wohngebäude ein, die innerhalb der farblich dargestellten Pegelbereiche liegen. Dies ist $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$ und $L_{Night} > 50 \text{ dB(A)}$. In Kreuzungsbereichen kann der relevante Einfluss der Straße anhand des Rasters abgeschätzt werden.

Unterscheidung Wohngebäude und Nebengebäude

Zur Ermittlung der betroffenen Gebäude sind offensichtliche Nebengebäude, in denen keine Wohnnutzungen vorliegen, auszuschließen. Ein Ausschluss kann durch Ortskenntnis geschehen. Viele Gebäude können zudem aufgrund ihrer Größe ausgeschlossen werden: kleinere Gebäude wie z.B. Garagen sowie sehr große Gebäude wie Industriehallen.

Sofern keine Ortskenntnis über die Nutzung vorliegt und die Größe des Gebäudes eine Wohnnutzung grundsätzlich erwarten lässt, kann auch eine Auswertung von Luftbildern dienlich sein. Indizien für eine Entscheidung, ob es sich um ein Wohngebäude handelt oder nicht, können Dachformen und Dachoberflächen sowie Nutzungen im direkten Gebäudeumfeld sein: Gauben und Dachflächenfenster weisen auf Wohnen hin, einfache Dachbeläge auf Nebengebäude. Gartennutzungen mit z.B. Terrassen oder Spielgeräte etc. lassen eine Wohnnutzung erkennen, technische Geräte sowie umfangreiche befestigte Freiflächen eher eine gewerblichen Nutzung. Auch Hausnummern in Kartengrundlagen können ein Indiz für Wohnen sein.

Im Beispiel sind Luftbild, topografische Karte und Lärmkarte dargestellt. Aufgrund der Gebäudekonnellation, der Gebäudegröße sowie der Außenflächen kann angenommen werden, dass es sich bei den rot umrandeten Gebäuden um Nebengebäude handelt.

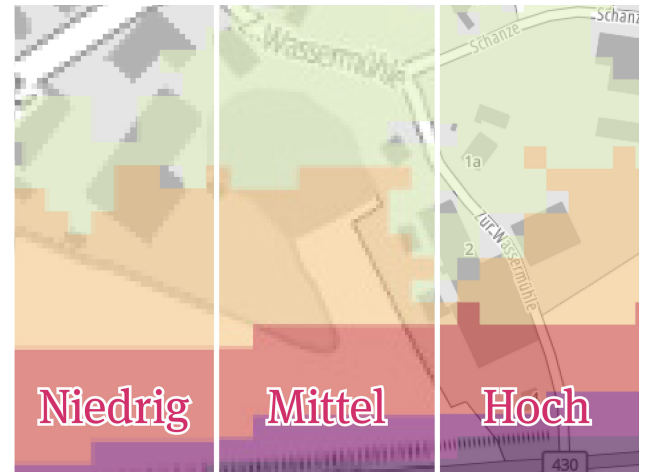


Aktualität der Kartengrundlagen

Bei der Nutzung von Kartengrundlagen und Luftbildern ist stets die Aktualität der Daten zu prüfen. Es ist möglich, dass die Datengrundlage von Luftbild und Karte deutlich voneinander abweichen können.

Kartenqualität

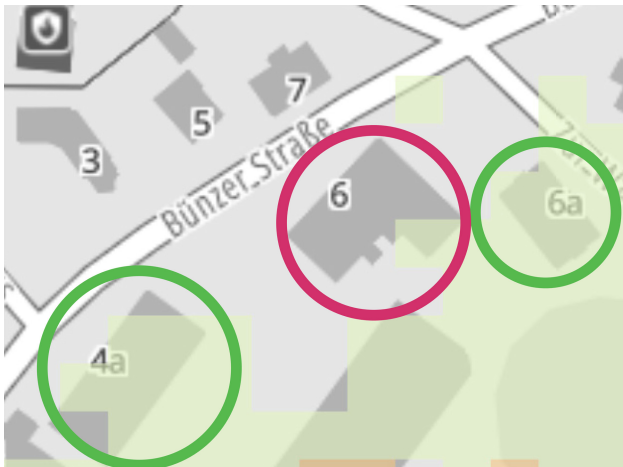
Entscheidend für eine verlässliche Auswertung ist die Kartenqualität. Es empfiehlt sich, die Karten in höchstmöglicher Qualität mit größter Vergrößerung zu betrachten. Im Beispiel unten sind drei Vergrößerungsstufen dargestellt. Bei der niedrigen Auflösung ist die hinterlegte Karte zu Gebäuden kaum auswertbar. Die mittlere Qualität bietet bereits eine bessere Orientierung, bei hoher Qualität sind die Gebäude klar erkennbar und auch Hausnummern angegeben.



Verlärmte Seiten

Bei der Berechnung des Umgebungslärms erfolgt die Ermittlung der Betroffenen anhand der lauterer Hälfte der am Gebäude verteilten Immissionspunkte. Einzelgebäude sind daher statistisch bereits ab zwei verlärmten Seiten vollständig von Lärm betroffen. In den Lärmkarten sind aufgrund der Rasterweite die Lärmpegel an einem Gebäude nicht präzise ablesbar. Für das Verfahren wird daher ein Gebäude bereits ab einer vollständig verlärmten Seite berücksichtigt.

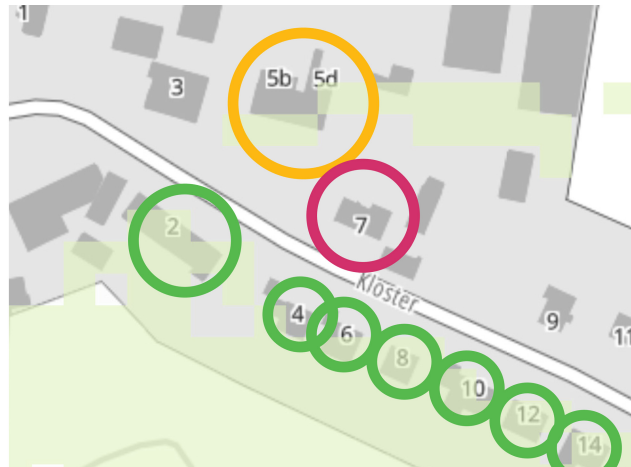
Im Beispiel links sind die grün umrandeten Gebäude ausreichend von Lärm betroffen, um in die Betroffenenermittlung mit einbezogen zu werden. Beim rot umrandeten Gebäude (6) ist nicht die gesamte südöstliche Fassade verlärmt. Dieses Gebäude wird bei der Betroffenenermittlung nicht berücksichtigt.



Effekte durch Abschirmung und Reflexion

Die Lärmkarten zeigen das Berechnungsergebnis in einer relativen Höhe von 4 Metern mit einer Rasterung von 10 Metern. Durch Reflexionen an Umgebungsgebäuden kann ein Lärmpegel lokal steigen, obwohl zwischen diesem Bereich und der Quelle niedrigere Lärmpegel vorliegen. Einzelne Rasterpunkte sind daher in jedem Fall zu ignorieren!

Im Beispiel liegen die grün markierten Gebäude am Rand der Isophone $L_{DEN} > 55$ dB(A). Das orange markierte Haus (5b/5d) ist ebenfalls von Lärm betroffen und in die Zählung mit aufzunehmen. Das dazwischen liegende rot markierte Haus (7) liegt in einem Bereich mit geringeren Lärmpegeln.



Ermittlung der Einwohnenden in Gebäuden

Die Ermittlung der Einwohnenden im betreffenden Gebiet erfolgt durch Multiplikation der Anzahl der Gebäude, der mittleren Anzahl von Einwohnenden pro Gebäude und des Wohnanteils pro Gebäude.

$$\begin{aligned} \text{Einwohnende} &= \text{Anzahl Gebäude} \\ &\quad * \text{Personen pro Gebäude} \\ &\quad * \text{Anteil Wohnen} \end{aligned}$$

Sofern innerhalb des Betrachtungsbereichs stark unterschiedliche Nutzungen vorliegen, sollten diese Bereiche getrennt ermittelt und am Ende addiert werden.

Annahmen oder Erhebung vor Ort?

Bei der Ermittlung der Betroffenenzahlen werden verschiedene Annahmen getroffen, die jeweils auf Durchschnittswerten und Erfahrungswerten basieren. Die hier genannten Werte sollten bei besserer Datenlage oder genauerer Kenntnis der Situation vor Ort nicht angesetzt werden.

Ob eine Auswertung durch eine Besichtigung vor Ort ergänzt wird, hängt grundsätzlich auch vom Ziel der Untersuchung ab. Bei ersten orientierenden Betrachtungen reicht in der Regel eine Abschätzung über Pläne und Luftbilder aus.

Anzahl Gebäude

Die Anzahl der Gebäude ergibt sich aus der Auszählung der zuvor identifizierten Gebäude.

Personen pro Gebäude

Sofern vorhanden, kann die mittlere Anzahl an Einwohnenden pro Gebäude (nicht je Wohneinheit) für den betrachteten Bereich aus Statistiken entnommen werden. Doppelhäuser sind als ein Gebäude zu betrachten, da sie auch so gezählt werden. Wenn diese Daten nicht vorliegen, können Standardwerte angesetzt werden:

- ▶ Wohnsiedlung, ausschließlich Einfamilienhäuser: 4 Personen pro Gebäude
- ▶ alle anderen Nutzungen: 5 Personen pro Gebäude

Anteil Wohnen

Der Anteil der Wohnnutzungen kann pauschalisiert z.B. anhand der Art der baulichen Nutzung nach Bau-nutzungsverordnung ermittelt werden.

- | | |
|--|-------|
| ▶ Bekannte Wohngebäude | 100 % |
| ▶ Reine und allgemeine Wohngebiete | 100 % |
| ▶ Gebiete mit überwiegender Wohnnutzung (z.B. Dorf- und Mischgebiete) | 75 % |
| ▶ Gebiete mit etwa gleichen Anteilen an Wohnen und Gewerbe (z.B. Mischgebiete) | 50 % |
| ▶ Gebiete mit überwiegendem Gewerbe (z.B. Kerngebiete) | 25 % |

Beispielanwendung

Im folgenden Beispiel soll eine Maßnahme an der von Südwest nach Nordost verlaufenden Straße geprüft werden. Betrachtet wird hier ein Ausschnitt des Straßenverlaufs. Im gezeigten Abschnitt befindet sich eine kreuzende Straße, deren Lärmpegel sich mit denen der zu betrachtenden Straße überlagern.

Eingrenzung des Betrachtungsraums

Zur Ermittlung der potenziell Betroffenen ist nur der Bereich zu betrachten, der von dieser Straße relevant verlärmert wird. Daher wird zuerst ein Korridor entlang der Straße gezogen (gestrichelte rote Linie). Dieser beschreibt grob die Außengrenze des Bereichs, der von der Straße mit $L_{DEN} > 55$ dB(A) belastet wird (grüne Rasterwerte). Gebäude, die durch die Nebenstraßen außerhalb dieses Korridors von Lärm betroffen sind, werden nicht betrachtet.

Auswahl betroffener Gebäude

Die rot umrandeten Gebäude sind von der Betroffenenermittlung ausgeschlossen, da keine Seite vollständig verlärmert ist beziehungsweise sie weitgehend außerhalb des Korridors liegen (nicht alle Gebäude außerhalb wurden markiert). Die gelb umrandeten Gebäude sind ausgeschlossen, weil sie erkennbar Nebengebäude sind oder eine gewerbliche Nutzung vorliegt (ebenfalls nicht alle Gebäude markiert).

In die Auswertung für den gezeigten Ausschnitt gehen die grün umrandeten Gebäude ein. Die Auswahl wäre im weiteren Straßenverlauf fortzusetzen.

Anzahl Einwohnende

Die genaue Einwohnendenzahl ist nicht bekannt. Es handelt sich teilweise um Doppelhäuser, sodass mit dem Standardwert von 5 Personen pro Gebäude gerechnet wird. Das Gebiet ist als Mischgebiet ausgewiesen, z.B. mit vereinzelt Büro- und Praxisnutzungen in den identifizierten Gebäuden, aber einer überwiegenden Wohnnutzung, sodass von 75 % Wohnanteil ausgegangen wird.

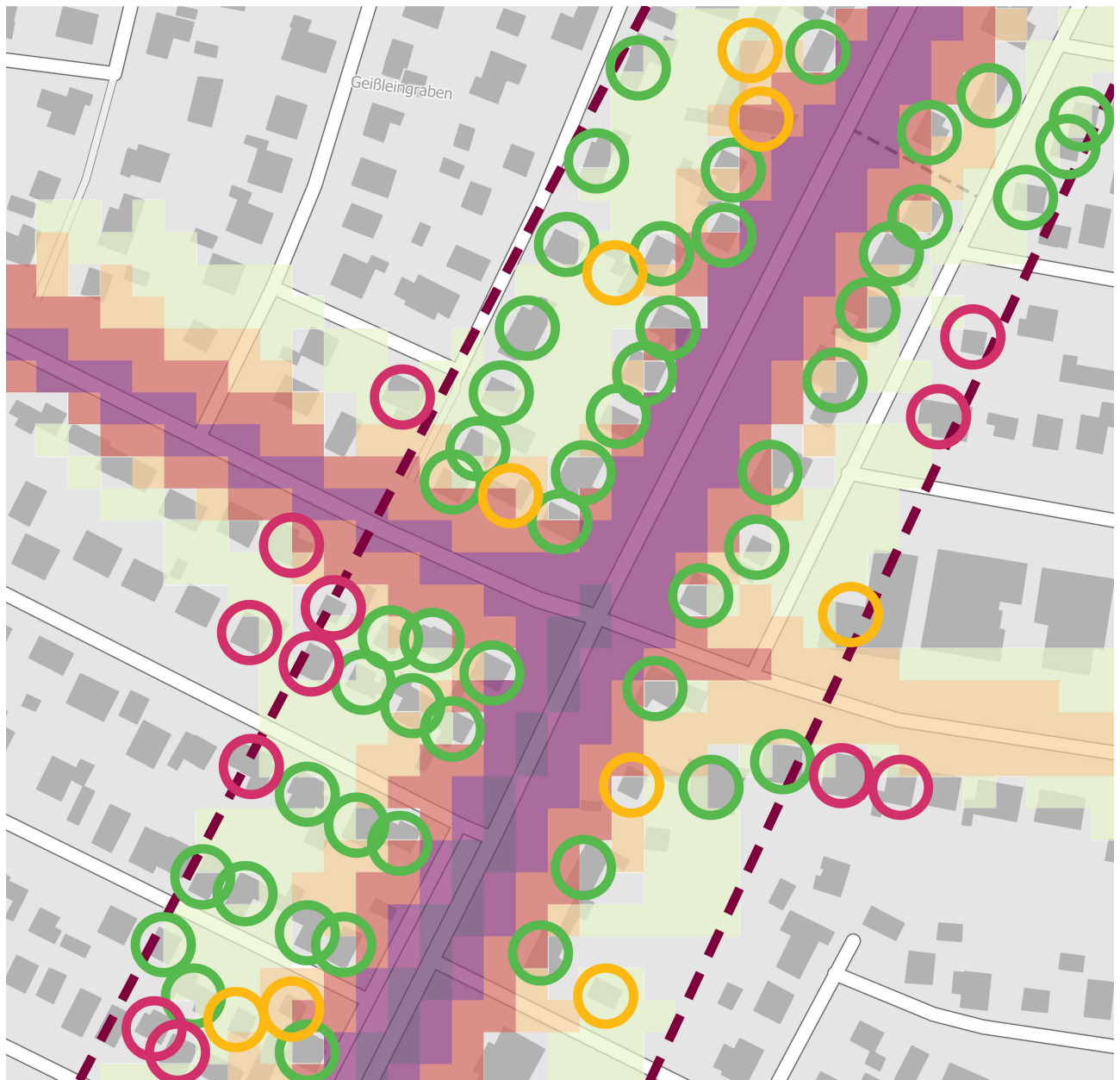
Ergebnis

Im gezeigten Bereich sind 49 Gebäude von Lärm betroffen. Pro Gebäude werden 5 Personen angesetzt. Aufgrund der Mischnutzung wird ein Wohnanteil von 75 % angesetzt.

Insgesamt ergibt sich hiermit:

$$\text{Einwohnende} = 49 * 5 * 75 \% = 184$$

Eine Maßnahme an dieser Straße würde im gezeigten Bereich somit für rund 184 Betroffene lärmmindernd wirken.



Verfahren Wohnblöcke

Neben dem Verfahren zu Einzelgebäuden ist ein abweichendes Verfahren für größere Wohnbauten notwendig. Dieses berücksichtigt sämtliche Formen von Wohnblöcken z.B. in Reihen- und Blockrandbebauung, Hochhäuser und auch Reihenhäuser. Gegenüber dem Verfahren für Einzelgebäude sind dabei mehr Informationen notwendig, um die Anzahl der Einwohnenden zu bestimmen.

Auswahl der betroffenen Gebäude

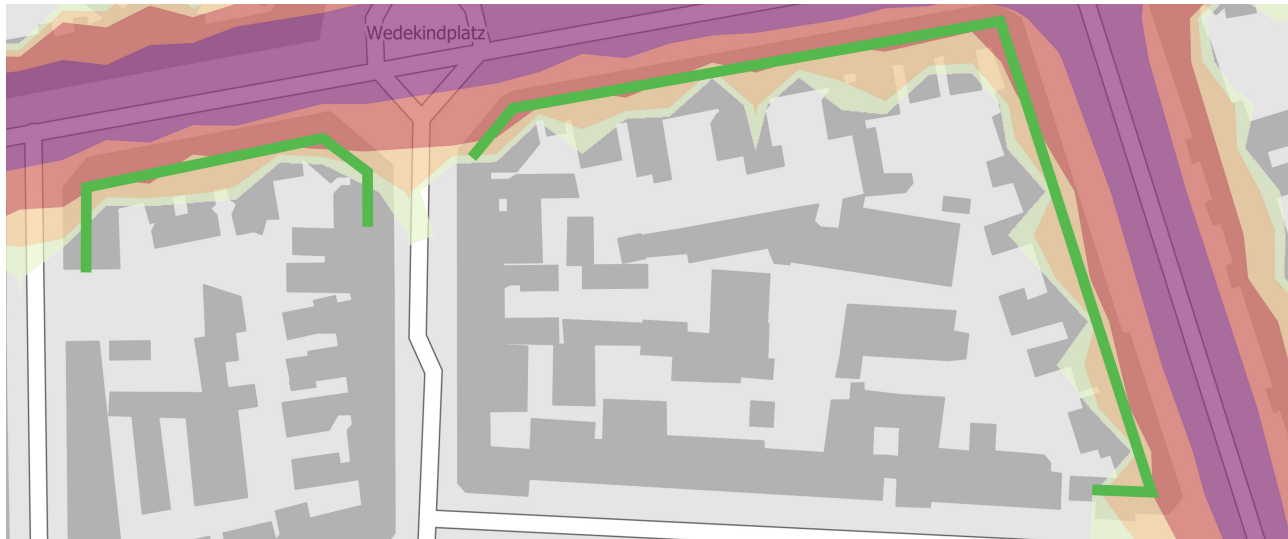
Bei der Ermittlung der betroffenen Gebäude wird wie im Verfahren Einzelgebäude auf die Lärmkarten zurückgegriffen. Zunächst werden die relevant von Lärm betroffenen Gebäude identifiziert. Gebäude sind verlärmte, wenn ein Pegel von $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$

bzw. $L_{Night} > 50 \text{ dB(A)}$ vorliegt. In der Regel ist dies die Grenze der Rasterdarstellung in Lärmkarten.

Ermittelt wird für die weitere Betrachtung die verlärmte Gebäudelänge. Es wird immer die einfache Gebäudelänge ermittelt, unabhängig davon, ob mehrere Gebäudeseiten belastet sind oder nicht. Wie in der Abbildung dargestellt, wird die Länge in der Mitte der Gebäude ausgemessen.

Bestimmung des Gebäudetyps

Für die Bestimmung der Einwohnendenanzahl ist eine Unterscheidung nach Reihenhäusern sowie Wohnblöcken notwendig. Auf Basis der meisten Kartengrundlagen ist eine Unterscheidung nicht immer



möglich. In diesen Fällen können oft Luftbilder, insbesondere Schrägluftbilder, eine Unterscheidung ermöglichen. Ist auch damit keine Zuordnung möglich und liegt keine ausreichende Ortskenntnis vor, sollte eine Ortsbesichtigung zur Klärung erfolgen.

Bestimmung der Geschossigkeit

Die Gebäudelänge wird mit der Anzahl der Geschosse multipliziert. Dazu müssen Gebäudeabschnitte mit unterschiedlichen Geschosshöhen entweder getrennt erfasst werden, oder es wird eine mittlere Geschosshöhe über die ermittelte Gebäudelänge angesetzt. Ausgebaute Dachgeschosse werden, wenn sie eine deutlich geringere Wohnfläche bieten, als halbe Geschosse gezählt.

Anteil Wohnen

Insbesondere bei geschlossener Randbebauung in innerstädtischer Lage sollte der Anteil von Nicht-Wohnnutzungen berücksichtigt werden. Für Einzelhandel im Erdgeschoss kann z.B. ein Geschoss abgezogen werden. Auch für weitere gewerbliche Nutzungen, z.B. Arztpraxen oder Büros, können Geschosse abgezogen werden.

Alternativ kann eine Abschätzung der gewerblichen Nutzanteile getroffen werden. Für Kerngebiete kann z.B. ein Wohnanteil von 25 % angesetzt werden (siehe „Verfahren Einzelgebäude“).

Anzahl Einwohnende

Bei der abschließenden Ermittlung der Zahl der Einwohnenden ist dann zwischen Reihenhäusern und Geschosswohnblöcken zu unterscheiden. In Reihenhäusern steht im Mittel mehr Fläche je Einwohner zur Verfügung.

Für Reihenhäuser gilt:

$$\text{Einwohnende} = \frac{\text{Länge} * \text{Geschosse}}{5 \text{ m}}$$

Für Geschosswohnungsbau in Zeilenbauweise, Blockrandbebauung und ähnliche Bauweisen gilt:

$$\text{Einwohnende} = \frac{\text{Länge} * \text{Geschosse}}{3 \text{ m}}$$

Für sonstigen Geschosswohnungsbau, zum Beispiel freistehende Hochhäuser, gilt:

$$\text{Einwohnende} = \frac{\text{Bruttogeschossfläche}}{45 \text{ m}^2}$$

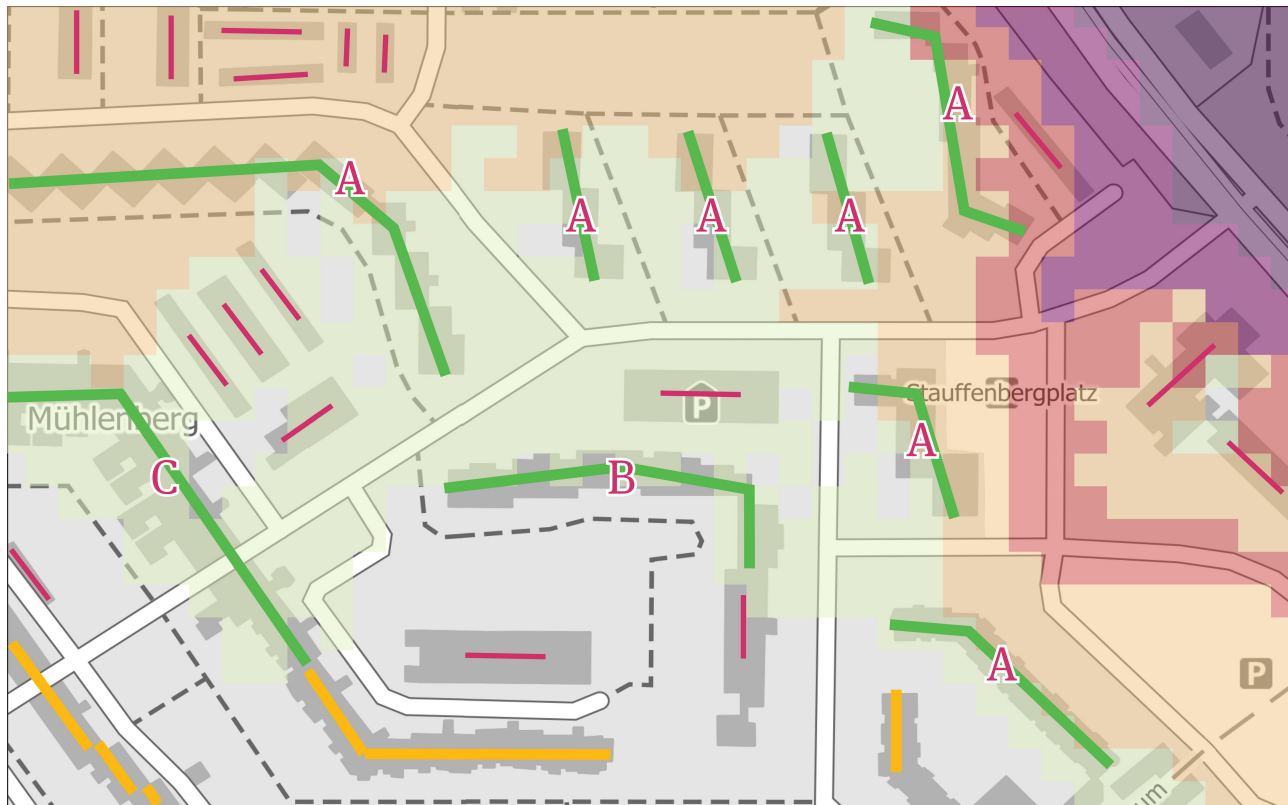
Leerstände

Bei größeren Leerständen im Bestand kann es notwendig sein, die Anzahl der Einwohnenden zu korrigieren. Dies sollte jedoch im Einzelfall betrachtet werden und zudem nur bei dauerhaftem und anhaltendem Leerstand in Erwägung gezogen werden.

Beispielanwendung

Im Beispiel soll eine Maßnahme an einer Straße in der Nähe zu mehrgeschossigem Wohnungsbau geprüft werden. Die Bebauung ist teilweise einheitlich 4-geschossig (A), teilweise weist diese wechselnde Höhen auf, von 6 bis 8 Geschossen (B) sowie von 8-10 Geschossen (C). Es kann für die wechselnden Höhen ein Mittelwert angesetzt werden. Weiter-

hin sind im dargestellten Bereich viele Nebengebäude (zumeist Garagen) gelegen. Östlich verläuft eine stark befahrene Hauptverkehrsstraße, die an den nächstgelegenen Wohngebäuden Pegel L_{DEN} von über 65 dB(A) verursacht. Der Lärm wird teilweise durch die erste Gebäudereihe abgeschirmt. Durch Lücken der straßennahen Bebauung werden in einer Entfernung von über 300 m noch Pegel $L_{DEN} > 55$ dB(A) erreicht.



Auswahl betroffener Gebäude

Im gezeigten Ausschnitt sind nur die grün markierten Gebäude relevant von Lärm an mindestens einer Gebäudeseite betroffen. Weitere Gebäuderiegel südlich liegen außerhalb der grün dargestellten Lärmpegel der Rasterkarte von $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$.

Die orange markierten Gebäude sind ausgeschlossen, da keine Seite vollständig verlärm ist. Die rot markierten Gebäude sind ausgeschlossen, weil sie erkennbar Nebengebäude oder gewerblich genutzt sind.

Gebäudetyp und Geschossigkeit

Es handelt sich durchgehend um Geschosswohnungsbau. Die Geschossigkeiten können z.B. aus Schrägluftbildern ermittelt werden. Sie sind in der Abbildung mit Buchstaben gekennzeichnet:

- ▶ A: 4 Geschosse
- ▶ B: 7 Geschosse (gemittelt)
- ▶ C: 9 Geschosse (gemittelt)

Gebäudelängen

Für die gruppierten Gebäude ergeben sich in der Summe die folgenden Gebäudelängen:

- ▶ A: 533 m
- ▶ B: 132 m
- ▶ C: 150 m

Ergebnis

Insgesamt ergibt sich hiermit unter Ansatz von einem Einwohnenden pro 3 m Gebäudelänge pro Geschoss:

$$\text{Einwohnende A} = \frac{533 \text{ m} \cdot 4}{3 \text{ m}} = 711$$

$$\text{Einwohnende B} = \frac{132 \text{ m} \cdot 7}{3 \text{ m}} = 308$$

$$\text{Einwohnende C} = \frac{150 \text{ m} \cdot 9}{3 \text{ m}} = 450$$

$$\text{Einwohnende} = 711 + 308 + 450 = 1.469$$

Insgesamt werden im betrachteten Gebiet somit rund 1.469 Betroffene ermittelt, für die eine Lärmminierungsmaßnahme wirksam wäre.

Vergleich mit detaillierten Daten

Vergleiche mit tatsächlichen Einwohnendenzahlen aus detaillierten Datensätzen haben gezeigt, dass für Einzelgebäude die ermittelte Anzahl um bis zu 25 % abweichen kann. Im Mittel über mehrere Gebäude ist die Ermittlung jedoch deutlich genauer. Bei Auswertung detailliert vorliegender Einwohnendenzahlen werden für die markierten Gebäude im Beispiel 1.521 Betroffene ermittelt. Die Abweichung beträgt somit weniger als 5 %.

Maßnahmen Straßenverkehr

Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Eine der häufigsten Lärminderungsmaßnahmen in Lärmaktionsplänen ist die Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Tempo 30 innerorts. In der UBA Studie „Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h“ wird aufgeführt, dass die Lärmbetroffenheiten vor allem an den hochbelasteten Hauptverkehrsstraßen, aber auch stadtweit insgesamt durch Tempo 30 sinkt. Eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h führt bei den Kraftfahrzeugen im Mittel zu einer Pegelminderung von 2 bis 3 dB. Neben der Lärmreduzierung ergeben sich insbesondere für die Verkehrssicherheit und die Verstärkung des Verkehrs positive Effekte.

Straßenraumgestaltung

Je nach örtlicher Gegebenheit lässt sich durch eine entsprechende Straßenraumgestaltung der Lärm an den angrenzenden Wohngebäuden reduzieren. Dazu gehören z.B. Reduzierung der Fahrstreifen, Reduzierung der Fahrstreifenbreite und das Anlegen von Fahrradstreifen. Die lärmreduzierende Wirkung ergibt sich aus der Abstandvergrößerung zwischen Lärmquelle (Kfz) und Immissionsort (Wohngebäude). Neben der lärmmindernden Wirkung treten in der Regel auch weitere Effekte, z.B. eine Verlangsamung des Verkehrs ein. Dies kann eine weitere Lärminderung bewirken.

Wirkung von Geschwindigkeitssenkungen auf Bundesautobahnen

Maßnahme	Tag	Nacht
Von 130 km/h auf 120 km/h	-0,4 dB	-0,2 dB
Von 130 km/h auf 100 km/h	-1,3 dB	-0,6 dB
Von 100 km/h auf 80 km/h	-1,9 dB	-1,9 dB

Verkehrsmix für Schwerverkehr basierend auf RLS-19-Standardwerten für Bundesautobahnen. Daraus resultierend ergeben sich unterschiedliche Wirkungen für Tag/Nacht

Wirkung von Geschwindigkeitssenkungen auf Bundes- und Landesstraßen sowie innerorts

Maßnahme	Gesamt	Nur Pkw
Von 100 km/h auf 70 km/h	-3,4 dB	-3,1 dB
Von 70 km/h auf 60 km/h	-1,8 dB	-2,1 dB
Von 70 km/h auf 50 km/h	-3,5 dB	-3,7 dB
Von 60 km/h auf 50 km/h	-1,7 dB	-1,7 dB
Von 50 km/h auf 40 km/h	-1,3 dB	-1,9 dB
Von 50 km/h auf 30 km/h	-2,0 dB	-3,9 dB

Verkehrsmix für Schwerverkehr basierend auf den RLS-19-Standardwerten für Bundes- und Landesstraßen. Spalte „Nur Pkw“ gibt die Wirkung auf den Pkw-Verkehr an.

Wirkung von Straßenraumgestaltungen

Maßnahme	Wirkung
Verringerung der Fahrstreifenbreite von 3,5 m auf 3,0 m	-0,1 dB
Verringerung der Fahrstreifenzahl von 4 auf 2 Streifen	weniger als -1 dB
Die Wirkung ergibt sich aus der Änderung der Geometrie bei Abrücken der äußeren Fahrbahn von den Gebäuden. Wirkung aus Verlangsamungseffekten etc. sind nicht enthalten.	

Wirkung von Fahrbahnoberflächen

Maßnahme	SMA 08	AC 11	LOA	DAD
Ausgehend von Gussasphalt				
50 km/h	-2,4 dB	-2,5 dB	-2,3 dB	-2,3 dB
70 km/h	-2,1 dB	-2,3 dB	-	-2,8 dB
Ausgehend von SMA 08				
50 km/h	-	-0,1 dB	+0,1 dB	+0,1 dB
70 km/h	-	-0,2 dB	-	-0,7 dB
Bauweisen: SMA 08: Split-Mastix-Asphalt 0/8 AC 11: Asphaltbeton 0/11 LOA: Lärmtechnisch optimierter Asphalt (zugelassen bis 60 km/h) DAD: Dünne Asphaltdeckschichten in Heißeinbauweise auf Versiegelung aus DSH-V 5 nach ZTV BEA-StB 07/13				

Fahrbahnoberflächen

Der Einsatz von lärmarmen Fahrbahnbelägen ist eine häufig angewandte Maßnahme in Lärmaktionsplänen [UBA 2021]. Bei vielen Fahrbahnoberflächen besteht ein Potenzial, wenn diese gegen lärmärmere Bauweisen ausgetauscht werden. Die Minderungswirkung kann ausgehend von einem Gussasphalt rund 2,5 dB betragen. Von einem Splitt-Mastix-Asphalt ausgehend, sind innerorts in der Regel nur geringe Minderungen möglich. Es wird jedoch empfohlen, bei allen Sanierungen, Erweiterungen und Neubauten eine lärmarme Bauweise zum Standard zu machen.

Der Austausch von Kopfsteinpflaster kann eine deutlich höhere Minderung bewirken, insbesondere auf Strecken mit Geschwindigkeiten oberhalb von 30 km/h.

Offenporige Asphalte können eine noch höhere Lärm-minderung erzielen. Aufgrund ihrer Bauweise sind diese in der Regel innerorts nicht umsetzbar.

Hilfreich bei der Maßnahmenbewertung ist, dass mit der Einführung der RLS-19, auch die lärm-mindernde Wirkung von Fahrbahnbelägen bei Geschwindigkei-ten unter 60 km/h im nationalen Regelwerk aufge-führt ist.

Verkehrslenkung und Verkehrsbeschränkung

Maßnahmen zur Verkehrslenkung und -beschränkung zielen darauf ab, die Verkehrsmenge in lärm-sensiblen Bereichen zu reduzieren und somit eine Lärm-minderung herbeizuführen. Zu den Maßnah-men gehören z.B. Verkehrsleitsysteme, Lkw-Durch-fahrverbote, verkehrsmengenabhängige Lichtsignal-anlagen oder Parkraumbewirtschaftungen.

Wie hoch die lokale Lärmreduzierung bei Umsetzung der Maßnahmen vor Ort tatsächlich ausfällt, ist sehr unterschiedlich. Sinnvoll ist es, mehrere Maßnahmen zu kombinieren. Grundsätzlich führt eine Halbierung der Verkehrsmenge zu einer Pegelreduzierung von 3 dB. Aber auch durch eine Verstetigung des Verkehrs (z.B. Grüne Welle, Abbiegespuren, Kreisverkehre) können durch weniger Abbrems- und Beschleunigungsgeräu-sche die Pegel um 1 bis 4 dB gesenkt werden.

Wirkung von Verkehrslenkung und -beschränkung

Maßnahme	Wirkung
Verstetigung Verkehrsfluss	bis -1 dB
Lkw-Leitkonzepte	bis -2 dB
ÖPNV-Stärkung	bis -1 dB
Parkraumbewirtschaftung	bis -1 dB
Grüne Welle (70 km/h)	bis -1 dB
Grüne Welle (30 km/h)	bis -4 dB

Die Wirksamkeit der Maßnahmen ist abhängig von den Gegebenheiten vor Ort und setzt eine integrierte Planung mit anderen Maßnahmen voraus.

Kombination von Maßnahmen

Die Wirkung einzelner hier vorgestellter Maßnahmen ist teilweise sehr gering. Die Lärmwirkungsfor-schung zeigt jedoch, dass jede Pegelminderung zu einer Entlastung der Betroffenen beitragen kann. Zudem können verschiedene Maßnahmen, jede mit einem Beitrag unter 1 dB, zu einer Gesamtmaß-nahme mit Wirkung von mehreren Dezibel kombiniert werden. Teilweise unterstützen sich die Maßnah-men, wie etwa eine Straßenraumgestaltung mit Busspuren, die den Abstand zur Bebauung erhöht, den ÖPNV stärkt und den Verkehr in der Straße potenziell verringert. Es sind jedoch auch negative Effekte möglich. Daher empfiehlt sich insbesondere bei verkehrlichen Maßnahmen fachliche Begleitung.

Maßnahmen Straßenbahnen

Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Die Senkung der Geschwindigkeit hat auch bei Straßenbahnen eine hohe Wirksamkeit im Hinblick auf eine mögliche Lärminderung. Dies gilt sowohl für eigene straßenunabhängige Bahnkörper, auf denen Geschwindigkeiten von über 50 km/h erreicht werden, als auch für Strecken innerhalb eines Straßenkörpers. Die Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h bei Lage der Schiene innerhalb einer festen Fahrbahn bewirkt mit mehr als 4 bis 5 dB eine noch deutlichere Reduktion der Schallpegel als beim Straßenverkehr. Bei Lage der Straßenbahnschiene in einem Schotterbett ist die Minderungswirkung zwar geringer, jedoch immer noch sehr deutlich.

Oberbau

Der Oberbau, also die Fläche unter der Straßenbahnschiene bzw. der Bereich, der die Straßenbahnschiene einfasst, verändert wesentlich die Schallausbreitung von Straßenbahngeräuschen. Liegt die Straßenbahn innerhalb eines Straßenkörpers und ist dieser Straßenkörper breit genug, ist die Umgestaltung mit der Anlage eines eigenen Bahnkörpers anzustreben. Schon die Verlegung einer Straßenbahn von einer festen (z.B. asphaltierten) Fläche auf einen eigenen Bahnkörper mit Schotterbett kann gewöhnlich eine Reduktion von 6 dB und mehr erreichen. Wird dieser Bahnkörper mit einer hochliegenden Grasebene ausgestattet, sind gegenüber der festen Fahrbahn

mehr als 10 dB Lärminderung möglich. Wo eine Straßenbahn bereits im eigenen Bahnkörper mit einem Schotterbett geführt ist, kann die Umgestaltung mit einer hochliegenden Grasebene noch Verbesserungen von mehr als 4 dB bewirken.

Wirkung von Geschwindigkeitssenkung

Maßnahme	Schotterbett	Feste Fahrbahn
Von 70 km/h auf 50 km/h	-2,6 dB	-3,1 dB
Von 50 km/h auf 30 km/h	-3,8 dB	-4,6 dB

Wirkung von Änderungen am Oberbau

Maßnahme	
Schotterbett statt Feste Fahrbahn	
Bei 70 km/h	-6,6 dB
Bei 50 km/h	-6,0 dB
Bei 30 km/h	-5,2 dB
Tiefliegende Grasebene statt Schotterbett	-1,1 dB
Hochliegende Grasebene statt Schotterbett	-4,2 dB
Hochliegende statt tiefliegende Grasebene	-3,1 dB

Abschirmung durch Wände und Wälle

Lärmschutzwände und Lärmschutzwälle können eine effektive Maßnahme zur deutlichen Senkung der Lärmbelastung sein. Insbesondere Lärmschutzwälle sind aufgrund ihres Platzbedarfs meist nur außerorts einsetzbar, aber auch Lärmschutzwände können innerorts nur begrenzt eingesetzt werden.

Die Lärmminderungswirkung von Wänden und Wällen hängt zum einen von ihrer Höhe wie auch von ihrem Abstand zur Quelle bzw. zu den zu schützenden Gebäuden ab. Vorteilhaft ist ein möglichst geringer Abstand zur Lärmquelle. Ist die Sichtlinie zwischen Quelle und Zielort nicht unterbrochen, sinkt die Wirkung deutlich ab. Insbesondere am Anfang und Ende einer Wand kann die Lärmminderungswirkung deutlich geringer ausfallen. Zur Vermeidung von Schallreflexionen sollte auf eine entsprechende Absorption der Wand geachtet werden.

In der nebenstehenden Tabelle ist exemplarisch die Wirkung von drei Wandhöhen (2/3/4 m über Fahrbahnoberkante) für Entfernungen von 10-500 m in drei Geschosshöhen (3/6/9 m) dargestellt. Als grobe Orientierung können im Nahbereich hinter einer Wand rund 10 dB Pegelminderung erwartet werden. Die Grafik zeigt die Pegelminderung hinter einer Wand mit 4 m Höhe. Die darin dargestellten Punkte und Entfernungen entsprechen jenen in der Tabelle.

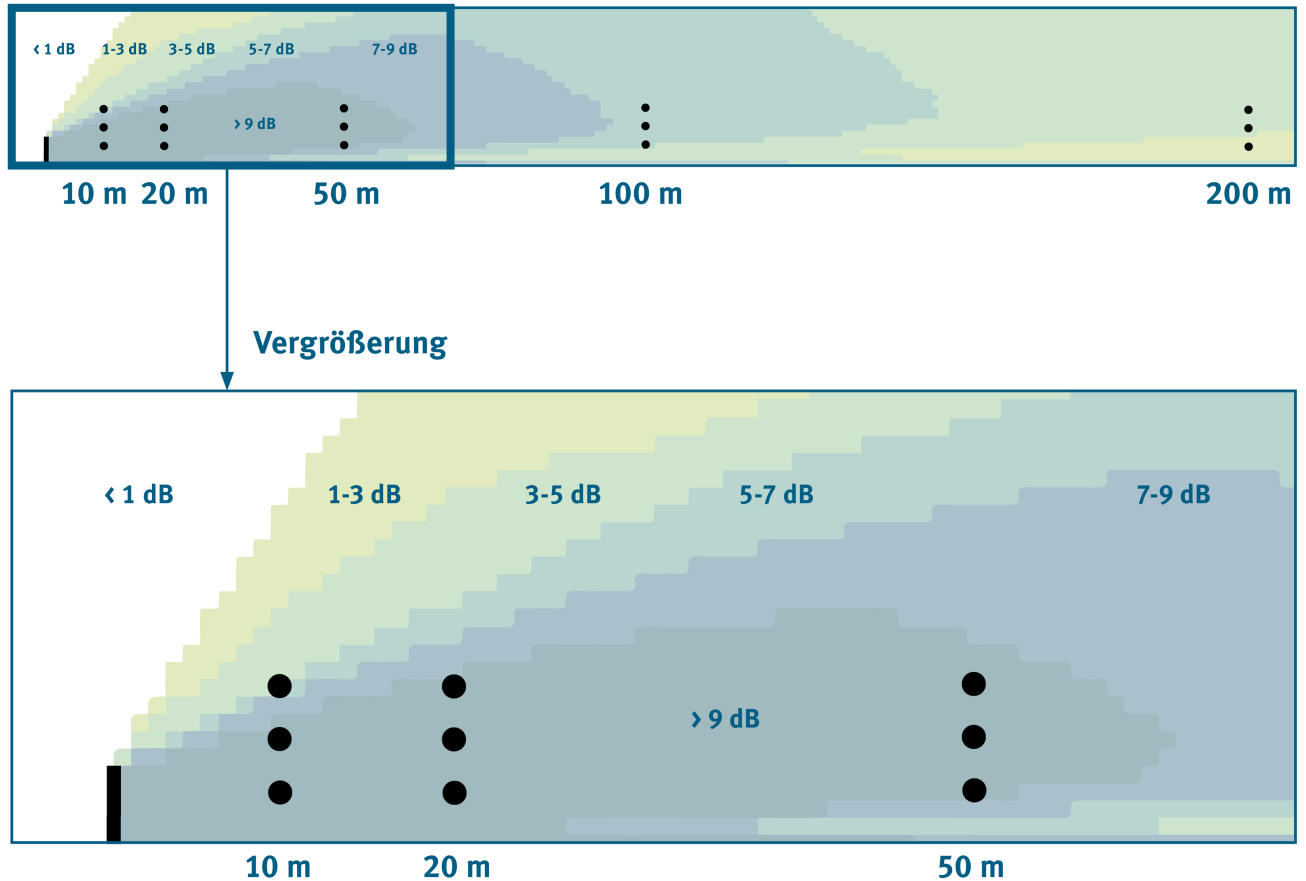
Wirkung von Lärmschutzwänden

Minderungswirkung in dB mittig hinter einer 300 m langen Wand						
in einer Höhe von ...	in einer Entfernung hinter der Wand von ...					
	10 m	20 m	50 m	100 m	200 m	500 m
Wandhöhe 2 m						
3 m	-8	-9	-8	-4	-2	-1
6 m	-3	-6	-7	-6	-3	-1
9 m	-2	-3	-6	-6	-3	-1
Wandhöhe 3 m						
3 m	-12	-11	-9	-5	-2	-1
6 m	-7	-10	-9	-6	-3	-1
9 m	-3	-7	-9	-6	-4	-1
Wandhöhe 4 m						
3 m	-14	-13	-9	-5	-2	-1
6 m	-11	-12	-10	-7	-3	-1
9 m	-6	-10	-9	-7	-4	-1

Die genannte Wirksamkeit basiert auf einer stark pauschalisierten Betrachtung. Die Wand wurde direkt am Fahrbahnrand angenommen. Die Entfernung gibt den Abstand des Immissionsorts zur Straßenmitte an. Der Immissionsort liegt mittig hinter der Wand. Die Wirkung bei geringeren Abständen zu den Wandenden ist geringer. Im Einzelfall kann die Wirkung durch geänderte Straßenbreite, den Abstand der Wand zu den Fahrspuren sowie durch weitere Effekte von Abschirmung und Reflexion stark variieren.

Wirkung einer Lärmschutzwand

Schnittdarstellung der Pegelminderung, Lärmquelle und Wand links im Bild



4 Meter hohe Lärmschutzwand, Berechnung mit langer Straße, mittig in einem 300 Meter langen Abschnitt
Immissionsorthöhen 3 Meter, 6 Meter, 9 Meter

Zusammenfassung

Schätzverfahren

Vorgestellt wird ein Verfahren, mit dem die Wirkung von Minderungsmaßnahmen im Rahmen der Lärmaktionsplanung abgeschätzt werden kann. Die Verfahren zur Ermittlung der Betroffenen bieten eine einfache Abschätzung, wenn keine (GIS)-Daten zur tatsächlichen Betroffenheit, bestehend aus Lärmpegeln und Einwohnerzahlen, verfügbar sind.

Verfahren zur Ermittlung der Betroffenen

Aufbauend auf den im Rahmen der Lärmkartierung erstellten Lärmkarten wird, getrennt für Einzelhäuser und Wohnblöcke, die Lärmbetroffenheit festgestellt. Mit pauschalen Ansätzen kann zudem die Anzahl der Personen in den Gebäuden abgeschätzt werden. Viele notwendige Informationen lassen sich aus den Karten direkt ablesen: Lärmbetroffenheit $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$ beziehungsweise $L_{Night} > 50 \text{ dB(A)}$ sowie Anzahl der Gebäude (Einzelgebäude) bzw. Gebäudelängen (Wohnblöcke). Weitere Informationen lassen sich in der Regel aus Luftbildern und Karten ermitteln, z.B. zur Nutzung oder Geschossigkeit. In Einzelfällen kann jedoch auch eine Erhebung vor Ort notwendig sein.





Maßnahmen

Zur Abschätzung der Wirksamkeit einer Lärminderungsmaßnahme ist auch die Kenntnis über ihre akustische Wirkung notwendig. Aufgeführt wird die Wirksamkeit der häufigsten Maßnahmen. Bei Straßen sind dies geänderte Höchstgeschwindigkeiten, Straßenoberflächen und verkehrslenkende Maßnahmen, bei Straßenbahnen ebenfalls Änderungen der Höchstgeschwindigkeit und Maßnahmen am Oberbau.

Änderungen der Straßenoberfläche können bei Verwendung lärmarmen Asphaltdecksichten zu einer Geräuschminderung führen. Das Ausmaß der Änderung ist davon abhängig, welche Deckschicht bereits verbaut ist. Geschwindigkeitsbeschränkungen sind grundsätzlich lärmmindernd wirksam, die konkrete Minderung hängt jedoch auch von der Verkehrszusammensetzung ab. Maßnahmen zur Straßenraumgestaltung und verkehrslenkende Maßnahmen müssen in der Regel integriert angewendet werden und erfordern daher (ggf. externe) Fachexpertise. Zur ersten Einschätzung der jeweiligen Maßnahmenwirkung sind jedoch die Minderungspotenziale angegeben. Für Straßenbahnen kann die Senkung der Höchstgeschwindigkeit in einzelnen Fällen möglich sein. Maßnahmen am Straßenbahnkörper sind zum Teil sehr wirksam aber ggf. nicht überall umsetzbar.



Quellen- und Literaturverzeichnis

WHO Regional Office for Europe (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen

Umweltbundesamt (2019): WHO-Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region - Lärmfachliche Bewertung der neuen Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation für Umgebungslärm für die Europäische Region. Dessau-Roßlau. Juli 2019

Umweltbundesamt (2021): Lärmbilanz 2020 - Analyse der Lärminderungsplanung in Deutschland. UBA-Texte 135/2021. Dessau-Roßlau. Oktober 2021

RLS-19: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS 19. Ausgabe 2019. FGSV-Nr. 052

Schall 03: Anlage 2 zur Verkehrslärmschutzverordnung vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist.

Weitere Informationsmaterialien:

Umweltbundesamt (2018): Ruhige Gebiete - Eine Fachbroschüre für die Lärmaktionsplanung. Dessau-Roßlau. Oktober 2018
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ruhige-gebiete>

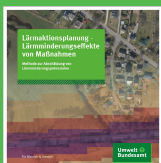
Umweltbundesamt (2018): Leitfaden: Information und Mitwirkung der Öffentlichkeit bei der Lärmaktionsplanung. Dessau-Roßlau. Dezember 2018
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-mitwirkung-laermaktionsplanung>

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz - LAI (2022): LAI-Hinweise zur Lärmaktionsplanung – Dritte Aktualisierung. September 2022.
<https://www.lai-immissionsschutz.de/Veroeffentlichungen-67.html>

Umweltbundesamt (2015): Handbuch Lärmaktionspläne Handlungsempfehlungen für eine lärmindernde Verkehrsplanung. Dessau-Roßlau. September 2015.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-laermaktionsplaene-handlungsempfehlungen>

Umweltbundesamt (2019): Umgebungslärmrichtlinie: Vernetzung von Planungsebenen bei der Lärmaktionsplanung. Dessau-Roßlau. September 2019.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umgebungs-laermrichtlinie-vernetzung-von>

Umweltbundesamt (2023): Gemeinsam planen für eine gesunde Stadt – Empfehlungen für die Praxis. Dessau-Roßlau. Januar 2023.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gemeinsam-planen-fuer-eine-gesunde-stadt>



► **Diese Broschüre als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/