

TEXTE

27/2012

Forschungsprojekt OptiLAP - Evaluierung und Optimierung der Lärm- aktionsplanung nach der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG

Arbeitspaket 2.1: Analyse und Verbesserung der
Gebrauchstauglichkeit von Lärmkarten in der
Öffentlichkeitsbeteiligung

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3710 55 146
UBA-FB 001596

**Forschungsprojekt OptiLAP - Evaluierung und
Optimierung der Lärmaktionsplanung nach der
Umgebungsärmrichtlinie 2002/49/EG**

Arbeitspaket 2.1

Analyse und Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit von Lärmkarten in der Öffentlichkeitsbeteiligung

von

**Prof. Dr. Jochen Schiewe
Beate Weninger
Anna-Lena Kornfeld**
HafenCity Universität Hamburg - Labor für Geoinformatik und
Geovisualisierung (g2lab), Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4304.html>
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie: HafenCity Universität Hamburg
Labor für Geoinformatik und Geovisualisierung (g2lab)
Hebebrandstraße 1
22297 Hamburg

Abschlussdatum: März 2012

Herausgeber: Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet I 3.4 Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen
Matthias Hintzsche

Dessau-Roßlau, Juli 2012

Kurzbeschreibung

Ziel dieser Studie ist es, die Defizite von strategischen Lärmkarten und Zusatzkarten für Straßenlärm sowohl formal als auch inhaltlich in Hinblick auf die Verwendung zur Öffentlichkeitsbeteiligung zu eruieren und Verbesserungsvorschläge für eine zielgruppen- und anwendungsfallorientierte Erstellung von Lärmkarten zu geben.

Für die Erstellung der Ergebnisse wurden neben **kartographischen Analysen** und der Auswertung von **Fragebögen** über die Verwendung von Lärmkarten zur Öffentlichkeitsbeteiligung in Gemeinden auch **Experteninterviews** auf der Grundlage diverser Lärmkartendarstellungen durchgeführt.

Nach einer Analyse vorhandener Lärmkarten lässt sich zusammenfassend bemerken, dass es zurzeit eine sehr heterogene und nicht zufriedenstellende Darstellung der Lärmsituationen gibt. Dieser Aussage liegt die Tatsache zugrunde, dass die kartographische Darstellung der Lärmsituation per sé kein triviales Problem ist:

- Eine Kodierung von Lärmparametern in Karten, d. h. die **Abbildung akustischer in graphische Variablen**, bedingt einen durchaus anspruchsvollen Sinnestransfer.
- Die **Erzeugung der zugrunde liegenden Daten** trägt zu vielen Missverständnissen bei: Vielen Nutzern ist nicht bekannt, dass die Daten nicht gemessen, sondern berechnet werden.
- Die **logarithmische Einheit dB(A)** für den Schalldruckpegel ist für den Laien nicht einfach zu erfassen.
- Schließlich führen sowohl **nicht ausreichende Vorgaben in der 34. BImSchV sowie in der DIN 18005-Teil 2** zu heterogenen und schwer verständlichen (kartographischen) Darstellungen.

Die in dieser Arbeit gegebenen Empfehlungen behandeln vor allem die kartographische Darstellung der allgemeinen Bestandteile von Lärmkarten, die Darstellung des Kartenthemas „Lärmpegel“, besondere Aspekte bei der Gestaltung von Bildschirmkarten, sowie auch Nutzungsaspekte.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Zielsetzung und Rahmenbedingungen der Studie.....	1
1.2	Gliederung des Berichts.....	2
2	Analyse	3
2.1	Methodik.....	3
2.2	Karteninhalte	3
2.2.1	Vorgeschriebene Karteninhalte laut 34. BImSchV.....	3
2.2.2	Analyse.....	4
2.3	Kartographische Darstellung	6
2.3.1	Kartengrundlage	6
2.3.2	Darstellung der Lärmpegel	8
2.3.3	Farben.....	9
2.3.4	Darstellung weiterer Parameter	11
2.4	Definition und Differenzierung nach Nutzergruppen und Anwendungsfällen.....	12
2.4.1	Nutzergruppen	12
2.4.2	Anwendungsszenarien.....	13
2.5	Bekanntheitsgrad, Motivation zur Nutzung und Zugänglichkeit	14
3	Empfehlungen.....	16
3.1	Kartographische Darstellung	16
3.1.1	Allgemeine Bestandteile von Lärmkarten.....	16
3.1.2	Wahl des Kartenmaßstabes.....	17
3.1.3	Darstellung des Kartenthemas „Lärmpegel“	18
3.1.4	Darstellung weiterer Kartenthemen in Lärmkarten	30
3.1.5	Besondere Aspekte bei der Gestaltung von Bildschirmkarten.....	33
3.2	Nutzungsaspekte.....	33
4	Ausblick.....	38
4.1	Erhöhung der Interaktionsmöglichkeiten.....	38
4.2	Akustische Unterstützung.....	38
4.3	3D- und 4D-Darstellungen	39
4.4	Nutzung virtueller Globen und web-basierter Kartendienste.....	40

5	Zusammenfassung	42
5.1	Analyse.....	42
5.2	Empfehlungen.....	42
5.3	Empfehlungen für weitergehende Arbeiten.....	44
6	Quellenverzeichnis.....	45
7	Anhang.....	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Lärmpegel entlang der Straßen der Hamburger Innenstadt (Freie und Hansestadt Hamburg, 2007).....	5
Abbildung 2: Die DTK 100 im Hintergrund eignet sich nur eingeschränkt zur digitalen Verwendung, da sie durch die geringere Auflösung spezifizierte Anforderungen für die digitale Verwendung nicht entspricht. (Eisenbahn-Bundesamt, 2011).....	7
Abbildung 3: Bandartige Darstellung: breite Straßen treten optisch deutlicher in den Vordergrund als schmale Straßen (DIN 18005-Teil 2).....	9
Abbildung 4: Beispiele für verwendete Farbskalen dreier willkürlich ausgewählter Gemeinden in Deutschland.....	9
Abbildung 5: Erläuterung der laut DIN 18005-Teil 2 vorgeschlagenen Farben für gegebene dB(A)-Klassen (eigene Graphik)	10
Abbildung 6: Dringlichkeitsstufen in Rot, Orange und Gelb (Lärminderungsplan Berlin Charlottenburg – Wilmersdorf, 2008: 7).....	11
Abbildung 7: Inhalte, die einen größeren Maßstab benötigen, können z. B. in kleinen Detailkarten abgebildet werden. (eigene Graphik).....	18
Abbildung 8: Geeignete Kartentypen in Abhängigkeit von der Struktur der vorliegenden Daten (eigene Graphik).....	21
Abbildung 9: Farbschemata zur Darstellung einer Variable: (a) Abstufung eines Farbtons nach Helligkeit; (b) Abstufung nach Helligkeit bei Verwendung von Farbübergängen (Brewer, 1994: 130).....	23
Abbildung 10: Das sichtbare Spektrum wie es normal (oben) und bei Rot-Grün-Sehschwäche wahrgenommen wird. (Jenny und Kelso, 2007b)	24
Abbildung 11: Alternativer Farbvorschlag zur DIN 18005-Teil 2 für Lärmpegel, Fassadenpegel und Differenzpegel (eigene Graphik)	25
Abbildung 12: Darstellung mit unterschiedlichen Farbkontrasten - in der linken Abb. sind die verschiedenen Klassen aufgrund des höheren Kontrasts besser zu unterscheiden. Der Grauton stellt die Anzahl der im Gebäude lebenden Personen dar. (eigene Graphik)	26
Abbildung 13: Trotz starker Kontraste zwischen den Farbtönen eignen sich helle Farben (z. B. Elfenbein) nicht zur linienhaften Darstellung, da sie kaum erkennbar sind. Der Grauton stellt die Anzahl der im Gebäude lebenden Personen dar. (eigene Graphik)	26
Abbildung 14: Vorschläge für Farbskalen zur Darstellung des Differenzpegels (eigene Graphik)	27
Abbildung 15: Mögliches Aussehen der in Abbildung 14 dargestellten Farbskalen für Nutzer mit Rot-Grün-Sehschwäche (vgl. auch Abbildung 10) – man erkennt deutlich, dass sich eine Skala von Blau auf Rot auch bei Rot-Grün-Sehschwäche gut eignet (eigene Graphik).....	27

Abbildung 16: Beispiel für das Hinzufügen einer qualitativen Skala. Die Platzhalter „Wirkung 1, 2 und 3“ können durch entsprechende Wirkungen, wie z. B. „schlafgestört“, oder „mittlere Lärmbelastung“, ersetzt werden. (eigene Graphik)	28
Abbildung 17: Beispiel für die Angabe von Vergleichswerten zum besseren Verständnis der Werte (eigene Graphik, Quelle: LÄRMKONTOR GmbH)	29
Abbildung 18: Die Lärmpegel werden als unterste Ebene in Vollton dargestellt, die Straßen können nach Bedarf transparent dargestellt werden. Anhand des Grautons der Gebäude lassen sich die Belastetenzahlen ablesen. (eigene Graphik)	30
Abbildung 19: Fassadenpegel als Linie entlang der Gebäude dargestellt: man kann anhand dieser Darstellung deutlich die Werte entlang der Fassade, auch hinter den Gebäuden erkennen. Der Grauton der Gebäude zeigt die Belastetenzahlen (eigene Graphik)	31
Abbildung 20: Punkthafte Darstellung des Fassadenpegels: die Punkte ergeben aufgrund der Datengrundlage ein sehr unruhiges Bild, dass aus kartographische Sicht nicht verwendbar ist. Die Alternative ist die Darstellung als Linien (siehe Abbildung 19). (eigene Graphik)	31
Abbildung 21: Räumliche Betroffenheitsanalyse (Ausschnitt, UBA, 2008: 55)	32
Abbildung 22: Einbindung der Öffentlichkeit in die Aktionsplanung. (UBA, 2008: 37, ergänzt)	34
Abbildung 23: Geplante Maßnahmen in einer Karte dargestellt (Ausschnitt, UBA, 2008: 62)	35
Abbildung 24: Geplante Maßnahmen in Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf. (Berlin Charlottenburg, 2008: 24)	36
Abbildung 25: Die Legende ist mit Audioaufnahmen hinterlegt, bei einem Mausklick auf das Symbol wird der Vergleichswert abgespielt. (eigene Graphik)	39
Abbildung 26: Darstellung des in der Höhe variablen Fassadenpegels anhand von Texturierung (Knauth, 2010)	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Orientierungshilfe zur Bewertung von Lärmpegeln.....	29
Tabelle 2: Beispiele zur Angabe von Richtwerten zum besseren Verständnis des Lärmpegels	29

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung und Rahmenbedingungen der Studie

Strategische Lärmkarten dienen laut der 34. BImSchV (Verordnung über die Lärmkartierung) u. a. der Unterrichtung der Öffentlichkeit und der Vermittlung der Lärmproblematik. Ihre Verbreitung hat in für die Öffentlichkeit verständlicher Darstellung zu erfolgen. Der Begriff „Lärmkarte“ wird in diesem Bericht für Karten verwendet, in denen das Phänomen Lärm räumlich dargestellt wird. Das sind neben den strategischen Lärmkarten auch andere von Gemeinden erstellten Karten, die das Ziel haben ein Lärmproblem aufzugreifen und darzustellen.

Im folgenden Bericht werden unter dem Begriff „Parameter“ Größen verstanden, die sich in Lärmkarten darstellen lassen. Hierzu zählen der Lärmpegel (getrennt nach Schallquelle und Zeit), Wertüberschreitungen, sowie auch Parameter, die in tabellarischer oder schriftlicher Form die Karten ergänzen (z. B. Belastetenzahlen, Beschreibung der Hauptlärmquellen und ihrer Umgebung, Angabe der durchgeführten und laufenden Lärmaktionspläne, Angabe der lärmbelasteten Flächen und der geschätzten Zahl von Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser innerhalb dieser Gebiete).

Lärmkarten sind unumstritten eine wichtige „Grundlage für die Aufstellung von Aktionsplänen zur Lärminderung und zum Erhalt ruhiger Gebiete“ (UBA, 2008: 6). Die Analyse der Lärmkarten stellt den ersten Schritt einer Maßnahmenplanung dar, da Lärmkarten die Konfliktsituation graphisch darstellen. Sie sind somit eine Grundlage für die Diskussion mit der Öffentlichkeit und der Politik. Nach der Studie „Lärmbilanz 2010“ (UBA, 2011: 2) haben 33% der deutschen Gemeinden Lärmkarten erstellt, 60% dieser Gemeinden machen eine Öffentlichkeitsbeteiligung zur Lärmaktionsplanung, wobei mehr als die Hälfte dieser Beteiligungen aus einer Auslegung der Information bestehen (UBA, 2011: 24). Entsprechend einer im Rahmen des Projektes durchgeführten Befragung verwenden 10 von 11 Gemeinden Lärmkarten zur Öffentlichkeitsbeteiligung. Diese werden teilweise zusätzlich durch die Verwendung von Grundkarten und Karten mit Belastungsschwerpunkten oder der LärmKennZiffer unterstützt.

Die Miteinbeziehung der Öffentlichkeit bei der Aufstellung von Aktionsplänen ist gesetzlich vorgeschrieben (§ 47d Abs. 3 BImSchG). Es gibt hierfür weniger konkrete Vorgaben, jedoch folgende allgemeine Anforderungen:

- die Öffentlichkeit soll rechtzeitig und effektiv an der Ausarbeitung und Überprüfung der Aktionspläne mitwirken,
- die Beteiligungsergebnisse sollen berücksichtigt werden,
- es sollen angemessene Fristen und Zeitspannen für jede Phase der Beteiligung festgelegt werden,
- die Öffentlichkeit soll über die getroffenen Entscheidungen und die Aktionspläne informiert werden.

„Öffentlichkeitsbeteiligung ist damit integrativer Bestandteil der Aktionsplanung“ (UBA, 2008: 8). Die assoziierten Lärmkarten sollen daher nicht nur verständlich Informationen vermitteln,

sie sollen auch eine geeignete Diskussionsgrundlage darstellen, wie das folgende Zitat zeigt: „Wie bei kaum einer anderen Umweltplanung ist die Öffentlichkeitsbeteiligung notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung [der Lärmaktionspläne]: Bürgerinnen und Bürger können durch ihre Kenntnis vor Ort dazu beitragen, Lärminderungsmaßnahmen möglichst optimal zu gestalten. Die Kommunikation mit der Öffentlichkeit erhöht die Akzeptanz von Maßnahmen und die Transparenz von Entscheidungen. Da Lärmbelästigung und -belastung eine starke ‚subjektive‘ Komponente haben, die nicht nur in Dezibel zu erfassen ist, ist bei erfolgreicher Öffentlichkeitsarbeit auch eine größere Wirksamkeit der Lärminderung zu erwarten.“ (UBA, 2008: 2)

Ziel dieser Studie ist es, die Defizite von strategischen Lärmkarten und Zusatzkarten für Straßenlärm sowohl formal als auch inhaltlich in Hinblick auf die Verwendung zur Öffentlichkeitsbeteiligung zu eruieren und Verbesserungsvorschläge für eine zielgruppen- und anwendungsfallorientierte Erstellung von Lärmkarten zu geben.

Der Fokus dieser Studie liegt auf der Darstellung von analogen und digitalen Karten. Auf die Darstellung in einem webbasierten Geographischen Informationssystem (Web-GIS) sowie dessen Funktionen und Interaktionen wird nicht eingegangen. Auch Methoden zur Berechnung der Lärmkarten werden hier nicht behandelt, die Daten werden als vorhanden und verlässlich angenommen. Die Verlässlichkeit der Berechnungen und daraus resultierende Schwierigkeiten bei der Interpretation der Lärmkarten werden z. B. in Richard (2009) diskutiert. Die in diesem Bericht gegebenen Vorschläge wurden mit dem Ziel entwickelt, als Diskussionsgrundlage für die weitere Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie zu dienen.

1.2 Gliederung des Berichts

Im **ersten Teil** dieses Berichts wird eine **Analyse und Bewertung von strategischen Lärmkarten** und zusätzlichen Karten zur Öffentlichkeitsbeteiligung im Zusammenhang mit dem Thema Lärm durchgeführt. Aufgrund der variantenreichen Darstellungen des Lärmproblems können nur auffällige und grundlegende Probleme der Karten behandelt werden. Auf Darstellungsvarianten einzelner Gemeinden kann nicht eingegangen werden.

Im **zweiten Teil** werden **Empfehlungen zur alternativen Darstellung** gegeben, um die im ersten Teil behandelten Probleme zu bewältigen. Diese Empfehlungen erfolgen auf Basis von kartographischen Richtlinien, Konventionen und Erfahrungen und zielen in erster Linie auf die graphische Verbesserung ab. Bereits an dieser Stelle muss aber auch betont werden, dass das Thema „Lärmkarten“ sehr komplex ist, sodass keine allgemeingültigen „Rezepte“ und konkreten Anleitungen zur Erstellung geliefert werden können. Je nach Datenlage und geographischem Gebiet ergeben sich in jeder Anwendung spezielle Anforderungen, die unter Umständen Abweichungen von den gegebenen Richtwerten zur Visualisierung benötigen. Dieses Phänomen ist in der Kartographie durchaus typisch – so stellt Arnberger (1997: 3) fest, dass es „meist nicht nur eine methodische Möglichkeit und nur einen kartographisch guten oder richtigen Weg gibt“.

2 Analyse

Dieser Abschnitt nimmt eine Analyse und Bewertung vorhandener Werkzeuge und Standards zur Visualisierung von Lärmkarten und Lärminderungsmaßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung bzw. Lärmaktionsplanung vor. Basierend auf einer kombinierten, analytischen und empirischen Methode (Abschnitt 2.1) werden hierbei die Aspekte Inhalte von Lärmkarten (2.2), kartographische Darstellung der Lärmbelastung (2.3), Nutzergruppen und Anwendungsfälle (2.4) sowie Verbreitung (2.5) näher betrachtet.

2.1 Methodik

Für die Erstellung der Ergebnisse wurden neben **kartographischen Analysen** und der Auswertung von **Fragebögen** über die Verwendung von Lärmkarten zur Öffentlichkeitsbeteiligung in Gemeinden auch **Experteninterviews** auf der Grundlage diverser Lärmkartendarstellungen durchgeführt.

Die Experten setzten sich aus den Bereichen Graphikdesign, Web-Design, Informationsdesign und der wissenschaftlichen sowie der angewandten Kartographie zusammen. Die Tiefeninterviews wurden einzeln geführt und dauerten durchschnittlich zwei Stunden. Die vorgelegten Karten wurden hinsichtlich Orientierung, Lesbarkeit, Verständnis und (karto-)graphischer Gestaltung ausführlich kommentiert und qualifiziert bewertet. Anschließend wurden Verbesserungsvorschläge gemeinsam erarbeitet. Die vorgelegten Karten zeigten sowohl konventionelle Darstellungen des Lärmpegels und anderer Parameter, als auch innovative 3D-Kartenabbildungen und visionäre Informationsvisualisierungen.

2.2 Karteninhalte

2.2.1 Vorgeschriebene Karteninhalte laut 34. BImSchV

Die 34. BImSchV bezieht sich auf die strategische Lärmkarte, die nicht vorrangig für die Öffentlichkeitsbeteiligung entwickelt wurde. Derzeit gibt es keine Vorgaben, die sich ausschließlich und speziell auf die Erstellung von Lärmkarten zur Öffentlichkeitsbeteiligung beziehen. Diese Karten werden von Gemeinden selbständig nach deren Bedürfnissen entwickelt und verwendet.

Laut 34. BImSchV sollen Lärmkarten georeferenziert, digital weiter verwendbar und „in körperlicher Form herstellbar sein“. Sie sind für Ballungsräume mit mehr als 250.000 Einwohner (ab 30. Juni 2012 >100.000 Einwohner), Hauptverkehrsstraßen mit mehr als 6 Mio. Kfz pro Jahr (ab 30. Juni 2012 >3 Mio. Fahrzeuge/Jahr), Haupteisenbahnstrecken mit mehr als 60.000 Zügen pro Jahr (ab 30. Juni 2012 >30.000 Züge/Jahr) und Großflughäfen mit mehr als 50.000 Bewegungen pro Jahr zu erstellen.

Für die **graphische Darstellung** laut 34. BImSchV ist die Lärmsituation mit den sogenannten „Isophonen-Bändern“ wiederzugeben:

- L_{DEN} über 55 dB(A) bis 60 dB(A), über 60 dB(A) bis 65 dB(A), über 65 dB(A) bis 70 dB(A), über 70 dB(A) bis 75 dB(A) sowie über 75 dB(A), und

- L_{Night} (8 Stunden, beginnend um 22.00 Uhr) über 50 dB(A) bis 55 dB(A), über 55 dB(A) bis 60 dB(A), über 60 dB(A) bis 65 dB(A), über 65 dB(A) bis 70 dB(A) sowie über 70 dB(A) und optional über 45 dB(A) bis 50 dB(A).

Die Ausarbeitung hat getrennt für jede Lärmart zu erfolgen (Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafenlärm). Ferner ist eine graphische Darstellung des Wertes gefordert, bei dessen Überschreitung Lärmschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen oder eingeführt werden müssen.

In **tabellarischer oder alphanummerischer Form** ist nach 34. BImSchV (§4(4)3) Folgendes darzustellen:

- Geschätzte Zahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der „Isophonen-Bänder“ liegen (Belastetenzahlen);
- Hauptlärmquellen nach Lage, Größe und Verkehrsaufkommen;
- Umgebung: Ballungsräume, Städte, Dörfer, etc.;
- durchgeführte oder laufende Lärmaktionspläne und Lärmschutzprogramme;
- lärmbelastete Flächen und geschätzte Zahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in diesen Gebieten;
- zuständige Behörden für die Lärmkartierung;
- Zahl der in ihren Wohnungen durch Umgebungslärm belasteten Menschen (separat für jede Lärmart);
- Gesamtfläche der lärmbelasteten Gebiete.

2.2.2 Analyse

Bezüglich der verständlichen Darstellung der o. g. Parameter und Themen lassen sich basierend auf unseren Interviews folgende Aussagen treffen:

- Laut 34. BImSchV ist der **Schallpegel** getrennt nach Schallquelle und Zeit anhand entsprechender Klassen graphisch darzustellen (Abbildung 1). Daraus folgt, dass in einer Lärmkarte nicht die gesamte Lärmsituation unter Berücksichtigung aller Lärmquellen präsentiert wird, wie sie von den Bürgern in Realität wahrgenommen wird.
- Anzugeben ist der Lärmpegel in der Einheit dB(A), was häufig zu Verständnisschwierigkeiten auf Seiten des Kartennutzers führt. Die Einheit des frequenzbewerteten Schalldruckpegels basierend auf einer logarithmischen Skala ist für Laien schwer greifbar.
- Laut Erfahrungsberichten und Ergebnissen aus der Umfrage ist ein häufig auftretendes Missverständnis die Unterscheidung zwischen „Messen“ und „Berechnen“ der Werte. Für Bürger sind die auf den Karten dargestellten Werte teilweise nicht nachvollziehbar und werden mit eigenen Messungen verglichen, was häufig zu Fehleinschätzungen führt.
- „Für die Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen reichen die von der Umgebungslärmrichtlinie und der 34. BImSchV vorgegebenen 5 dB(A)-Bänder unter Umständen nicht aus. Da 3 dB(A) eine Halbierung des Schalldruckes bedeuten, schlagen

sich u. U. Maßnahmen, die bereits eine deutliche Lärmreduzierung zur Folge haben, in der kartenmäßigen Darstellung nicht nieder. Insbesondere für die Öffentlichkeitsinformation und -beteiligung, aber auch für die politische Abstimmung, sollten daher andere Darstellungsformen gewählt werden“ (UBA, 2008: 6).



Abbildung 1: Darstellung der Lärmpegel entlang der Straßen der Hamburger Innenstadt (Freie und Hansestadt Hamburg, 2007)

- Die Überschreitung eines Richtwertes, bei der Lärmschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen werden, ist laut der Verordnung graphisch in den Lärmkarten aufzunehmen. Der Parameter **Konflikt** kennzeichnet diese Überschreitung auf den Lärmkarten häufig in Form von Konfliktzonen oder Dringlichkeitsstufen. Dem Kartennutzer ist jedoch die Überschreitung eines Richtwertes bei dieser Darstellungsform oft nicht bewusst bzw. wird nicht als eine Wertüberschreitung interpretiert.
- Die Angabe über die geschätzte Zahl der Bewohner innerhalb der Isophonen-Bänder (**Belastetenzahlen**) kann laut Verordnung tabellarisch erfolgen. Die Belastetenzahlen werden jedoch oft zusätzlich auf den Lärmkarten abgebildet, was auch sinnvoll ist, da sich damit einschätzen lässt, wie viele Personen von Lärm betroffen sind. Vor allem wenn dieser Parameter zur Maßnahmenbegründung beiträgt, macht eine graphische Darstellung Sinn. Sofern sich der Index aus einer Berechnungsformel ergibt, muss diese angegeben und ggf. als deskriptive Variable in der Legende hinzugefügt werden. Teilweise werden die Belastetenzahlen anhand der „**Lärmkennziffer**“ verdeutlicht. Hierfür werden die nach VBEB errechneten Ergebnisse der über einem bestimmten Schwellenwert Belasteten anhand der Methode „LärmKennZiffer“ (LKZ, nach Bönninghausen und Popp, 1988) grafisch in ha-Rastern oder bei Bedarf auf Baublockebene dargestellt. Demnach sind die Lärmkennziffern überall dort hoch, wo sowohl hohe Einwohnerdichten, als auch hohe Belastungen auftreten. Diese Methode ist sehr gut geeignet, da eine räumliche Verortung der Betroffenen für die Identifizierung

von Handlungsschwerpunkten zu empfehlen ist, da die Darstellung des Lärmpegels alleine keine Rückschlüsse auf die Lärmbetroffenheit in bestimmten Bereichen erlaubt.

- **Belastete Einrichtungen** wie Schulen und Krankenhäuser sind laut 34. BImSchV tabellarisch anzugeben. Sie können durch aussagekräftige Signaturen in die kartographische Darstellung aufgenommen und vom Kartenbetrachter in der Regel leicht zugeordnet werden.
- Die Berechnung des **Fassadenpegels** erlaubt die großmaßstäbige Darstellung des Lärmpegels. Genaue Pegelangaben direkt an der Hausfassade sorgen durch den konkreten Raumbezug des Pegels für ein hohes Verständnis der Kartenthematik. Die Werte können direkt ausgelesen werden und lassen wenig Platz für Fehlinterpretationen (ausgenommen ist hier die bereits erwähnte Problematik mit der Einheit dB(A)).
- **Weitere Parameter**, wie zum Beispiel ruhige Gebiete, werden nur selten auf Lärmkarten hinzugefügt, da sie keinen Bestandteil der Verordnung darstellen. Sie verfügen jedoch über das Potential, dem Kartennutzer ein umfassendes Bild der städtischen Lärmsituation zu generieren.

ZUSAMMENFASSUNG: Es lässt sich festhalten, dass alle in der 34. BImSchV aufgeführten Parameter in Lärmkartierungen berücksichtigt werden, sehr häufig erfolgt aber nur die Darstellung von Schallpegeln. Ein tieferes Verständnis der Lärmparameter ist für einen Laien aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades eher gering. Die thematischen Zusammenhänge, Berechnungsgrundlagen, etc. sind dem Kartennutzer nicht bewusst und fehlen u. U. für eine eindeutige (Karten-)Interpretation. Nichtsdestotrotz erweisen sich Lärmkarten städtischer Gebiete als mächtiges und effizientes Kommunikationsinstrument, um Lärmprobleme zu dokumentieren.

2.3 Kartographische Darstellung

Die kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen wird in der DIN 18005-Teil 2 (Schallschutz im Städtebau, Ausgabe September 1991) geregelt. Hier werden die Angaben zur Kartengrundlage, dem Maßstab, zusätzlichen Angaben, Arten der Darstellung (flächenhaft oder bandartig) sowie zur Farbwahl für die Repräsentation der Pegelwerte gemacht. Andere kartographische Gestaltungsvorgaben (so auch für die Darstellung anderer Parameter als dem Schallpegel) werden nicht gegeben, sodass diese Regelungen als recht offen bzw. grob zu bezeichnen sind. Im Folgenden werden die wesentlichen der oben genannten kartographischen Aspekte näher betrachtet.

2.3.1 Kartengrundlage

In der DIN 18005-Teil 2 werden „amtliche, maßstabsgerechte Grundlagenkarte[n]“ gefordert, um Angaben über Bebauung, Nutzung und Verkehrswege zu vermitteln. Von den befragten Experten und Nutzern werden stark generalisierte, für die digitale Verwendung aufbereitete Topographische Karten geeigneter als Luftbilder bewertet. Häufig werden Lärmkarten mit einer monochromen (grauen), transparenten Gestaltung der Hintergrundinformationen versehen. Die generalisierte Darstellung des Hintergrundes (Straßen, bebaute Flächen,

Gebäude, evtl. Grünflächen) steigert die Orientierung und Lesbarkeit der Lärmkarte, weil unnötige Details verschwinden.

Sehr oft ergeben sich Probleme, wenn Karten, die zur Verwendung auf Papier gedacht sind, über das Internet übermittelt werden (Abbildung 2). An **Bildschirmkarten** ergeben sich andere Anforderungen, so müssen diese zum Beispiel stärker generalisiert sein und feine Linien sowie kursive Schriften sollten aufgrund der geringen Bildschirmauflösung vermieden werden.

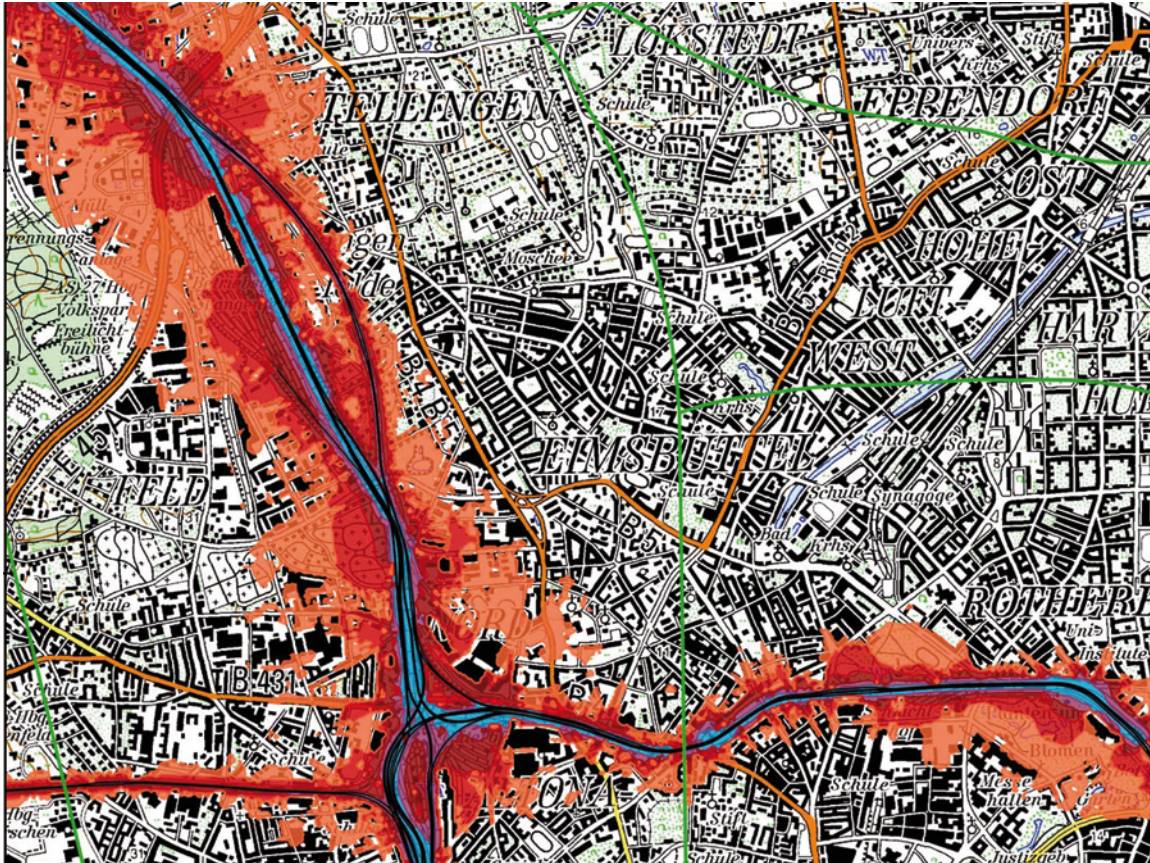


Abbildung 2: Die DTK 100 im Hintergrund eignet sich nur eingeschränkt zur digitalen Verwendung, da sie durch die geringere Auflösung spezifizierte Anforderungen für die digitale Verwendung nicht entspricht. (Eisenbahn-Bundesamt, 2011)

Die wesentliche Funktion der Hintergrundkarte besteht in der Förderung der **Orientierung**. Die hierfür notwendigen Elemente (Kartenmaßstab, Beschriftung, Straßennetz, Bebauungsstruktur und topographische Zusatzinformationen) werden auf den Lärmkarten sehr unterschiedlich eingesetzt und bewertet. Teilweise ist die Orientierung auf den Karten gelungen, z. B. durch den Einsatz von Beschriftungen. Teilweise geht die Orientierung aber durch Überdeckungen der Straßen- bzw. Gebäudedarstellungen mit der flächenhaften Darstellung der Lärmpegel verloren. Als besonders hilfreich werden Beschriftungen der Straßen und administrativen Einheiten (bspw. von Stadtteilen) erachtet, die nicht nur die Orientierung der Lärmkarte erleichtern, sondern auch linienförmige Gebietsgrenzen ersetzen, die in Konkurrenz zur Darstellung der Lärmpegel stehen.

Auffallend ist, dass für interaktive Lärmkarten im Internet trotz der mittlerweile weiten Verbreitung von *Google Maps* und *Open Street Map* in vielen Fällen immer noch wenig

geeignete (amtliche) Grundkarten verwendet werden. Bemerkenswert ist dies vor allem, weil in sehr vielen online Bürgerbeteiligungen Google Maps fast kritiklos eingesetzt wird.

2.3.2 Darstellung der Lärmpegel

Laut 34. BImSchV erfolgt die graphische Darstellung der Lärmsituation mit Isophonen-Bändern (§4(4)1), ergänzend hierzu führt die DIN 18005-Teil 2 die Optionen der flächenhaften oder bandartigen Darstellung (Abschnitte 3.2 bzw. 3.3) an:

- Wir verstehen *Isophonen-Bänder* als Fläche zwischen zwei Isophonen, d. h. mit Lärmpegelwerten, die zwischen dem unteren und oberen Wert der Isophonen liegen.
- Eine *flächenhafte Darstellung* bewirkt eine möglichst komplette Abdeckung des Interessensgebietes. Isophonen-Bänder stellen somit eine Variante der flächenhaften Darstellung dar.
- Eine *bandartige Darstellung* wird laut DIN 18005-Teil 2 (3.3) zur Beschreibung von Pegeln an Verkehrswegen eingesetzt. Gemäß den angeführten Beispielen (Abbildung 3) wird die komplette Straßenbreite mit einem einheitlichen Farbton quer zur Achse eingefärbt, Lärmpegel für das restliche Interessensgebiet werden nicht dargestellt. Die bandartige Darstellung beschreibt offensichtlich gegebene Mittelungspegel einer Straße (vgl. RLS-90 oder VBUS).

Zumindest aus kartographischer Sicht ist diese Terminologie nicht vollständig bzw. nicht konsistent. Zum einen besteht eine starke begriffliche Verwechslungsmöglichkeit zwischen „Isophonen-Bändern“ und „bandartiger Darstellung“. Letztere bezieht sich offensichtlich nicht auf die Darstellung von Isophonen-Bändern, sondern auf (linear angeordnete) Straßenpegel. Zum anderen wird zwar die flächenhafte Darstellung empfohlen (DIN 18005-Teil 2, 3.2), es werden aber explizit keine Kriterien zur Wahl der Darstellung angeführt.

Schließlich ergeben sich aus kartographischer bzw. wahrnehmungspsychologischer Sicht erhebliche Probleme mit der – allerdings seltener verwendeten – bandartigen Darstellung (vgl. 3): Hier wird grundsätzlich die gesamte Straßenbreite mit dem identischen Farbwert kodiert, obwohl der Lärmpegel quer zur Achse in der Realität oft nicht konstant bleibt. Unabhängig davon wurde der Pegel aber nur für eine (linienhafte!) Achse berechnet. Schließlich erscheinen die Darstellungen für breite Straßen im Vergleich zu schmalen Straßen aufgrund der größeren abgedeckten Fläche wesentlich dominanter, obwohl der eigentliche Wert identisch ist.



Abbildung 3: Bandartige Darstellung: breite Straßen treten optisch deutlicher in den Vordergrund als schmale Straßen (DIN 18005-Teil 2)

2.3.3 Farben

Die DIN 18005-Teil 2 definiert in Anhang B Farben (und Schraffuren/Raster) für die Darstellung von Lärmpegel-Klassen. In diesem Kontext sind folgende kritische Aspekte anzumerken:

- Die **Umsetzung** der vorgegebenen Farbskala erfolgt nicht konsequent (siehe Abbildung 4), was zu fehlender Einheitlichkeit, Vergleichbarkeit und Wiedererkennbarkeit führt.

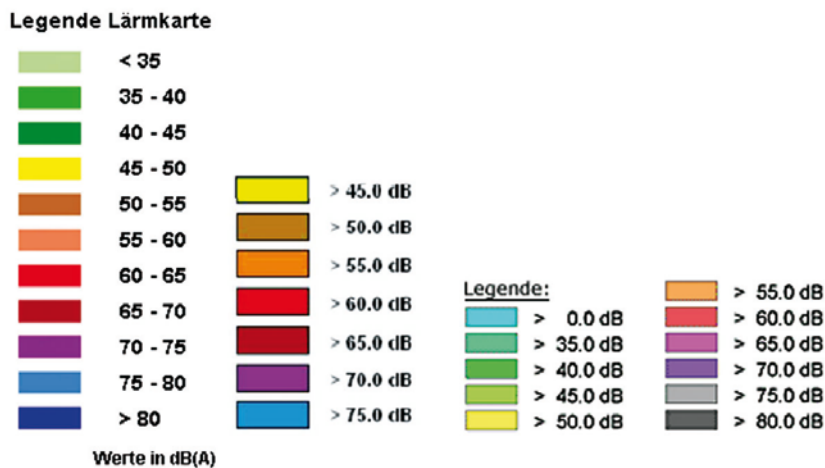


Abbildung 4: Beispiele für verwendete Farbskalen dreier willkürlich ausgewählter Gemeinden in Deutschland.

Der DIN-Farbverlauf (Braunbeige, Pastellorange, Verkehrsrot, Rubinrot, Verkehrspurpur, Lichtblau und Capriblau) ergibt **keine intuitiv verständliche Reihung** und damit auch keine einfache Erfassung von absoluten bzw. relativen Werten (siehe auch Engnath und Koch, 2001). Die Farbwerte der Skala sind nicht von hell nach dunkel ansteigend, die Farben können somit schwer mit ansteigenden Werten assoziiert werden. Stattdessen werden sieben verschiedene Farbtöne verwendet - zu viele, um eine leicht merkbare

Reihung zu bewerkstelligen. Durch diese zahlreichen Farbtöne kommt es immer wieder zu Brüchen in der Abfolge. So ist nicht nachvollziehbar, wieso auf das dunkle Grün (offiziell wird die irreführende Bezeichnung „Türkisgrün“ verwendet) helles Gelb und darauf wiederum ein dunkleres Braunbeige folgt. Insgesamt sind fünf Brüche zu erkennen und nur drei kurze Abschnitte, in denen nachvollziehbare Farbabfolgen auftreten (Abbildung 5). Auch die von der DIN 18005-Teil 2 abweichenden Farbverläufe, die in verfügbaren Lärmkarten gefunden wurden (siehe Abbildung 3), erfüllen den Anspruch aufeinander abgestimmter und intuitiv verständlicher Farbtöne, -abstufungen und -kontraste nicht.

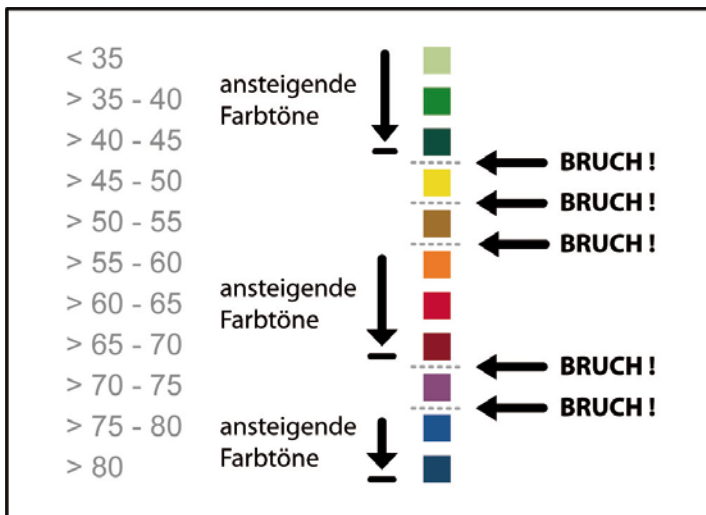


Abbildung 5: Erläuterung der laut DIN 18005-Teil 2 vorgeschlagenen Farben für gegebene dB(A)-Klassen (eigene Graphik)

Werden Farben adäquat eingesetzt, entspricht ihre Organisation der Organisation der Werte. „Die geeignete Nutzung von Farben zur Darstellung von Werten ermöglicht es Wechselbeziehungen und Muster in den Daten einfach sichtbar zu machen“ (Brewer, 1994:123, übersetzt aus dem Englischen). Das Farbschema sollte möglichst spontan verstanden werden, d. h. es sollte auf den ersten Blick anhand der Farben ein Muster in den Werten erkennbar sein. Generell wird empfohlen verschiedene Farbtöne für qualitative Unterschiede und die Farbhelligkeit für quantitative Unterschiede oder Reihungen zu verwenden (Robinson, et al 1984, Campbell, 1991, Muehrcke und Muehrcke, 1992, Dent, 1993, Monmonier, 1993; zitiert in Brewer, 1994). Diese Grundsätze werden bei Lärmkarten in der Regel nicht beachtet, wie die zufällig ausgewählten Beispiele in Abbildung 4 zeigen.

- Durch die Einbeziehung der **Signalfarben** Rot und Grün wird versucht, nicht nur die Werte darzustellen, sondern auch qualitative Information: diese Bereiche sind ruhig und unbelastet bzw. gesundheitsgefährdend und laut. Der Grundgedanke ist gut und in Graphik und Kartographie Konvention, dennoch bedarf es sachgemäßer Umsetzung. So kann auf ein dunkles Grün kein heller Farbton folgen oder ein knalliges Rot mit starker Signalwirkung in der Mitte der Skala sein (und laut DIN 18005-Teil 2 Lila- und Blautöne für Pegel > 70 dB(A) folgen), denn die Aufmerksamkeit wird somit in die Mitte der Skala verlagert. Auch die alternative, vereinfachende Ampeldarstellung (Grün/Rot) ist aufgrund der weit verbreiteten Rot-Grün-Sehschwäche nicht bedenkenlos einsetzbar

(rund 8% der Männer können Rottöne nicht von Grüntönen unterscheiden; Travis zitiert in MacEachren 1995: 126).

- Schließlich besteht bei der Wiedergabe von Schallpegel-Werten das besondere Problem, die auf einer **logarithmischen Skala** angegebenen Werte graphisch nicht adäquat wiedergeben zu können. Die übliche Assoziation für aufeinanderfolgende Klassenwerte geht von einem linearen Anstieg aus, die Besonderheiten des Lärmpegels (z. B. 10 dB(A) mehr bedeuten eine Verdoppelung der empfundenen Lautstärke) werden hier nicht berücksichtigt. Eine Transformation (Entlogarithmieren) der dB(A)-Werte ist aufgrund des resultierenden großen Wertumfanges allerdings auch nicht praktikabel.

2.3.4 Darstellung weiterer Parameter

Da die DIN 18005-Teil 2 keine Angaben zur kartographischen Wiedergabe von Parametern außer dem Schallpegel macht, gibt es hierfür auch keine standardisierten oder einheitlichen Vorgaben. Aus diversen Beispielen können folgende Bewertungen abgeleitet werden:

- Der Parameter **Konflikt** kennzeichnet die Überschreitung eines Richtwertes und wird auf Lärmkarten oftmals durch eine flächenförmige Darstellung in Konfliktzonen eingeteilt. Die Nutzung von Signalfarben eignet sich gut zur Darstellung hoher Konfliktstufen; z. B. ist der Farbton Rot als gelernte Farbmetapher für die Auszeichnung von Brennpunkten besonders geeignet. Die Verständlichkeit des Parameters ist allerdings nicht immer einfach, sodass an der Kommunikation des Themas kartographisch gearbeitet werden muss, z. B. an der Betonung der Wertüberschreitung. Bei den aus Konfliktzonen abgeleiteten **Dringlichkeitsstufen** erweist sich die Farbabstufung Rot, Orange, Gelb als günstig (Abbildung 6).

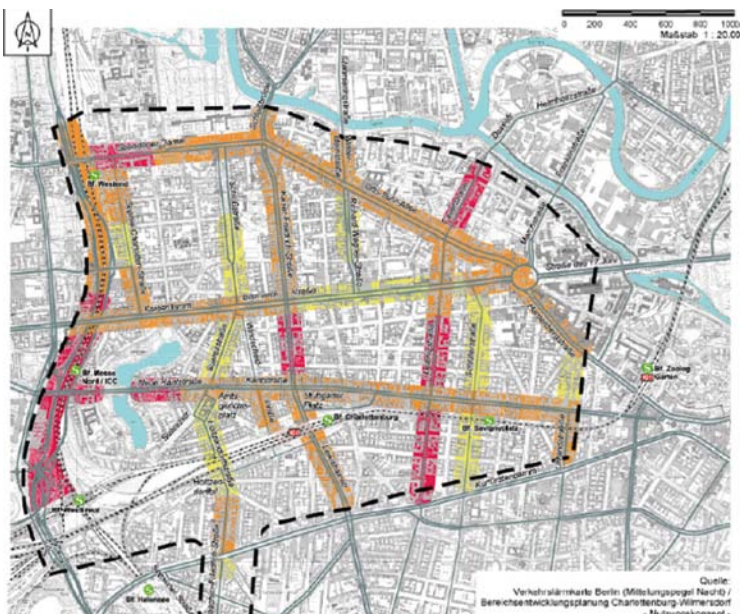


Abbildung 6: Dringlichkeitsstufen in Rot, Orange und Gelb (Lärmminderungsplan Berlin Charlottenburg - Wilmersdorf, 2008: 7)

- Für die tabellarisch zu erfolgende Angabe der Belastetenzahlen gibt es keine Vorgaben für eine kartographische Umsetzung. Hier reichen die Darstellungsvarianten von flächen- über punkt- bis zu rasterförmigen Abbildungen; eine eindeutige

kartographische Gestaltung dieses Parameters wurde bisher noch nicht gefunden. Belastete Einrichtungen wie Schulen und Krankenhäuser werden durch Signaturen dargestellt, wenn es sich hierbei um punktförmige Rauminformationen handelt. Es fällt aber die Uneinheitlichkeit bei der Gestaltung dieser Signaturen auf.

- Beim Parameter Fassadenpegel wird von den Befragten die linienförmige Darstellung der Lärmsituation pro Straßenseite als aussagekräftig bewertet. Die punktförmige Darstellung des Pegels direkt an der Fassade ist nur bedingt von Vorteil, eine aussagekräftige einheitliche graphische Realisierung muss noch entwickelt werden.

ZUSAMMENFASSUNG: Die in der 34. BImSchV nach DIN 18005-Teil 2 dargestellten Vorgaben für **Grundlagenkarten** sind nicht ausreichend: So werden keine genaueren Angaben über Elemente gemacht, die die Orientierung und Lesbarkeit fördern können (z. B. zur Beschriftung oder Wiedergabe der Bebauung). Besondere Probleme der Darstellung von Lärmkarten auf Bildschirmen aufgrund deren relativ schlechten Auflösung im Vergleich zu gedruckten Karten werden ebenfalls nicht adressiert. Die Folge ist, dass der Hauptzweck der Grundkarten, die Förderung der Orientierung und Lesbarkeit, oft nicht erfüllt wird.

Die Wahl eines **Kartentyps** für die Darstellung von Schallpegeln ist nicht eindeutig vorgegeben. Grundsätzlich stellen Isophonen-Bänder (für gegebene Isophonen oder rasterförmige Daten) eine geeignete und allgemeine akzeptierte Form dar. Andere Variationen einer flächenhaften Darstellung oder Vorgaben für die Wiedergabe von gegebenen punkt- oder linienhafte Daten existieren allerdings nicht. Von der bandartigen Darstellung (laut DIN 18005-Teil 2, 3.3) ist aus kartographischer bzw. wahrnehmungspsychologischer Sicht abzuraten.

Ein zentrales Problem der Lärmkarten ist die in der DIN 18005-Teil 2 festgesetzte **Farbskala**. Die inkonsequente Abfolge aus Farbtönen, Helligkeiten und Sättigungen behindert die (intuitive) Verständlichkeit der graphischen Darstellung der Lärmsituation. Eine modifizierte Farbkodierung wird daher dringend empfohlen.

Um eine Lärmsituation umfassend interpretieren zu können, sind neben dem Schallpegel idealer Weise noch **weitere Parameter** (wie Konflikt, Belastetenzahlen, Fassadenpegel) darzustellen. Hierfür gibt die DIN 18005-Teil 2 allerdings keine Vorgaben, sodass sich diese Darstellungen (wenn denn überhaupt vorhanden) nicht einheitlich gestaltet sind, was der Akzeptanz und Nutzung dieser wichtigen Informationen nicht förderlich ist.

2.4 Definition und Differenzierung nach Nutzergruppen und Anwendungsfällen

2.4.1 Nutzergruppen

Die Definition und Differenzierung nach Nutzergruppen und Anwendungsfällen ist eine wichtige und ausschlaggebende Vorbedingung für die verständliche kartographische Gestaltung der Lärmkarten und ihrer Parameter, als auch für eine nutzergruppenspezifische Bekanntmachung: „Lärminderungsplanung ist kein Prozess, der nach dem Motto ‚Man nehme...‘ erfolgreich zu gestalten ist. Die Problemlagen, die einzubeziehenden Akteure und auch die sich daraus ergebenden Lösungen sind von Ort zu Ort verschieden.“ (UBA, 2008: 2) Nutzergruppen reagieren, interagieren und interpretieren Lärmkarten je nach Kenntnisstand und Interesse sehr unterschiedlich. Auf diese Verschiedenheit muss bei der Anfertigung der Lärmkarten geachtet werden. Vor allem im Fall der Öffentlichkeitsbeteiligung muss auf die

Bedürfnisse der Bevölkerung in Hinblick auf Lärmkarten eingegangen werden, um den in der 34. BImSchV festgelegten Anforderung einer der „Öffentlichkeit verständlichen Darstellung“ zu entsprechen.

Für Lärmkarten generell lassen sich drei Nutzergruppen zusammenstellen, die mit der Anfertigung und Nutzung von Lärmkarten in direktem Kontakt stehen. Hierzu gehören

1. **Experten** aus der Akustik
2. **Akteure, die mit der Umsetzung und Planung beschäftigt sind** (z. B. Stadtplaner, Verkehrsplaner und Stadtgeographen)
3. **Laien:** Betroffene, die Lärmkarten zur Einschätzung ihrer individuellen Situation anwenden, Politiker, verbandlich organisierte Interessensgruppen, interessierte Bürger, Schüler/Studierende, die aus einem übergeordneten Erkenntnisinteresse einen Überblick über die Lärmsituation einer Stadt erhalten wollen. Der Wissensstand der „Laien“ kann je nach persönlicher Betroffenheit sehr unterschiedlich sein, so können betroffene Bürger oder organisierte Interessensgruppen beinahe Expertenwissen haben. Aufgrund der Heterogenität dieser Gruppe ist eine genauere Charakterisierung von Kompetenzen und Absichten im Zusammenhang mit Lärmkarten bei der Öffentlichkeitsbeteiligung sehr schwierig.

2.4.2 Anwendungsszenarien

Da die Nutzergruppen sehr vielfältig ausfallen, erscheint es sinnvoller, die Gestaltung von der Anwendung abhängig zu machen. Hierbei dominieren folgende Anwendungsszenarien:

- **Lärmkarten zur Diskussion bei öffentlichen Sitzungen und Veranstaltungen:** Hierzu wird klassischer Weise die analoge Karte verwendet. Es besteht die Möglichkeit einer kurzen Erklärung durch Experten. Probleme ergeben sich durch die mögliche Druckgröße (bis maximal A1 oder A0) in Verbindung mit der Größe des Gebietes, woraus sich der Kartenmaßstab ergibt. Daraus können ein kleiner Maßstab und die Tatsache resultieren, dass sich Bürger nicht auf der Karte orientieren und ihren Wohnort nicht finden können. Alternativ können auch digitale Karten verwendet werden, wobei eine passende Präsentation entsprechend der Diskussion gewählt werden könnte (Zoomfaktor, Zusatzinformation, etc.). Diese Variante scheint zurzeit aber nicht sehr verbreitet zu sein. Schließlich kann auch mit Live-Simulationen der Lärmsituation, durch akustische Beispiele, als auch durch eine dynamische Lärmkarte, sehr zielgerichtet auf die Diskussion eingegangen werden, da direkt nach einer Anmerkung die diskutierten Maßnahmen „ausprobiert“ werden können. Diese Variante ist zurzeit ebenso kaum verbreitet.
- **Lärmkarten zur Bürgerbeteiligung im Internet:** Städte, wie z. B. Essen, haben auch schon das Potential der Karte zur online Beteiligung entdeckt. So wurden im Projekt „Essen soll leiser werden“ Bürger motiviert, laute Gebiete in Essen in eine digitale Karte einzutragen. Diese Art der Kommunikation mit den Bürgern ist sehr zukunftssträftig, da die Karte im Internet 24 Stunden zugänglich ist und die Bürger so, ohne die Öffnungszeiten von Ämtern berücksichtigen zu müssen, Informationen abrufen und Meinungen abgeben können. Zwar wird eine Karte im Internet niemals das persönliche

Gespräch ersetzen können, dennoch sollte die Beteiligung der Bürger über das Internet als wichtige Ergänzung betrachtet werden.

Die zur Bürgerbeteiligung im Internet verwendeten Karten müssen aufgrund des Ausgabemediums Bildschirm bestimmten Anforderungen gerecht werden. So beträgt zum Beispiel die Auflösung eines Bildschirms weniger als 100 dpi, während analoge Karten mit mindestens 300 dpi gedruckt werden. Es lassen sich dadurch digital weniger Details darstellen.

In der Praxis werden meistens für den analogen Gebrauch erstellte Lärmkarten online gestellt. Darüber hinaus gibt es aber auch Beispiele interaktiver Lärmkarten, die aber in ihrer Darstellung sehr stark an die analogen Lärmkarten angelehnt sind, was zu den üblichen Kritikpunkten bzw. zu einem geringen Mehrwert führt. In diesem Kontext schaffen Interaktionen in jedem Fall eine Auseinandersetzung mit der Materie und verbessern die Übersichtlichkeit (z. B. mit einfachen Funktionen wie Zoom oder Ebenen ein-/ausblenden). Die Funktionen von interaktiven Lärmkarten wurden in dieser Arbeit nicht explizit untersucht.

ZUSAMMENFASSUNG: Eine gruppensensitive und anwendungsbezogene Kartengestaltung wird in der Lärmkartierung kaum vorgenommen. Das mag damit zusammenhängen, dass bisher kaum Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz durchgeführt worden sind, die Aufschluss darüber geben würden, wer sich warum und wie mit Lärmkarten beschäftigt. Erfahrungen aus anderen Anwendungsbereichen zeigen, dass eine nach Nutzergruppen und Anwendungsfällen differenzierte Kommunikation von umweltrelevanten Informationen Qualität und Quantität einer Nutzung erhöhen kann.

Eine grobe Einteilung nach **Nutzergruppen** ergibt die folgenden Kategorien: Experten, mit der Umsetzung Beschäftigte und Laien. Es ist ratsam, neben der Nutzergruppe auch den **Anwendungsfall** der Lärmkarte bei der Erstellung zu berücksichtigen, da das Bedürfnis nach Information – und damit auch die Art der (kartographischen) Präsentation – je nach Anwendung verschieden sein kann.

2.5 Bekanntheitsgrad, Motivation zur Nutzung und Zugänglichkeit

In den letzten Jahren dringt die Lärmproblematik in Städten zunehmend in das Bewusstsein ihrer Bürger. Parallel zum Interesse an dieser Thematik kann der **Bekanntheitsgrad** von Lärmkarten in der Bevölkerung als hoch eingestuft werden. Gleichwohl erscheint die **Motivation zur Nutzung** von Lärmkarten eher gering zu sein. Obwohl grundsätzliches Interesse an der Lärmproblematik besteht, fühlt sich der einzelne Bürger oft nicht in seiner individuellen Situation und persönlichen Belangen angesprochen. Auch die Möglichkeit des Austauschs auf der Grundlage von Lärmkarten fällt gering aus. Auch wenn mittlerweile interaktive Web-GIS Anwendungen entwickelt worden sind, bleibt die interaktive Partizipationsmöglichkeit dieser Angebote relativ gering.

Die geeigneten Ausfertigungen der Lärmkarten dienen nach der 34. BImSchV der Unterrichtung der Öffentlichkeit und sollen eine leichte **Zugänglichkeit** ermöglichen. Hierzu sollen vor allem elektronische Kommunikationsmittel verwendet und auch Verknüpfungen zu Internetseiten hergestellt werden. Lärmkarten werden vorwiegend von den zuständigen Behörden angefertigt oder beauftragt, die auch mit der Information der Öffentlichkeit betraut

sind. Generell kann die Zugänglichkeit der Lärmkarten in Deutschland als gut bewertet werden. Die ersten Lärmkartierungen wurden für die betroffenen Städte nach der in 2002 erlassenen EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG angefertigt. Sowohl durch Auslagen (z. B. in Behörden und in Stadtbezirken), als auch durch teils umfassende und komplexe Internetseiten wurden die Lärmkarten der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Sogar technisch innovative Web-GIS Anwendungen (z. B. der *FIS-Broker* der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) wurden implementiert und via Internet zugänglich gemacht. Auch wenn die Qualität der Internetseiten und ihrer Anwendungen teilweise nicht zeitgemäß, nicht ansprechend und zu statisch sind, kann jeder Bürger sich über die Lärmproblematik der Stadt informieren.

ZUSAMMENFASSUNG: Der **Bekanntheitsgrad** der Lärmkarten wird als hoch bewertet, die **Motivation zur Nutzung** fällt dahingehend jedoch niedrig aus. Das mangelnde Verständnis der Lärmkarten und die fehlende individuelle Betroffenheit können als Erklärungen dafür angeführt werden, dass ein interaktiver Kommunikationsaustausch auf der Grundlage von Lärmkarten bisher kaum in der Bevölkerung stattgefunden hat. Die **Zugänglichkeit** zu Lärmkarten wird größtenteils von den Behörden sichergestellt. Das Internet wird dabei als häufigste Informationsplattform genutzt, Auslagen der Lärmkarten und Broschüren werden eher als Ergänzung zum Online-Angebot angesehen.

3 Empfehlungen

Die Analyse und Bewertung existierender Lärmkarten in Kapitel 2 führt im Folgenden zur Ableitung von Empfehlungen für eine verbesserte **kartographische Präsentation** (Abschnitt 3.1) sowie für den **gezielten, nutzer- bzw. anwendungsorientierten Einsatz** von Lärmkarten (Abschnitt 3.2).

Die praktischen Beispiele, die im Rahmen dieses Abschnittes erstellt wurden, basieren – wenn nicht anders angegeben – auf **Daten** aus dem Projekt „Silent City“. Die Lärmdaten und die Topographie des dargestellten Ortes basieren auf der im Rahmen des Projektes berechneten Modellstadt. Zusätzliche Straßennamen und Infrastruktur, wie U-Bahn Haltestellen wurden hinzugefügt.

3.1 Kartographische Darstellung

Ziel der kartographischen Optimierung ist es, Lärmkarten visuell ansprechender und ihre Parameter verständlicher zu gestalten, die Orientierung auf ihnen zu vereinfachen und ihre Lesbarkeit zu steigern. Hierbei lassen die relativ wenigen Darstellungsregeln in der 34. BImSchV einigen Spielraum zur Verbesserung der kartographischen Gestaltung und Darstellung der Lärmparameter. Im Folgenden werden detaillierte Empfehlungen zur Gestaltung von Lärmkarten gegeben – neben einer Betrachtung allgemeiner Bestandteile (3.1.1) und des Kartenmaßstabes (3.1.2) wird der Fokus auf die Darstellung des eigentlichen Kartenthemas Lärmpegel (3.1.3) sowie weiterer Parameter (3.1.4) gelegt. Abschließend werden Besonderheiten bei der Gestaltung von Bildschirmkarten aufgeführt (3.1.5).

3.1.1 Allgemeine Bestandteile von Lärmkarten

Jede Karte sollte eine deutlich erkennbare **Überschrift** tragen. Ferner gibt es eine Reihe standardmäßiger **Zusatzinformationen (Kartenrandangaben)** wie die deutliche Kennzeichnung der Aktualität und Verlässlichkeit der Daten durch ein Datum und eine Quelle. Es wird empfohlen, nähere Erläuterungen zum Kartenthema – bspw. Abkürzungen (L_{DEN}) oder Fachausdrücke (Fassadenpegel) näher zu beschreiben (siehe hierzu auch Abschnitt 3.1.3.3). Der **Kartenhintergrund** sollte zur Orientierung in der Karte stets vorhanden sein und hilft der räumlichen Verortung der Lärmsituation. Stark generalisierte Kartenabbildungen, bspw. monochrome, topographische Karten, eignen sich gut als Kartenunterlage für die zentrale Lärmkartenthematik.

Neben den in DIN 18005-Teil 2 (3.1) erwähnten Kartengrundlagen sind aber je nach Anwendungsfall auch weitere Quellen, z. B. die Kartengrundlagen von *Google Maps*, *Bing Maps* oder *OpenStreetMap* zu prüfen. Luft- oder Satellitenbilder als Kartenhintergrund (wie bei *Google Maps* oder *Bing Maps*) sind aufgrund ihrer hohen Informationsdichte weniger geeignet, da das eigentliche Kartenthema (Lärm) nicht genug betont werden kann. Allerdings kann die zusätzliche Darstellung zum *optionalen* Gebrauch einen Mehrwert für Orientierungszwecke erbringen.

Neben der Hintergrundkarte können zusätzliche oder besonders hervorgehobene **topographische Zusatzinformationen** und aussagekräftige Landmarken (Wasserflächen, U-Bahn-Stationen, Flughäfen u. ä.) die Orientierung im städtischen Bild steigern (WG-AEN, 2008, 12). Bei der Farbigkeit der Objekte muss jedoch darauf geachtet werden, dass sie sich eindeutig

vom zentralen Kartenthema abgrenzen, z. B. durch eine monochrome Darstellung oder durch Farbtöne mit hoher Helligkeit.

Zusätzlich ist es sinnvoll, **thematische Zusatzinformationen**, die zur Interpretation der Lärmsituation beitragen können, in die Karte zu integrieren. Beispielsweise können besonders betroffene Objekte (Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, etc.) oder besondere Lärmquellen (bspw. Gewerbebetriebe) dargestellt werden. Ebenso können Informationen zur Verkehrsführung zur Diskussion von Lärmsituationen hilfreich sein. Durch das Einzeichnen von Sackgassen, Einbahnen und Parkverkehr kann ein besseres Verständnis für spezielle Problemherde geschaffen werden. Auch das Einzeichnen von Geschwindigkeitsbegrenzungen, LKW-Anteilen, Fahrbahnbelägen und die Lage von Schallschutzwänden können eine Lärmsituation in vielen Fällen besser charakterisieren (UBA, 2008: 17).

Weiter wird empfohlen, vermehrt **Beschriftungen** auf Lärmkarten zur Steigerung der Orientierung und Lesbarkeit einzusetzen. Hier bietet sich vor allem die Beschriftung von Stadtteilen an, die zugleich die linienförmige Darstellung (administrativer) Gebietsgrenzen ersetzt. Je nach Maßstab, Kontext und Detaillierungsgrad sollte ebenfalls die Beschriftung von Straßen und Kreuzungen vorgenommen werden.

3.1.2 Wahl des Kartenmaßstabes

Bezüglich des Kartenmaßstabes können keine allgemeingültigen Vorgaben gemacht werden. In erster Linie hängt die entsprechende Wahl von der **Gebietsgröße** und evtl. **Limitierungen bei der Ausgabe** (z. B. von Papierkarten für den Aushang) ab.

Hinsichtlich der **Lesbarkeit** sind kartographische Mindestgrößen zu beachten. Hier sind zwei Aspekte von Interesse:

- Ist erwünscht, dass bei der Darstellung von Rasterpegeln die **Rasterstruktur** nicht erkennbar ist, müssen die einzelnen Zellen eine Kantenlänge von weniger als 0.3 mm aufweisen. Dies ergibt für eine typische Zellgröße von 10 m einen Maßstab von 1 : 33.333. Für viele Detailansichten sind allerdings größere Maßstäbe notwendig, sodass anstelle einer Interpolation auf kleinere Zellengrößen (und entsprechenden Interpolationsfehlern) die Sichtbarkeit der Rasterstruktur in Kauf genommen werden muss.
- Sind mehrere Darstellungsmaßstäbe möglich (z. B. durch **Zoomen bei einer webbasierten Darstellung**), sind entsprechende Anpassungen (Veränderung der Schrift- oder Signaturgrößen, Generalisierung der Hintergrundkarte u. ä.) sinnvoll. Anstatt diese bei jeder Zoom-Operation durchzuführen, wird die Vorab-Erstellung von angepassten Darstellungen empfohlen, die je nach aktuellem Darstellungsmaßstab aufgerufen werden können.

Generell besteht bei der Wahl des Kartenmaßstabes das Dilemma zwischen dem Wunsch nach Überblick bzw. Detailinformation. Wir empfehlen daher den verstärkten Einsatz von kleinmaßstäbigen Orientierungs- und großmaßstäbigen Detailkarten, die neben dem eigentlichen Kartenbild je nach Kartenzweck als Haupt- bzw. Nebenkarte eingesetzt werden können. So wird bspw. auf der **Orientierungskarte** die gesamtstädtische Lärmsituation zur räumlichen Orientierung und Einordnung mit niedrigem Detailgrad abgebildet. Auf der

Detailkarte werden demgegenüber die genaue Bebauungsstruktur und konkrete Häusergruppen deutlich abgebildet, sodass der Kartennutzer auch eine spezielle Lärmsituation, z. B. die Lärmsituation hinter eigenem Grundstück, erkunden kann. Wie in Abbildung 7 bzw. Kartenbeispiel 2 (im Anhang) zu sehen ist, kann die Detailkarte auch ein anderes Kartenthema zeigen, das in der Überblickskarte aufgrund des Maßstabes nicht dargestellt hätte werden können, aber dennoch zum besseren Verständnis beiträgt. Vorstellbar ist auch die Beschreibung von Belastungsschwerpunkten auf jeweils einer separaten Seite. Diese sollte die Detailkarte, sowie die Basisdaten zum Belastungsschwerpunkt und eventuell auch Maßnahmen beinhalten.

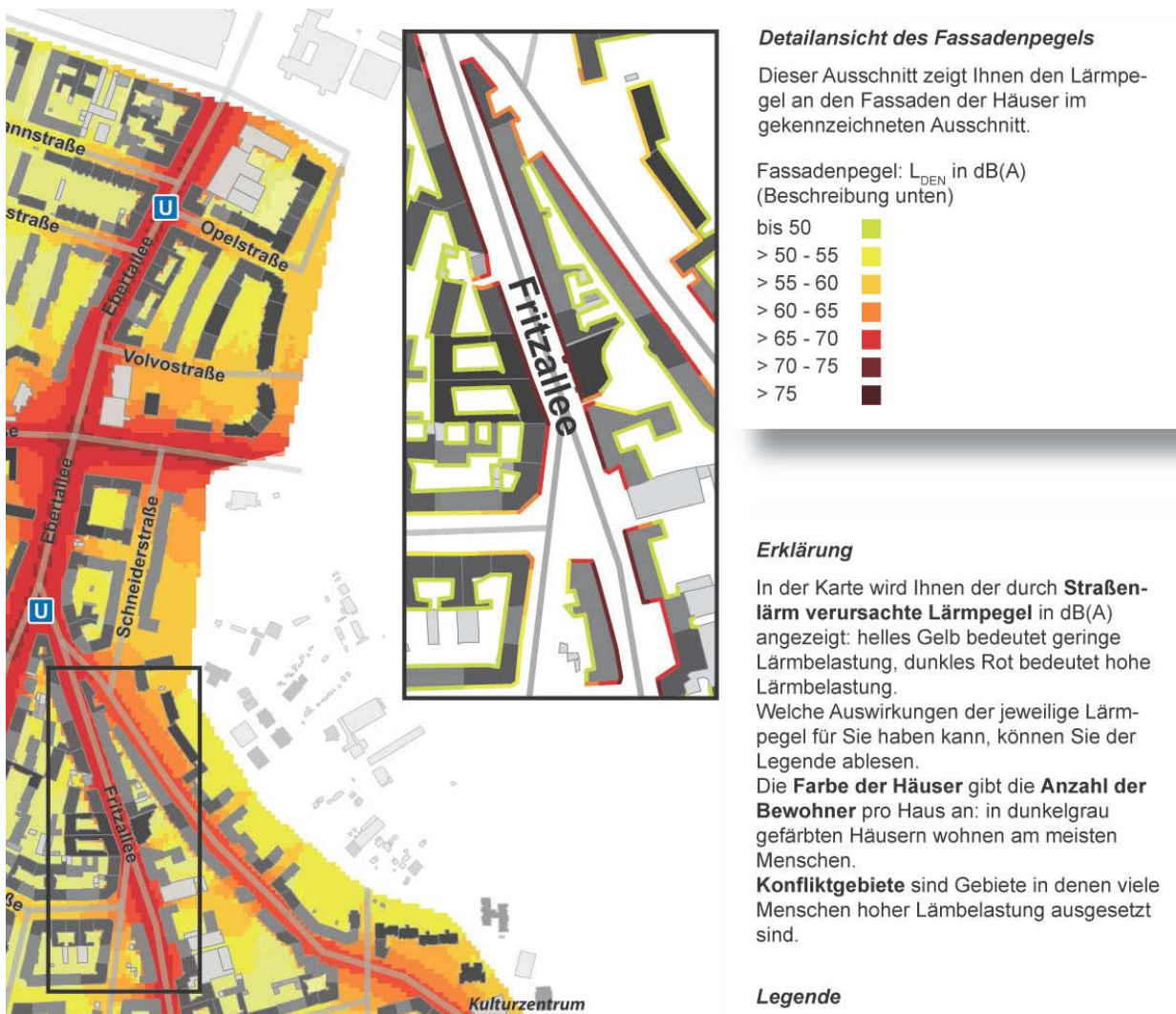


Abbildung 7: Inhalte, die einen größeren Maßstab benötigen, können z. B. in kleinen Detailkarten abgebildet werden. (eigene Graphik)

3.1.3 Darstellung des Kartenthemas „Lärmpegel“

Kartentyp

Grundsätzlich sollte sich der Kartentyp an der Struktur der vorliegenden Daten (punkt-, linien- oder rasterförmig) orientieren: Die in der Praxis häufigsten Fälle – gleichmäßig verteilte

Rasterpegel oder Linienpegel entlang von Straßenachsen – sollten standardmäßig durch **klassifizierte Rasterpegelkarten** (klassifizierte Flächenkartogramme) bzw. **Linienpegelkarten** (Linienkartogramme) wiedergegeben werden. Die in der DIN 18005-Teil 2 aufgeführte „bandartige Darstellung“ (das Ausfüllen der gesamten Straßenbreite mit Verwendung eines einheitlichen Farbtons quer zur Achse) sollte unbedingt vermieden werden.

Abbildung 8 fasst die wesentlichen Kartentypen in Abhängigkeit von der gegebenen Datenstruktur zusammen. Hierzu wurden neben den kartographischen Bezeichnungen **spezifische und eindeutige Bezeichnungen für das Thema Lärmpegel** (Punktpegelkarte, Linienpegelkarte, usw.) eingeführt. Zu dieser Aufstellung sind folgende Anmerkungen notwendig:

- Für **Punktpegelkarten** empfehlen wir, die entsprechenden Werte durch die Variation von Farben (siehe 3.1.3.2) bei konstanter Punktgröße darzustellen. Die sonst übliche Variation der Punktgrößen (bei konstanter Farbe) ist angesichts dichter Punktfolgen (z. B. an Fassadenpegeln) bzw. zur Vermeidung von Verdeckungen in der Regel weniger geeignet.
- Für die Darstellung von Straßen- und anderen linienhaft angeordneten Lärmpegeln empfehlen wir **Linienpegelkarten**, bei denen der Wert erneut über vordefinierte Farben (siehe 3.1.3.2) bei konstanter Linienbreite symbolisiert wird. Theoretisch kann die Wertzuweisung auch über variable Linienbreiten (bei konstanter Farbe) erfolgen. Von dieser Variante wird allerdings abgeraten, weil die Linienbreite u. U. die Straßenbreite überschreiten kann. An dieser Stelle ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass Linienpegelkarten nicht identisch mit den in DIN 18005-Teil 2 (3.3) genannten „bandartigen Darstellung“ sind. Letztere charakterisieren zwar den Pegelwert auch über den Farbton, allerdings wird hier auch die Breite variiert (bzw. an die jeweilige Straßenbreite angepasst), was zu Fehlinterpretationen führt (siehe 2.3.2). Ferner assoziiert der Begriff „bandartige Darstellung“ einen Bezug zu den „Isophonen-Bändern“, der in diesem Kontext jedoch nicht gegeben ist.
- **Isophonenkarten** stellen Linien gleicher Pegelwerte dar. Das Verständnis dieses Kartentyps ist (analog zu Höhenlinienkarten) erfahrungsgemäß bei Laien eher eingeschränkt. Aus diesem Grund werden oft die Flächen zwischen den Isophonen mit einem einheitlichen Farbton ausgefüllt. Analog zu den Höhengichtkarten („hypsometrische Karten“) könnte man von Pegelschichtkarten („phonometrischen Karten“) sprechen. Da in der Akustik aber bereits der Terminus „Isophonen-Bänder“ allgemein akzeptiert ist, sollte hier von **Isophonenbandkarten** gesprochen werden. Der Vorteil der Isophonenkarten besteht in der einfachen Übertragbarkeit der Höhengichtkarten, die aus Atlanten bekannt sind. Der Nachteil ist der Eindruck eines (entsprechend des Intervalls der Isophonen) gestuften Werteverlaufs, der der Realität nicht entspricht.
- Bei gegebenen Rasterpegeln (u. U. auch nur für Teilbereiche des dargestellten Gebietes) sollte eine entsprechende flächenhafte Darstellung gewählt werden. Grundsätzlich sind zwei Varianten denkbar:
 - Zum einen kann die Farbintensität oder –sättigung (bei konstantem Farbton) jeder Rasterzelle proportional zum Pegelwert verändert werden (**kontinuierliche**

Rasterpegelkarte). Grundsätzlich ist die Variation des Farbtons nicht angebracht, weil der kontinuierliche Verlauf (mit einem großen Wertebereich) nicht intuitiv mit Farbtonverläufen kodiert werden kann. Der Vorteil der kontinuierlichen Rasterpegelkarte sind neben der Erhaltung aller berechneten Werte die relativ glatten Übergänge zwischen benachbarten Regionen.

- Zum anderen können die Pegelwerte vorab zu Pegelklassen zusammengefasst werden, was in der Darstellung zur **klassifizierten Rasterpegelkarte** führt. Da die Klassifizierung in 5 dB breite Klassen in den zugrunde liegenden Verordnungen gefordert wird, stellt diese Variante auch den Standardfall der kartographischen Umsetzung dar. Theoretisch müssten klassifizierte Rasterpegelkarten und Isophonenbandkarten (wenn in Rasterformat erstellt) identisch aussehen – und weisen damit dieselben, oben genannten Vor- und Nachteile auf. Praktisch gibt es allerdings Abweichungen, da die Rasterpegelkarten direkt aus den Rasterpegeln, die Isophonenbandkarten aber aus Isophonen abgeleitet werden. In der Regel wird es bei der Berechnung von Isophonen zu Abweichungen aufgrund der eingesetzten Interpolation kommen – insbesondere dann, wenn eine lineare Interpolation erfolgt, die den logarithmischen Charakter der Pegelwerte nicht berücksichtigt.

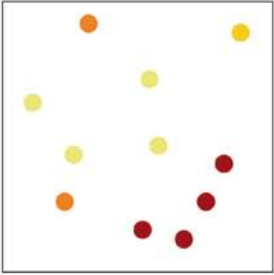
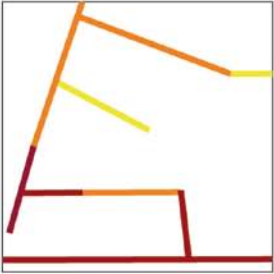
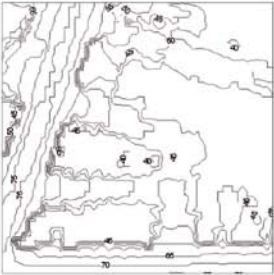
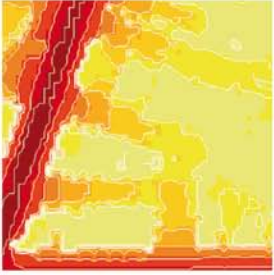
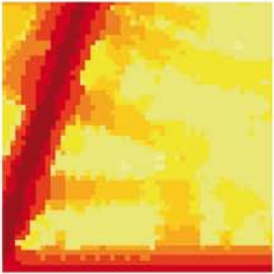
geg. Daten	Geeignete Kartentypen	
Einzel- pegel		Figurenkartogramm Punktpegelkarte Vektorformat (Punkte) Variation: Farbe
Linien- pegel (z.B. Straßen- achsen)		Linienkartogramm Linienpegelkarte Vektorformat (Linien) Variation: Farbe
Isophone		Isolinienkarte Isophonenkarte Vektorformat (Linien) Variation: Schrift
		Phonometrische Karte Isophonenbandkarte Vektorformat (Polygone) oder Rasterformat Variation: Farbe
Raster- pegel		Kontinuierliches Flächenkartogramm Kontinuierliche Rasterpegelkarte Rasterformat Variation: Sättigung, Intensität
		Klassifiziertes Flächenkartogramm Klassifizierte Rasterpegelkarte Rasterformat Variation: Farbe

Abbildung 8: Geeignete Kartentypen in Abhängigkeit von der Struktur der vorliegenden Daten (eigene Graphik)

Farbgebung

Farben spielen bei der Darstellung der für Lärmkarten relevanten Informationen eine bedeutende Rolle. Es hängt mitunter von der Farbwahl ab, ob die Information spontan erfasst werden kann, oder ob es einer langen Auseinandersetzung mit der Legende bedarf. Während in Abschnitt 2.3.3 bereits die Probleme mit der Farbgestaltung in existierenden Lärmkarten beschrieben wurden, sollen im Folgenden Alternativen angeboten werden.

Prinzipiell sollte das **zentrale Kartenthema**, z. B. die Lärmsituation, mit kräftigen, satten Farbtönen auf der Karte kommuniziert werden und sich deutlich vom Kartenhintergrund abheben. Für kontextunabhängige, neutrale Kartenobjekte müssen demnach andere Farbtöne verwendet werden.

Die Daten, die den Lärm- oder Fassadenpegel beschreiben, sind logisch von niedrig bis hoch geordnet, diese **Abfolge** sollte sich auch in den Farben eindeutig wiederfinden. So kann alleine anhand der Farbe erkannt werden, ob es in einem angrenzenden Gebiet einen Anstieg oder eine Abnahme der Werte gibt. Gewöhnlich werden hohe Werte mit dunklen Farben und niedrige Werte mit hellen Farben dargestellt (Abbildung 9a). Solche sequenziellen Farbschemata können entweder nur aus einem Farbton bestehen, der in der Helligkeit abgestuft wird (Abbildung 9a), oder aber Farbton-Übergänge aufweisen (Abbildung 9b). Bei der zweiten Option ist es wichtig, dass die Farbtöne der Helligkeit untergeordnet sind. Die längsten Farbtonspannen, die zu empfehlen sind, reichen von Gelb über Grün bis Dunkelblau oder von Gelb über Orange bis Dunkelrot. Die existierenden Lärmkarten-Beispiele, die meistens eine Vielzahl an Farbtönen einbauen (siehe Abschnitt 2.3.3), beherzigen den Aspekt des Einsatzes der Helligkeit nicht. Neutrale Angaben innerhalb einer Klasse (z. B. keine Betroffenen oder keine Angabe über den Lärmpegel) sollten in einem neutralen Farbton (am besten Weiß) dargestellt werden.

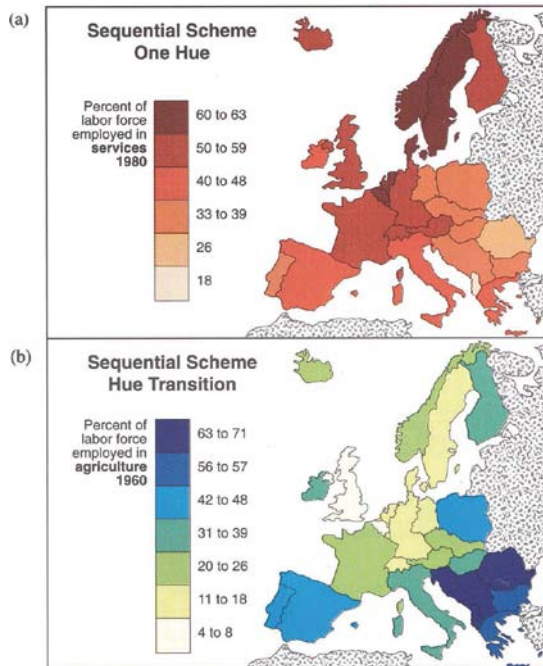


Abbildung 9: Farbschemata zur Darstellung einer Variable: (a) Abstufung eines Farbtons nach Helligkeit; (b) Abstufung nach Helligkeit bei Verwendung von Farbübergängen (Brewer, 1994: 130)

Komplett zu vermeiden ist das gesättigte Spektrum als sequenzielle Abfolge. Eine mit dem sichtbaren elektromagnetischen Spektrum assoziierte Abfolge, wie in einem Regenbogen (Abbildung 10) - beginnend mit Rot, über Orange, Gelb, Grün und endend mit Blau, ist schwer nachzuvollziehen. Darüber hinaus ist es mit der Farbe Gelb in der Mitte der Skala quasi unmöglich, eine sinnvolle Abstufung der Helligkeiten zu erzielen.

Bei der Farbwahl ist nicht nur auf Ästhetik und die Aussage zu achten, es muss auch beachtet werden, dass ungefähr 8% der Männer (0,4% der Frauen) eine Rot-Grün-Sehschwäche haben (Jenny und Kelso, 2007a). Diese kann verschiedene Ausprägungen haben, bewirkt aber im Allgemeinen, dass die Farben Rot und Grün sehr ähnlich wirken (Abbildung 10). Wir empfehlen deshalb, auf Skalen zu verzichten, die mit den Farben Rot und Grün verschiedene Ausprägungen anzeigen, (siehe auch Abbildung 14 und Abbildung 15). Die Webseite <http://colorbrewer2.org/> kann bei der Farbwahl helfen und kennzeichnet Farbskalen, die bei Rot-Grün-Sehschwäche geeignet sind.



Abbildung 10: Das sichtbare Spektrum wie es normal (oben) und bei Rot-Grün-Sehschwäche wahrgenommen wird. (Jenny und Kelso, 2007b)

Basierend auf diesen Ausführungen empfehlen wir als Alternative zur DIN 18005-Teil 2 eine **Farbfolge** von hellem Gelbgrün über Orange nach Dunkelrot zur Darstellung des Lärmpegels und eine kontraststärkere Skala für den Fassadenpegel (Abbildung 11).

Die vorgeschlagenen Farben in Abbildung 11 wurden für die elf Klassen der DIN 18005-Teil 2 entwickelt. Weitere, aus diesem Basisschema abgeleitete Farbskalen für verschiedene Anzahl von Klassen bzw. unterschiedliche Klassenbreiten, zum Beispiel für die sieben Klassen (inklusive einer optionalen Klasse), die in der 34. BImSchV für L_{DEN} und L_{Night} vorgeschrieben sind, sind in Anhang dargestellt. Bei wenigen Klassen kann eine bessere Unterscheidbarkeit der Farben durch einen höheren Kontrast erreicht werden. **Bei der Farbwahl ist zu beachten, dass Farben auf verschiedenen Ausgabegeräten (Beamer, verschiedene Bildschirme, Drucker) unterschiedlich erscheinen können. Die Einschätzung und Beurteilung der Farben kann dadurch erschwert werden.**

Die verwendeten Farben von einem hellen Gelbgrün/Gelb bis Dunkelrot sind logisch ansteigend. Die Bereiche ab 65 dB(A) werden rot dargestellt, um mit der Signalfarbe eine mögliche Gesundheitsgefährdung anzuzeigen. Somit kann die Farbskala zusätzlich zur quantitativen Information auch qualitative Informationen vermitteln (siehe hierzu auch die Kartenbeispiele 1 und 2 im Anhang).

	CMYK (Druck)	RGB (digital)	Hexadezimal (digital)
Lärmpegel Klassen nach DIN 18005 Teil 2			
<= 35	C=7 M=0 Y=37 K=0	R=244 G=242 B=184	#F4F2B8
> 35 - 40	C=7 M=0 Y=52 K=0	R=245 G=239 B=150	#F5EF96
> 40 - 45	C=13 M=0 Y=65 K=0	R=235 G=231 B=117	#EBE775
> 45 - 50	C=10 M=0 Y=87 K=0	R=242 G=230 B=43	#F2E62B
> 50 - 55	C=3 M=20 Y=90 K=0	R=249 G=203 B=29	#F9CB1D
> 55 - 60	C=0 M=38 Y=92 K=0	R=247 G=173 B=26	#F7AD1A
> 60 - 65	C=0 M=59 Y=92 K=0	R=239 G=130 B=34	#EF8222
> 65 - 70	C=0 M=87 Y=95 K=0	R=229 G=62 B=31	#E53E1F
> 70 - 75	C=10 M=100 Y=98 K=2	R=209 G=2 B=31	#D1021F
> 75 - 80	C=24 M=100 Y=99 K=22	R=160 G=20 B=29	#A0141D
> 80	C=52 M=100 Y=99 K=22	R=120 G=31 B=32	#781F20
Fassadenpegel Klassen nach 34. BIMSCHV für L_{DEN} und L_{NIGHT} wobei die Angaben bis 50 dB(A) optional sind			
bis 50	C=25 M=0 Y=94 K=0	R=212 G=215 B=13	#D4D70D
> 50 - 55	C=9 M=0 Y=88 K=0	R=244 G=230 B=36	#F4E624
> 55 - 60	C=3 M=20 Y=90 K=0	R=249 G=203 B=29	#F9CB1D
> 60 - 65	C=0 M=59 Y=94 K=0	R=239 G=130 B=27	#EF821B
> 65 - 70	C=9 M=100 Y=100 K=2	R=210 G=2 B=28	#D2021C
> 70 - 75	C=31 M=100 Y=90 K=46	R=117 G=19 B=29	#75131D
> 75	C=34 M=100 Y=73 K=75	R=71 G=10 B=22	#470A16
Differenzpegel Klassen sind je nach Daten zu bilden			
> 9	C=18 M=99 Y=100 K=33	R=150 G=22 B=25	#961619
> 7 - 8	C=18 M=99 Y=100 K=10	R=185 G=21 B=29	#B9151D
> 5 - 6	C=13 M=80 Y=85 K=2	R=209 G=79 B=49	#D14F31
> 3 - 4	C=5 M=57 Y=65 K=0	R=231 G=134 B=89	#E78659
> 1 - 2	C=3 M=29 Y=50 K=0	R=245 G=193 B=137	#F5C189
0	C=3 M=0 Y=33 K=0	R=252 G=246 B=193	#FCF6C1
< -1 - -2	C=17 M=6 Y=12 K=2	R=218 G=226 B=222	#DAE2DE
< -3 - -4	C=42 M=23 Y=20 K=0	R=163 G=181 B=190	#A3B5BE
< -5 - -6	C=60 M=36 Y=11 K=0	R=114 G=148 B=186	#7294BA
< -7 - -8	C=76 M=51 Y=0 K=0	R=69 G=116 B=180	#4574B4
< -9 - -10	C=76 M=51 Y=0 K=40	R=46 G=80 B=128	#2E5080

Abbildung 11: Alternativer Farbvoranschlag zur DIN 18005-Teil 2 für Lärmpegel, Fassadenpegel und Differenzpegel (eigene Graphik)

Die Eignung der Farben hängt auch von der Größe des zu darstellenden Objekts ab. Die Faustregel besagt, dass je kleiner ein Objekt ist, desto stärker der Farbkontrast ausfallen muss. In Abbildung 12 werden zwei Farbskalen miteinander verglichen: Links eine Farbskala mit hohen Kontrasten, die für die Darstellung des Fassadenpegels entwickelt wurde, und rechts die Farbskala, die auch für den Lärmpegel verwendet wird. Obwohl sich die Werte bei sehr genauem Hinsehen auch im rechten Bild unterscheiden lassen, fällt dies dank der hohen

Kontraste im linken Bild wesentlich leichter. Auch helle Farben sind zur Darstellung von punkt- oder linienhaften Objekten ungeeignet (Abbildung 13). Wird eine neue Farbskala erstellt, empfiehlt es sich, die Farben in einer Karte anzuwenden, um sie auf ihre Eignung zu testen.



Abbildung 12: Darstellung mit unterschiedlichen Farbkontrasten - in der linken Abb. sind die verschiedenen Klassen aufgrund des höheren Kontrasts besser zu unterscheiden. Der Grauton stellt die Anzahl der im Gebäude lebenden Personen dar. (eigene Graphik)

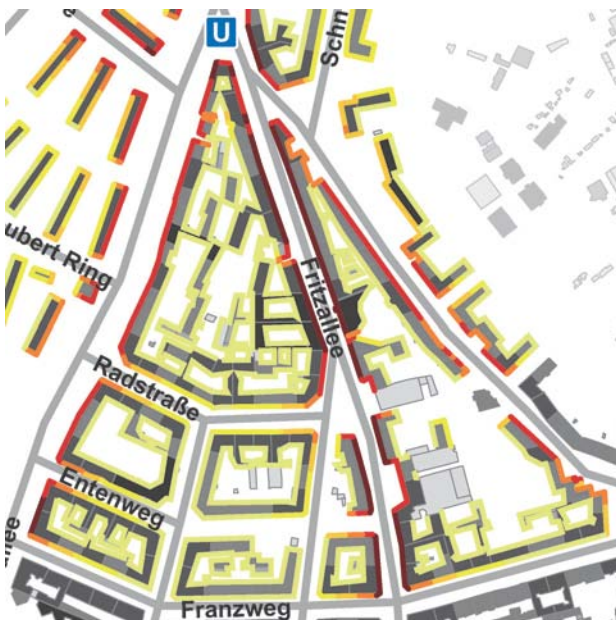


Abbildung 13: Trotz starker Kontraste zwischen den Farbtönen eignen sich helle Farben (z. B. Elfenbein) nicht zur linienhaften Darstellung, da sie kaum erkennbar sind. Der Grauton stellt die Anzahl der im Gebäude lebenden Personen dar. (eigene Graphik)

Bei einem **zweiteiligen Pegel** (z. B. positiven oder negativen Differenzpegeln) bietet es sich an, mit zwei Farbtönen und sogenannten divergierenden oder bi-polaren Skalen zu arbeiten.

Diese stellen die Entwicklung von Werten ausgehend von einem Mittelwert dar (z. B. die positive und negative Veränderung der Lärmpegel ausgehend von Null). Hierfür wird empfohlen, mit hellen Werten in der Mitte zu beginnen und in jede Richtung mit jeweils einem Farbton fortzusetzen und die Sättigung zu erhöhen. Nach kartographischer Konvention werden für ansteigende Werte warme Farben (wie z. B. Rottöne) und den Abfall kalte Farbtöne (Blau oder bläuliches Grün) verwendet. Abbildung 14 zeigt potentielle Farbskalen, die wir zur Darstellung des Differenzpegels anbieten. Die Skala von Rot auf Grün ist von der Aussage her am geeignetsten, da das Verständnis dieser Skala durch die qualitative Bedeutung dieser Farbtöne unterstützt wird: Rot als Signalfarbe für die Zunahme sowie Grün (als positive Entwicklung) für die Abnahme. Aufgrund der relativ weit verbreiteten Rot-Grün-Sehschwäche bevorzugen wir allerdings die Skala von Rot nach Blau (siehe Kartenbeispiel 3 im Anhang).

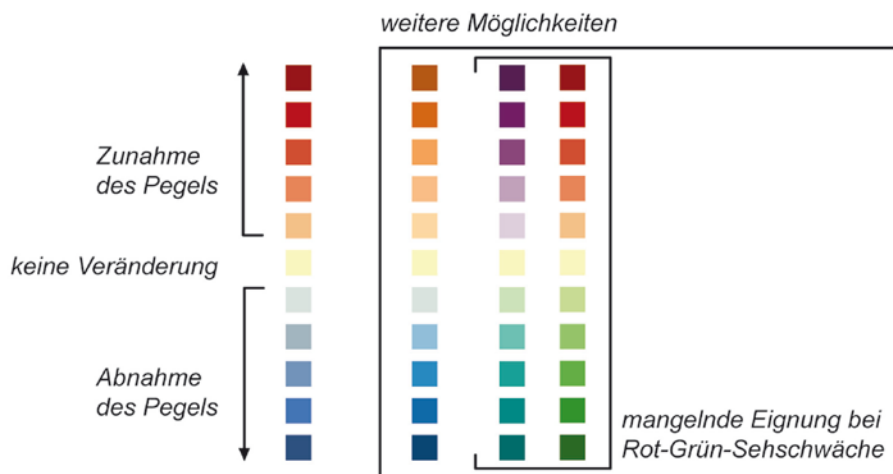


Abbildung 14: Vorschläge für Farbskalen zur Darstellung des Differenzpegels (eigene Graphik)

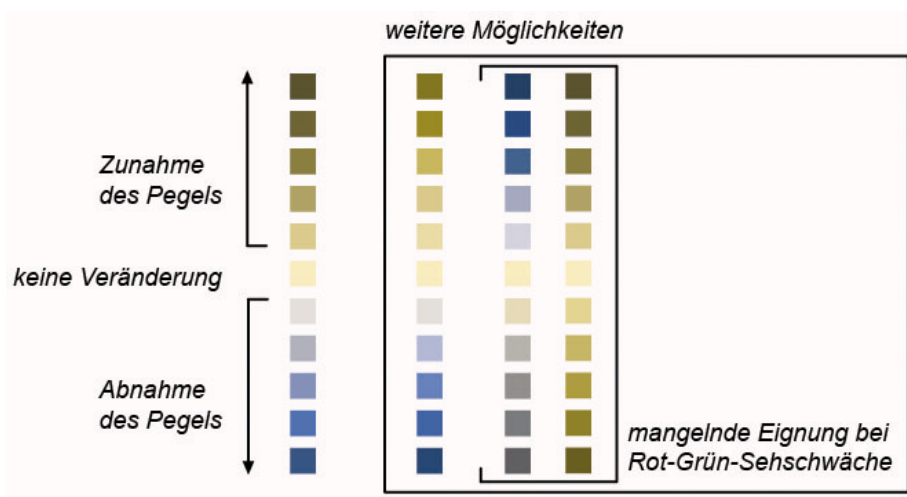


Abbildung 15: Mögliches Aussehen der in Abbildung 14 dargestellten Farbskalen für Nutzer mit Rot-Grün-Sehschwäche (vgl. auch Abbildung 10) – man erkennt deutlich, dass sich eine Skala von Blau auf Rot auch bei Rot-Grün-Sehschwäche gut eignet (eigene Graphik)

Legende

Besonders geeignet erscheint eine **Ergänzung der klassischen Legende mit qualitativer Information oder Referenzwerten** (Abbildung 16, Abbildung 17, Tabelle 1, Tabelle 2).

Wie in der Analyse kritisiert wurde, ist die Darstellung der Zahlenwerte in dB(A) für die Öffentlichkeitsbeteiligung schwer verständlich. Es wird daher vorgeschlagen, qualitative Kategorien, wie „schlafgestört“, „kommunikationsgestört“ und „gesundheitsgefährdend“ bzw. „leichte“, „mittlere“ und „hohe“ Lärmbelastung hinzuzufügen. Dafür wäre es sinnvoll, wenn ein einheitlicher Verweis zur Verfügung gestellt werden würde. Denkbar ist auch das Ergänzen der Werte mit Referenzen, die das Nachvollziehen der Werte ermöglichen (Tabelle 2). Diese Informationen würden den Bürgern eine relevante Information geben, die leicht verständlich sind. Zu beachten ist allerdings, dass die dargestellten Werte sich auf den Außenpegel beziehen, also nicht auf den Wert innerhalb von Gebäuden verweisen.

In diesem Kontext fällt bei vielen im Internet veröffentlichten Lärmkarten auf, dass sie keinerlei Beschreibung enthalten. Um die Karte nicht zu überladen, erscheint die Entwicklung eines **kurzen Beiblattes** sinnvoll, das die dargestellten Werte erläutert. Es wäre gut, dieses für alle Gemeinden zu standardisieren und vor Veröffentlichung auf Verständnis zu überprüfen. Von der Veröffentlichung von Formeln ist auf diesem Beiblatt abzusehen. Stünde dieses Beiblatt digital zur Verfügung, könnte es in ein Dokument mit der Karte integriert werden.

Umfangreiche Broschüren, die nicht unmittelbar zusammen mit der Karte veröffentlicht werden, sind zwar für sehr interessierte Nutzer hilfreich, müssen aber erst gefunden werden. Ferner heben solche umfangreiche Broschüren die Hemmschwelle zur Auseinandersetzung mit dem Thema an.

Legende

Lärmpegel in dB(A)

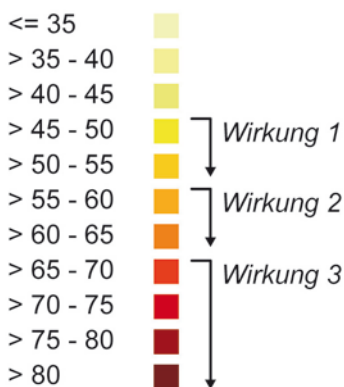


Abbildung 16: Beispiel für das Hinzufügen einer qualitativen Skala. Die Platzhalter „Wirkung 1, 2 und 3“ können durch entsprechende Wirkungen, wie z. B. „schlafgestört“, oder „mittlere Lärmbelastung“, ersetzt werden. (eigene Graphik)

Legende

Lärmpegel in dB(A) Vergleichswerte

<= 35	← Flüstern in 1 m
> 35 - 40	← Kühlschranks in 1 m
> 40 - 45	
> 45 - 50	
> 50 - 55	
> 55 - 60	← normales Gespräch in 1 m
> 60 - 65	
> 65 - 70	← Rasenmäher in 7 m
> 70 - 75	
> 75 - 80	← Staubsauger in 1 m
> 80	

Abbildung 17: Beispiel für die Angabe von Vergleichswerten zum besseren Verständnis der Werte (eigene Graphik, Quelle: LÄRMKONTOR GmbH)

Tabelle 1: Orientierungshilfe zur Bewertung von Lärmpegeln

Pegelbereich	Bewertung
> 70 dB(A) L_{DEN} > 60 dB(A) L_{Night}	sehr hohe Belastung
65-70 dB(A) L_{DEN} 55-60 dB(A) L_{Night}	hohe Belastung
< 65 dB(A) L_{DEN} < 55 dB(A) L_{Night}	Belastung/ Belästigung

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Tabelle 2: Beispiele zur Angabe von Richtwerten zum besseren Verständnis des Lärmpegels

Schallpegel in dB(A)	Schallquelle
130	Düsenjäger in 7 m
120	Verkehrsflugzeug in 7 m
110	Propellerflugzeug in 7 m
100	Diskotheke (innen)
90	Presslufthammer in 1 m
80	Staubsauger in 1 m
70	Rasenmäher in 7 m
60	normales Gespräch in 1 m
50	Leise Radiomusik in 1 m
40	Kühlschranks in 1 m
30	Flüstern in 1 m
20	Leichter Wind
10	Schneefall

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Zusammenspiel mit anderen Kartenelementen

Die Pegelfarben werden am besten unter die Gebäude gelegt. Eine transparente Darstellung über den Gebäuden erweckt den falschen Eindruck, dass die Pegel auch in den Gebäuden verlaufen. Die „Hervorhebung“ der Gebäude hat den positiven Nebeneffekt, dass zusätzlich anhand der Einfärbung bzw. Schattierung der Gebäude weitere Parameter (z. B. die Belastetenzahlen) angegeben werden können (Abbildung 18).

Straßen werden ebenfalls über die Pegelfarben gelegt, allerdings in transparenter Form, um die darunter liegenden (und hier tatsächlich existierenden) Lärmpegel noch sichtbar zu machen (Abbildung 18).



Abbildung 18: Die Lärmpegel werden als unterste Ebene in Vollton dargestellt, die Straßen können nach Bedarf transparent dargestellt werden. Anhand des Grautons der Gebäude lassen sich die Belastetenzahlen ablesen. (eigene Graphik)

3.1.4 Darstellung weiterer Kartenthemen in Lärmkarten

Fassadenpegel

Der Fassadenpegel ist ein wichtiger Parameter, um die Lärmsituation darzustellen, der die Bewohner direkt ausgesetzt sind. Wird der Lärmpegel flächig dargestellt, wird teilweise ein falscher Eindruck vermittelt, da die Werte in der Straßenmitte oft sehr hoch sind und dadurch die Aufmerksamkeit der Anwohner auf sich ziehen (siehe Abschnitt 2.3.2). Der Fassadenpegel hingegen fokussiert genau auf den Ort des Interesses: die Fassaden der Häuser.

Wir schlagen die **Darstellung des Fassadenpegels in Form von Linienpegelkarten** entlang der Gebäudeseiten vor (Abbildung 19).

Diese Methode ist aussagekräftig und es ergibt sich ein klares Bild. Bei großen Maßstäben oder für Detailausschnitte eignet sich auch die punkthafte Darstellung. Bei kleinmaßstäbigen Karten hingegen können die Punktwerte nicht mehr differenziert bzw. exakt abgelesen werden.



Abbildung 19: Fassadenpegel als Linie entlang der Gebäude dargestellt: man kann anhand dieser Darstellung deutlich die Werte entlang der Fassade, auch hinter den Gebäuden erkennen. Der Grauton der Gebäude zeigt die Belastetenzahlen (eigene Graphik)

Da der Grundriss der Gebäude oft detailreich ist (Vorsprünge, Balkone, etc.), sind die Daten, auf Basis derer der Fassadenpegel dargestellt wird, für eine gute kartographische Darstellung oft zu umfangreich. Bei der punkthaften Darstellung liegen die Punkte zum Beispiel nicht auf einer glatten Linie, was ein sehr unklares Bild ergibt (Abbildung 20). Durch die große Anzahl von Punkten, ergibt sich beim Verbinden dieser eine unregelmäßige Linie. Daher sollte bei der linienhaften Darstellung eine Vereinfachung stattfinden, indem Punkte gelöscht werden. Die punkthafte Darstellung sollte bei entsprechenden Maßstäben vermieden werden.

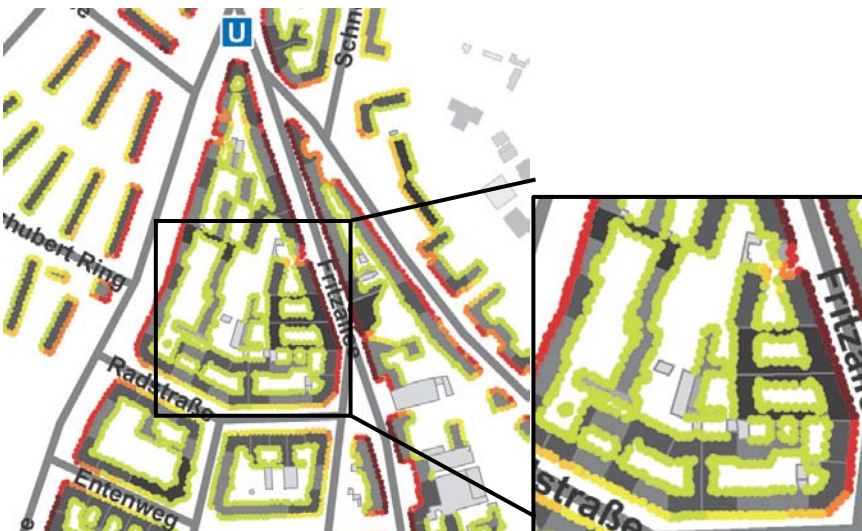


Abbildung 20: Punkthafte Darstellung des Fassadenpegels: die Punkte ergeben aufgrund der Datengrundlage ein sehr unruhiges Bild, dass aus kartographische Sicht nicht verwendbar ist. Die Alternative ist die Darstellung als Linien (siehe Abbildung 19). (eigene Graphik)

Belastetenzahlen

„Für die Prioritätensetzung von Maßnahmen ist es sinnvoll, die Belastetenzahlen nicht nur - wie von der Richtlinie gefordert - tabellarisch, sondern auch kartenmäßig darzustellen. Andernfalls sind "hot spots" - also Gebiete, in denen viele Menschen (hohen) Lärmbelastungen ausgesetzt sind - nur schwer zu identifiziert.“ (UBA, 2008: 72)

Punktförmige Darstellungen bieten sich dann an, wenn die Zahl der Belasteten pro Gebäude eindeutig auslesbar ist. Dabei ist zu berücksichtigen, ob die genaue Angabe der Bewohnerzahl u. U. datenschutzrechtlich kritisch ist.

Ansonsten sollten Belastetenzahlen zu flächenförmigen Objekten aggregiert werden (Abbildung 21). Besonders geeignet ist die Darstellung der **Lärmkennziffer** (siehe 2.2.2), die das Produkt aus Richtwertüberschreitung und Belastetenzahlen **in einem ha-Raster** darstellt (Bönnighausen und Popp, 1988).

Belastete Einrichtungen werden je nach Maßstab durch Kartenzeichen (Signaturen) oder entsprechende Beschriftung gekennzeichnet, wenn es sich um zentrale punktförmige Kartenobjekte handelt. Bei einer großmaßstäbigen Karte eignet sich eine Beschriftung (z. B. „Schule“). Ist genügend Platz vorhanden, wäre es nicht ratsam, die wenigen Objekte durch Kartenzeichen darzustellen. Dies erfordert unnötige „Übersetzungsarbeit“, die die Nutzer leisten müsste. Bei kleinen Maßstäben wird aufgrund des Platzmangels ein Kartenzeichen gewählt.



Abbildung 21: Räumliche Betroffenheitsanalyse (Ausschnitt, UBA, 2008: 55)

Konfliktzonen

Bei **Konfliktzonen** bietet sich eine einheitliche, flächenförmige Darstellung an, wohingegen **konfliktbeladene Straßenabschnitte** durch eine einheitliche, linienförmige Darstellung gut repräsentiert werden. Konfliktgebiete können auch in Detailkarten angezeigt werden, um einen höheren Detailgrad für diesen Ausschnitt zu erzielen.

3.1.5 Besondere Aspekte bei der Gestaltung von Bildschirmkarten

Für Druck und Bildschirmkarten werden unterschiedliche **Farbsysteme** verwendet, was bereits bei der jeweiligen Erstellung zu beachten ist. Werden Dokumente gedruckt, ist darauf zu achten, dass alle Farben und Materialien (Bilder, Vektorgraphik, Logos) im CMYK-Farbsystem (cyan, magenta, gelb, schwarz) angegeben werden, während für die digitale Darstellung auf Bildschirmen o. ä. Farben im RGB-System (rot, grün, blau) verwendet werden. Diese Unterscheidung ist dringend zu beachten, da für den Druck optimierte Farben bei der Anzeige auf Bildschirmen (und umgekehrt) verfälscht werden können. Eine Transformation zwischen den genannten Farbräumen erfolgt nicht verlustfrei.

Aber nicht nur Farben müssen für die Ausgabe per Druck oder auf Bildschirmen bzw. im Web optimiert werden, sondern die gesamte **Graphik**. Die Auflösung eines Bildschirms liegt je nach Größe und Eigenschaften ungefähr zwischen 80 und 100 dpi, während die Auflösung im Druck in der Regel bei mindestens 300 dpi liegt. Je größer die Auflösung ist, desto kleinere Details können besser dargestellt werden. Daher ergeben sich folgende Forderungen für die Darstellung auf Bildschirmen (vgl. auch Jenny, et al. 2008):

- Linien dürfen nicht so dünn sein wie im Druck;
- Objekte, wie z. B. Punkte und auch Abstände zwischen Objekten, müssen größer gewählt werden;
- Serifenschriften (z. B. Times New Roman, Cambria) sowie kursive Darstellungen sollen vermieden werden;
- sehr kleine Schriften sollten nicht verwendet werden;
- die inhaltliche Dichte muss geringer sein, da das Leseverhalten am Bildschirm bedingt durch die geringe Größe des Kartenausschnittes und die Leseentfernung ein anderes ist;
- feine Muster, wie Streifen oder Raster, sollen vermieden werden;
- aufgrund variabler Bildschirmgrößen und Zoom-Einstellungen erübrigt sich ein fester numerischer Maßstab, stattdessen ist eine variable Maßstabsangabe (vorzugsweise als graphische Maßstabsleiste) zu verwenden.

3.2 Nutzungsaspekte

Die Gebrauchstauglichkeit (Usability) von Lärmkarten hängt davon ab, wie effektiv und effizient ein Nutzer notwendige Informationen erhalten kann. In der Analyse (Abschnitt 2.4) wurde bereits festgehalten, dass eine nach Nutzergruppen und Anwendungsfällen differenzierte Kommunikation von umweltrelevanten Informationen nicht nur die Häufigkeit der Nutzung, sondern auch die Gebrauchstauglichkeit erhöhen kann. Neben der reinen kartographischen Gestaltung (Abschnitt 3.1) wird die Gebrauchstauglichkeit durch eine Anpassung an die Anwendungszwecke sowie an das notwendige Informationsbedürfnis verbessert. Diese beiden Aspekte werden im Folgenden näher betrachtet.

Betrachtet man die Einbindung der Öffentlichkeit in der Lärmaktionsplanung nach UBA (2008) in Abbildung 22, lassen sich für die Verwendung von Lärmkarten in der Öffentlichkeitsbeteiligung **3 Phasen** ableiten. Entsprechend können angepasste Inhalte und Gestaltung verschiedener Lärmkarten definiert werden.

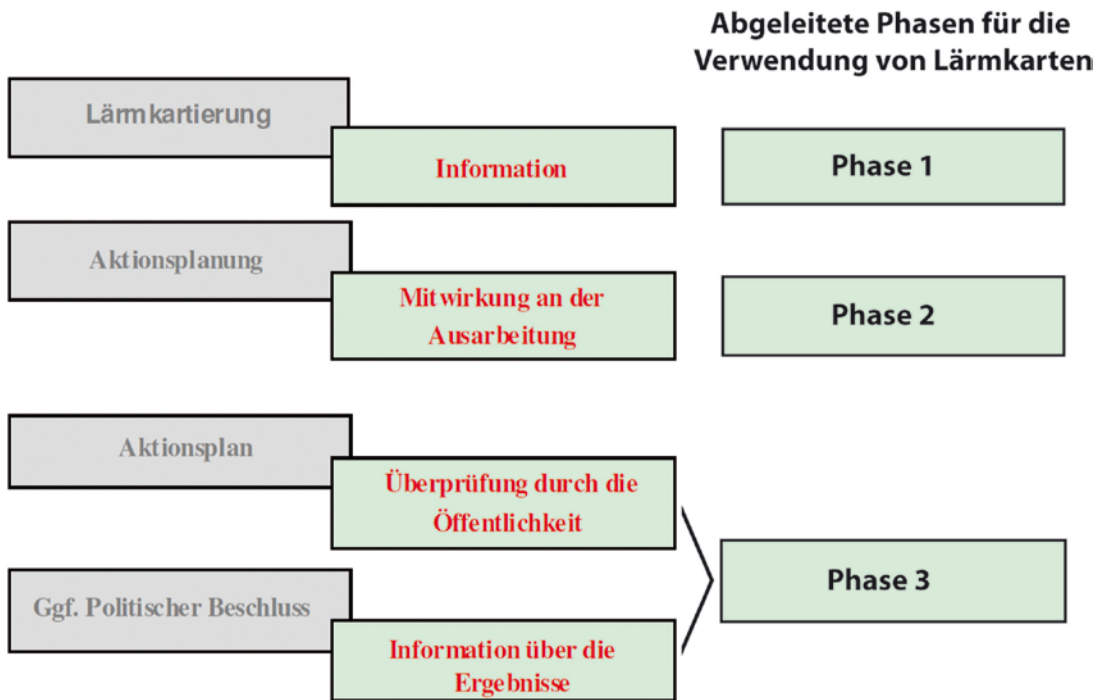


Abbildung 22: Einbindung der Öffentlichkeit in die Aktionsplanung. (UBA, 2008: 37, ergänzt)

In **Phase 1** dienen Lärmkarten zur **Information** über die derzeitige Lärmsituation. Die entsprechende Karte soll den Bürgern ihre Situation näher bringen und somit die Lärmsituation klar und im Detail darstellen. Es eignet sich eine Karte, auf der sich die Bürger mit Hilfe von Straßennamen und Landmarken gut orientieren und die die Angabe des Lärmpegels oder des Fassadenpegels enthält.

In der **Phase 2** dienen die Lärmkarten der **Mitwirkung der Öffentlichkeit an der Ausarbeitung** eines Lärmaktionsplanes und somit als Diskussionsgrundlage. In dieser Phase soll ein Verständnis darüber geschaffen werden, nach welchen Kriterien Maßnahmen in der Lärmaktionsplanung ausgewählt wurden. Daher soll aus der Karte und den dazugehörigen Beschreibungen hervorgehen, wie Konfliktgebiete definiert sind. Sehr geeignet erscheint hier die LärmKennZiffer, die die Anzahl der betroffenen Personen berücksichtigt.

In **Phase 3** erfolgt die **Überprüfung der Maßnahmen**: Um Veränderungen durch geplante oder bereits umgesetzte Maßnahmen zu demonstrieren, eignen sich Differenzkarten sehr gut (Kartenbeispiel 3 im Anhang). Maßnahmen können aber auch detailreicher kartiert werden: So kann festgehalten werden, welche verkehrstechnischen Veränderungen gemacht wurden oder geplant sind (Abbildung 23, Abbildung 24). In den sich alle fünf Jahre wiederholenden Lärmaktionsplanungen können so auch die umgesetzten Maßnahmen dokumentiert werden.



Abbildung 23: Geplante Maßnahmen in einer Karte dargestellt (Ausschnitt, UBA, 2008: 62)

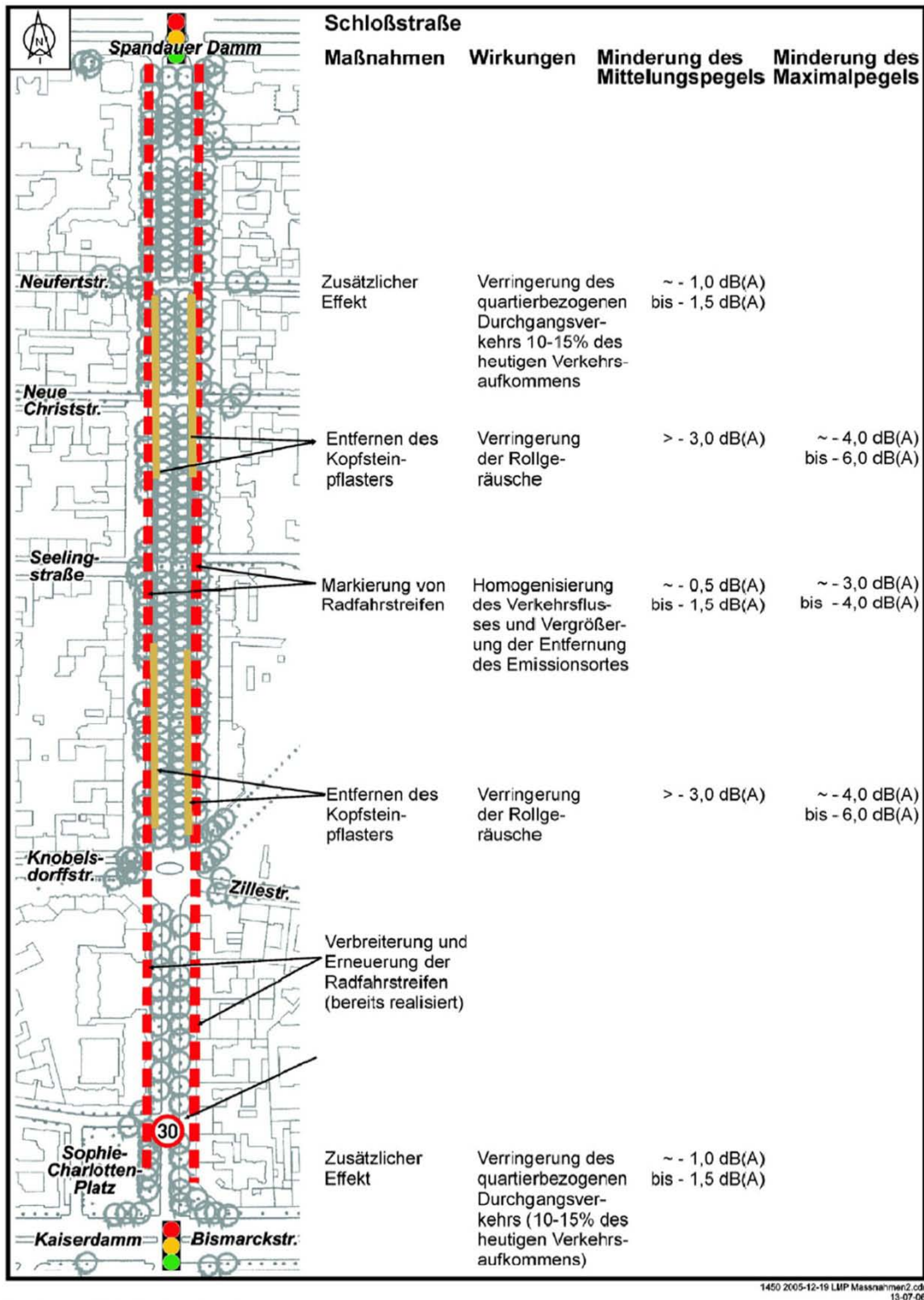


Abbildung 24: Geplante Maßnahmen in Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf. (Berlin Charlottenburg, 2008: 24)

Weiterhin ist zu erwarten, dass durch eine **inhaltliche Erweiterung** der Lärmkarten dem heterogenen Informationsbedürfnis der Nutzer Rechnung getragen und ein Mehrwert bei der Nutzung erzeugt werden kann. Diese Erweiterungen bedürfen eines stimmigen **Gesamtlayouts**, das zudem einen hohen Wiedererkennungswert aufweist.

Die Forderung nach inhaltlicher Erweiterung geht zurück auf die Feststellung eines lückenhaften Verständnisses der Gesamtzusammenhänge in der städtischen Lärmproblematik. Aus diesem Grund ist es förderlich, ergänzende Tabellen und Infographiken den Lärmkarten hinzuzufügen, um diese **Gesamtzusammenhänge** für den Kartenleser schlüssig aufzubereiten und um die Lärmkarten in einen passenden thematischen Kontext einzubetten.

Ein Mehrwert kann ferner durch die **Ergänzung weiterer Parameter**, die nicht in der 34. BImSchV vorgegeben sind, erfolgen. So kann sich z. B. ein qualitativ differenzierter Gesamtlärm durch die (simultane, überlagernde) Darstellung der Immissionen sämtlicher Schallquellen (Straßen, Schienenverkehr, etc.) ergeben.

Um das Interesse, die Sensibilität und das Bewusstsein für die Problematik zu steigern, sollten Lärmkarten in einen **übergreifenden Kontext** eingeordnet werden. Hier ist die Einbettung der Karten in einen Nachbarschaftsreport vorstellbar, der durch weitere Parameter ergänzt wird. Ebenfalls bietet es sich an, Lärmkarten städtischen Umweltgutachten beizufügen, die weitere Parameter wie z. B. Luftqualitätsparameter und ihre räumliche Variabilität (Feinstaub, Kohlenstoffdioxid, Ozon, etc.) enthalten.

In der 34. BImSchV ist vorgeschrieben, dass den Lärmkarten sowohl eine Beschreibung der Umgebung (Lage, Größe und Einwohnerzahl), der Flächennutzung, anderer Hauptlärmquellen, als auch eine Beschreibung der Hauptlärmquellen (Lage, Größe und Verkehrsaufkommen) hinzuzufügen ist. Es müssen ebenfalls Informationen über durchgeführte und laufende Lärmaktionspläne und -schutzprogramme beigefügt werden. Auch wenn diese Angaben (nur) in schriftlicher Form zu erfolgen haben, sollten sie gegebenenfalls in kartographische Form gebracht werden, um dem Kartennutzer einen leichter erfassbaren Mehrwert an Informationen zu bieten.

4 Ausblick

Eine Verbesserung der Präsentation und Exploration der Lärmkarten hängt neben kartographischen und inhaltlichen Aspekten wesentlich auch von der Art ihrer Verbreitung ab. Laut 34. BImSchV ist die Verbreitung der Lärmkarten Aufgabe der zuständigen Behörde. Hierbei sollen elektronische Kommunikationsmittel verwendet und Verknüpfungen zu Internetseiten hergestellt werden. Eine Erwägung alternativer Verbreitungs Kanäle ist nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Motivationssteigerung sinnvoll. Solche innovativen Lösungen verfügen über das Potential, dem Kartennutzer einen erheblichen Mehrwert zu bieten. Nachfolgend sollen mögliche Technologien und Methoden beschrieben werden, die zu einer innovativen Präsentation der Lärmsituation genutzt werden können.

4.1 Erhöhung der Interaktionsmöglichkeiten

Interaktive Karten sind heute im Internet weit verbreitet und dem Kartennutzer gut vertraut. Der Umgang mit ihnen schreckt kaum jemanden ab, sondern weckt große Neugierde, steigert deutlich die Motivation und lädt zur spielerischen Nutzung ein. Dieses Potential gilt es auch in der Lärmkartierung zu nutzen und die Interaktionsmöglichkeiten bei Lärmkarten erheblich zu verbessern.

Neben gängigen Move- und Zoom-Funktionen auf der Übersichts- und Detailkarte sollten interaktive Lärmkarten verschiedene Layer zur Exploration des Themas anbieten. Im Layerprinzip würden **verschiedene Ansichten und Informationsebenen auswählbar** sein, z. B. Bevölkerungsdichte, Grundstückspreise, Funktionsräume, etc. Alle gesammelten Daten eines Untersuchungsgebietes können hier relevant sein, und dem Kartennutzer bleibt selbst überlassen, wie weit er in die Materie einsteigen will.

Auf einer interaktiven Lärmkarte lassen sich außerdem zahllose **Zusatzinformationen** zum Thema und zu den Parametern einblenden, zum Beispiel medizinische Folgen oder Beschreibungen der Schallquellen, etc. Ebenfalls können auf diese Weise die geforderten Beschreibungen der Hauptlärmquellen und Umgebung eingeblendet werden. So werden dem Kartennutzer viele Zusammenhänge deutlich und er kann seinem persönlichen Interesse und seiner individuellen Betroffenheit eigenständig nachgehen.

4.2 Akustische Unterstützung

Auf Lärmkarten werden akustische Informationen graphisch dargestellt. Durch das Hinzufügen akustischer Komponenten auf der Karte fällt dem Kartennutzer die Verarbeitung dieser Informationen leichter und er kann deren graphische Abbildung besser begreifen und verstehen. Darüber hinaus können akustische Effekte die Aufmerksamkeit des Kartennutzers lenken und die graphische Informationstiefe der Karte entscheidend entlasten. Es bestehen zwei Möglichkeiten, akustische Inhalte auf Lärmkarten einzubinden:

- Anhand von **Audioaufnahmen** kann die grafische Darstellung qualitativ unterstützt werden. So kann zum Beispiel die Legende mit Vergleichswerten, wie der Aufnahme eines Presslufthammers, hinterlegt werden (Abbildung 25). Zum Verständnis trägt somit nicht die Lautstärke der abgespielten Aufnahme bei, sondern das erkannte Geräusch, das mit dem jeweiligen Pegel in Verbindung gebracht werden kann.

- **Abstrakte Tonvariablen** eignet sich gut, um einen Vergleich zwischen verschiedenen hohen Lärmpegeln zu schaffen. Wichtig ist es dabei ein Verständnis dafür zu schaffen, dass der Ton nicht in der tatsächlichen Lautstärke entsprechend der errechneten dB(A) Werte wiedergegeben wird, sondern anhand des Tons Pegelunterschiede dargestellt werden.

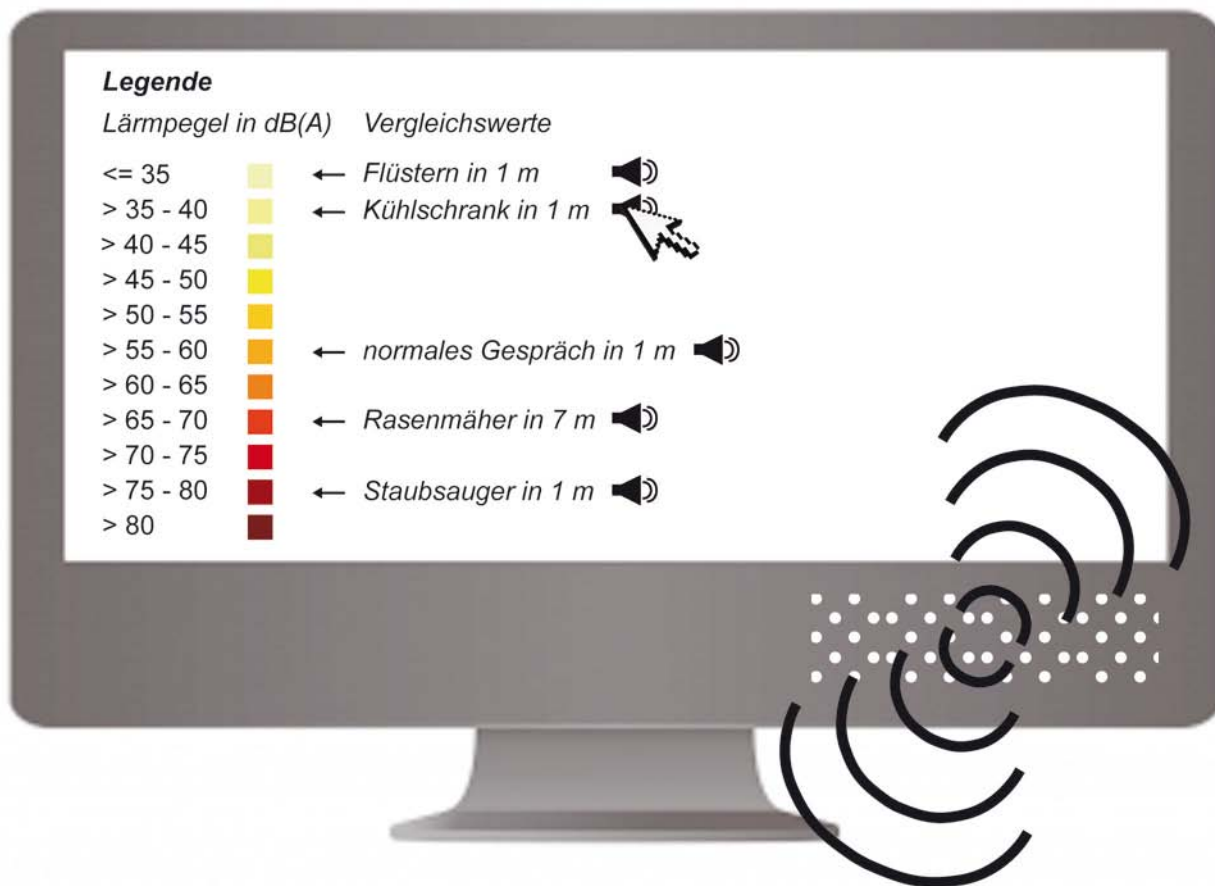


Abbildung 25: Die Legende ist mit Audioaufnahmen hinterlegt, bei einem Mausklick auf das Symbol wird der Vergleichswert abgespielt. (eigene Graphik)

4.3 3D- und 4D-Darstellungen

Eine Ausweitung der räumlichen Dimensionalität (3D/4D) in der kartographischen Darstellung kann wesentlich zur Steigerung der Nutzerfreundlichkeit- bzw. Gebrauchstauglichkeit von Lärmkartierungen beitragen.

Unter „3D-Abbildungen“ verstehen wir in diesem Kontext weniger das Ergebnis einer *Extrusion* (Hochziehen) der Gebäudegrundrisse proportional zum jeweiligen, assoziierten Lärmpegelwert (oder anderer Parameter). Stattdessen gehen wir von einem 3D-Stadtmodell aus, welches die tatsächlichen Gebäudehöhen repräsentiert und an dessen Seiten die in der Höhe variablen Fassadenpegel dargestellt werden können (*Texturierung*; Abbildung 26). Eigene Untersuchungen (Knauth, 2010) haben ergeben, dass solche 3D-Abbildungen speziell für lokale bzw. planerische Betrachtungen einen Mehrwert erbringen können.

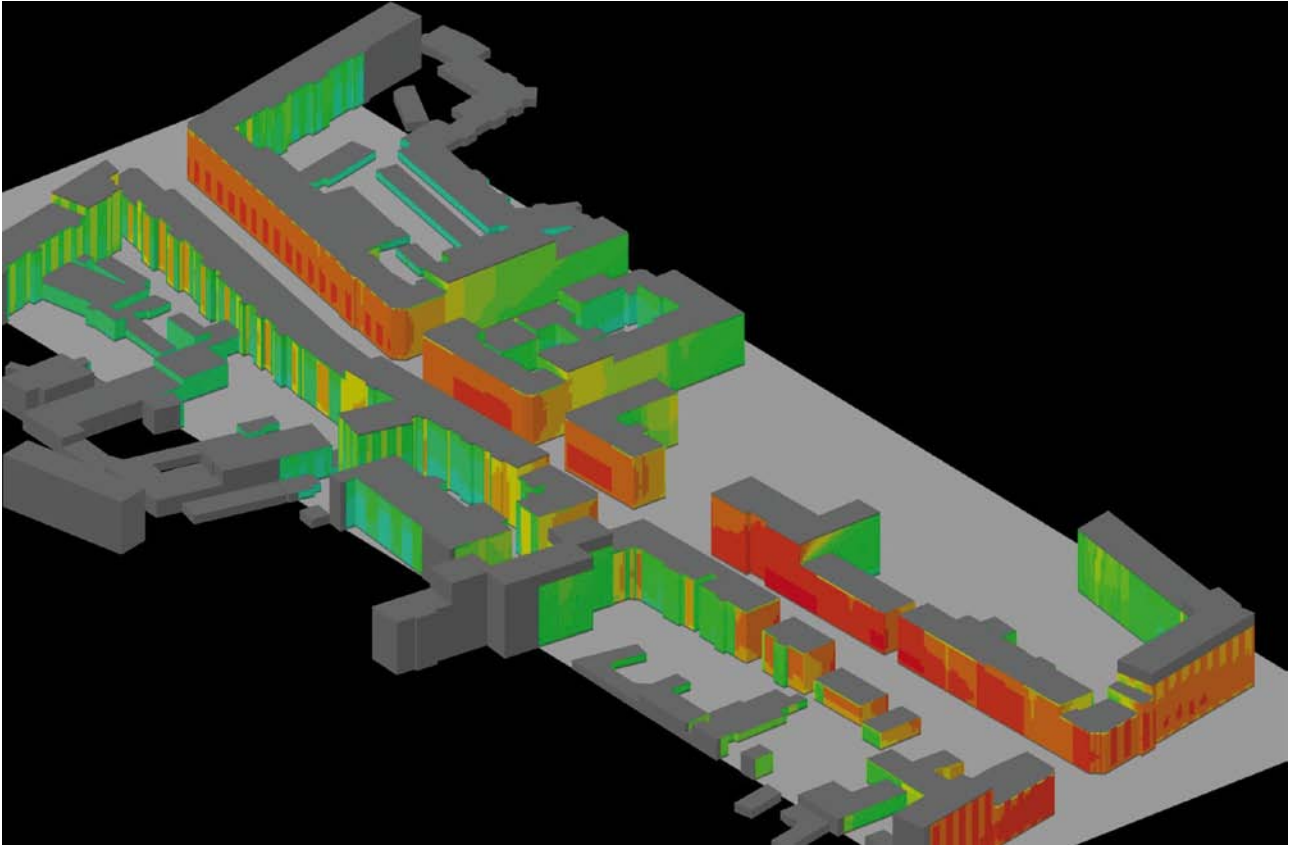


Abbildung 26: Darstellung des in der Höhe variablen Fassadenpegels anhand von Texturierung (Knauth, 2010)

Die Orientierung und Lesbarkeit solcher Kartenabbildungen fällt Laien häufig schwer, da unweigerlich Probleme mit Streckenverkürzungen, Verzerrungen und Verdeckungen auftreten. Grundvoraussetzung für die Orientierung in einer 3D-Lärmkarte ist demzufolge die freie Navigation in der dreidimensionalen Szene. Zur Vereinfachung der Lesbarkeit der Szene müssen (konkrete und großmaßstäbige) Lärmsituationen durch einen interaktiven Regler fokussiert und vergrößert werden können. Auch der Neigungswinkel (Auf- und Schrägsicht) und die Deckkraft der Pegeldarstellung sollten vom Kartennutzer eigenmächtig manipuliert werden können. Zur Vermittlung einer konkreten Lärmsituation bietet es sich an, eine 2D-Lärmkarte ergänzend unterhalb der transparenten 3D-Szene zuzufügen.

Der zeitliche Ablauf von Lärmsituationen kann durch **Animationen** generiert werden. Diese 4D-Lärmkarten zeigen den zeitlichen Verlauf der Immissionspegel: Stundenwerte, z. B. Rush Hours bei der Lärmquelle Straßenverkehr, Tag/Nacht-Vergleiche, Tag/Abend/Nacht-Übergänge, Wochen- und Jahresrhythmen, etc.

4.4 Nutzung virtueller Globen und web-basierter Kartendienste

Virtuelle Globen wie *Google Earth*, *NASA World Wind* und *Microsoft Virtual Earth* sind web-basierte interaktive 3D-Globen, die der Öffentlichkeit zugänglich und teilweise frei editierbar sind. Die Akzeptanz und das Interesse an den Modellen ist in der Bevölkerung sehr hoch. Durch ihre offenen Benutzerschnittstellen laden sie zur Erzeugung und Einbindung von eigenen Inhalten (User Generated Content) ein. Ähnlich wie bei 3D/4D-Kartenmodellen bietet eine Kombination aus Lärmkarten und web-basierten 3D-Kartenanwendungen in der Darstellung

der Parameter einen interessanten Mehrwert. Photorealistische Modellabbildungen, wie z. B. in *Google Earth*, gelten als vorteilhafter als „Klötzchenmodelle“, da Orientierung und Exploration des 3D-Raumes erleichtert und gefördert wird. Jedoch konkurriert der photorealistische Hintergrund mit der farbigen Pegeldarstellung in der 3D-Lärmkarte. „Klötzchenmodelle“ heben sich hingegen deutlicher von der Lärmsituation ab und der Lärmpegel kann auf das Modell texturiert werden.

2D-Kartendienste wie *Google Maps* und *Open Street Map*, sind ebenfalls für die Verbreitung von Lärmkarten geeignet. Sie verfügen teilweise über verschiedene Ansichten, in denen sich die Parameter der Lärmkartierung auf diverse Art gut in 2D-Kartenanwendungen einbinden lassen. *Google Maps* hat vor kurzem die Street-View-Ansicht eingeführt, bei der der Nutzer auf Häuser- und Straßenebene durch den Raum navigieren kann. Darüber hinaus bietet *Google Maps* die Möglichkeit, über die Photo-Plattform *flickr* georeferenzierte Photos anzeigen zu lassen, um ein differenziertes Bild des Raumes zu erzeugen. Diese Kartenanwendungen sind sehr populär und ihr hoher Detaillierungsgrad fasziniert viele Nutzer. Diese Technologien könnten in der Lärmkartierung analog erfolgreich eingesetzt werden, z. B. durch die Anzeige des genauen Fassadenpegels in einer photorealistischen Häuseransicht.

5 Zusammenfassung

5.1 Analyse

Nach einer Analyse vorhandener Lärmkarten lässt sich zusammenfassend bemerken, dass es zurzeit eine sehr heterogene und nicht zufriedenstellende Darstellung der Lärmsituationen gibt. Dieser Aussage liegt die Tatsache zugrunde, dass die kartographische Darstellung der Lärmsituation per sé kein triviales Problem ist:

- Eine Kodierung von Lärmparametern in Karten, d. h. die **Abbildung akustischer in graphische Variablen**, bedingt einen durchaus anspruchsvollen Sinnestransfer.
- Die **Erzeugung der zugrunde liegenden Daten** trägt zu vielen Missverständnissen bei: Vielen Nutzern ist nicht bekannt, dass die Daten nicht gemessen, sondern berechnet werden.
- Die **logarithmische Einheit dB(A)** für den Schalldruckpegel ist für den Laien nicht einfach zu erfassen.
- Schließlich führen sowohl **nicht ausreichende Vorgaben in der 34. BImSchV sowie in der DIN 18005-Teil 2** zu heterogenen und schwer verständlichen (kartographischen) Darstellungen.

5.2 Empfehlungen

Aus der detaillierten Analyse der Karteninhalte, der kartographischen Gestaltung, der Anwendungsfälle sowie des Bekanntheitsgrades ergeben sich die folgenden wichtigsten Empfehlungen:

- Generell sollte die Lärmkarte nicht nur als ein „Datenspeicher“ für Ingenieure, sondern – und vor allem – als ein **Kommunikationsmittel** verstanden werden. Folglich muss sie nach entsprechenden graphischen Kriterien für die Nutzer aufbereitet werden, v. a., wenn sie zur Information der Öffentlichkeit genutzt wird. Lärmdaten aufzubereiten bzw. Ergebnisse zu berechnen und diese danach kartographisch aufzubereiten, sind zwei Schritte, die unter Umständen die Kompetenzen von verschiedenen Teams benötigen, um ein ideales Ergebnis zu erreichen.
- Lärmkarten stellen sicherlich nicht das einzige, unserer Ansicht aber das zentrale Kommunikationsmittel dar. Analog zu Google Maps u. a. kann eine **kartographische Darstellung als hervorragende Schnittstelle** zwischen Laien (Bürgern, Politikern, etc.) und Lärmexperten (auch untereinander) gesehen werden, die eine gezielte Auseinandersetzung mit der komplexen Thematik erlaubt.
- Im **engeren kartographischen Sinne** gibt es folgende dringende Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmkarten:
 - Grundsätzlich sollte sich der Kartentyp an der Struktur der vorliegenden Daten (punkt-, linien- oder rasterförmig) orientieren. Um eine bisher nicht vorhandene Begriffseinheitlichkeit zu schaffen, wurden entsprechende Bezeichnungen der Kartentypen empfohlen. Die in der Praxis häufigsten Fälle – gleichmäßig verteilte Rasterpegel oder Linienpegel entlang von Straßenachsen – sollten standardmäßig

durch klassifizierte Rasterpegelkarten bzw. Linienpegelkarten wiedergegeben werden.

- Die in der DIN 18005-Teil 2 aufgeführte „bandartige Darstellung“ (das Ausfüllen der gesamten Straßenbreite mit Verwendung eines einheitlichen Farbtons quer zur Achse) sollte unbedingt vermieden werden.
 - Als Alternative zur DIN 18005-Teil 2 propagieren wir eine **Farbfolge** von hellem Gelbgrün über Orange nach Dunkelrot zur Darstellung des Lärmpegels und einer kontraststärkeren Skala für den Fassadenpegel.
 - Aufgrund der schwer verständlichen Einheit dB(A) erscheint eine **Ergänzung der klassischen Legende mit qualitativer Information oder Referenzwerten** als geeignet.
 - Für die Darstellung des **Fassadenpegels** schlagen wir **Linien** entlang der Gebäude vor.
- Weiterhin schlagen wir aus kartographischer Sicht vor:
 - Die Orientierung auf Lärmkarten wird durch die Abbildung von **kleinmaßstäbiger Orientierungs- und großmaßstäbiger Detailkarte** erleichtert, die je nach Kartenzweck als Haupt- bzw. Nebenkarte eingesetzt werden können.
 - Es wird empfohlen, vermehrt **Beschriftungen** auf Lärmkarten zur Steigerung der Orientierung und Lesbarkeit einzusetzen.
 - **Topographische Zusatzinformationen** und aussagekräftige Landmarken (z. B. Wasserflächen, U-Bahn-Stationen und Flughäfen) steigern die Orientierung im städtischen Bild und können sowohl dem Kartenthema, als auch dem Hintergrund ergänzend hinzugefügt werden.
 - Zusätzlich zu den Landmarken, die der Orientierung dienen, ist es sinnvoll, **thematische Zusatzinformation** nach den Charakteristiken der Lärmsituation in die Karte zu integrieren.
 - Für Druck und Bildschirmkarten werden unterschiedliche **Farbsysteme** verwendet, was bereits bei der jeweiligen Erstellung zu beachten ist. Werden Dokumente gedruckt, wird das CMYK-Farbsystem verwendet, während für die digitale Darstellung auf Bildschirmen o. ä. Farben im RGB-System angegeben werden.
 - Aufgrund der erheblich schlechteren Bildschirmauflösung gegenüber Druckauflösungen ist auch die **Kartengraphik für Bildschirmkarten** entsprechend anzupassen (z. B. durch breitere Linien, größere Schriften).
 - Für die Steigerung der quantitativen **Nutzung** sowie der **Gebrauchstauglichkeit** sind zwei Aspekte von besonderer Wichtigkeit:
 - Um eine an den Anwendungszweck angemessene Darstellung zu gewährleisten, empfehlen wir die differenzierte Gestaltung von Lärmkarten entsprechend der **drei Phasen der Lärmaktionsplanung**.

- Weiterhin ist zu erwarten, dass durch eine **standardisierte inhaltliche Erweiterung** der Lärmkarten dem heterogenen Informationsbedürfnis der Nutzer Rechnung getragen und ein Mehrwert bei der Nutzung erzeugt werden kann. Diese Erweiterungen dienen u. a. dazu, die o. g. Verständnisprobleme mit Lärmdaten (z. B. Art der Erfassung, Einheit, Begründung einer Maßnahme) zu beheben.

5.3 Empfehlungen für weitergehende Arbeiten

Aufgrund der Komplexität der Gestaltung und Verbreitung von Lärmkarten konnten in diesem Vorhaben nicht alle Aspekte in ausreichender Tiefe behandelt werden. Es ergibt sich aus unserer Sicht die Notwendigkeit einer Reihe von weitergehenden Arbeiten, z. B.:

- Bei der Heterogenität der Anwendungsfälle (z. B. Größe von Gemeinden, Datenlage) ist es schwierig, allgemeingültige Gestaltungshinweise abzugeben. Daher wurden in diesem Vorhaben auch primär allgemeine Empfehlungen ausgesprochen, die dann je nach Anwendungsfall berücksichtigt werden können. Für die empirische Untersuchung der o. g. Empfehlungen sowie die Ableitung noch konkreterer Angaben sind auf alle Fälle **Studien zur Gebrauchstauglichkeit** notwendig.
- Um Gemeinden bei der Erstellung verschiedener Lärmkarten zu unterstützen, wäre es sinnvoll, ihnen **Workflows** zur Verfügung zu stellen. Diese Workflows sollten auf der Analyse und Klassifizierung bestehender Lärmkarten basieren und den Arbeitsablauf für die Gemeinden unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten und der vorhandenen Datengrundlage effizienter gestalten.
- Es ist zu erwarten, dass sich verstärkt **erweiterte bzw. neue Möglichkeiten zur Kommunikation und Beteiligung** über internetgestützte Medien ergeben. In Kapitel 4 wurden hierzu einige Aspekte vorgestellt z. B. zur
 - Kombination von 3D-Stadtmodellen und Lärmpegeldaten für texturierte Darstellungen,
 - Unterstützung und Erläuterung der klassischen Lärmkarten mit akustischen Elementen,
 - Verwendung virtueller Globen wie Google Earth/Maps.Um einen zielgerichteten und mehrwertstiftenden Einsatz solcher neuen Technologien und Methoden zu gewährleisten, ist eine rechtzeitige Entwicklung und Prüfung von Prototypen notwendig, damit diese auch zeitnah in der Praxis Anwendung finden können.
- Es wird vorgeschlagen, wesentliche Erkenntnisse dieser Arbeit (z. B. Farbgestaltung) in den entsprechenden **Normausschüssen** der DIN 45682 und DIN 18005-Teil 2 zu diskutieren, um insbesondere eine bessere Verständlichkeit der Lärmkarten im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung herbeizuführen.

6 Quellenverzeichnis

- Arnberger, E. (1997): Thematische Kartographie. In: Leser, H. und K. Rother (Hrsg.): Das Geographische Seminar, Westermann, Braunschweig.
- Berlin Charlottenburg (2008): Lärm-minderungsplan Berlin Charlottenburg – Wilmerdorf.
http://www.berlin.de/sen/umwelt/laerm/laermminderungsplanung/download/laermaktionsplan/materialien/modellprojekt_char_wil.pdf. Zugriff August 2011.
- Beuth Verlag (1991): DIN 18005-Teil 2: Schallschutz im Städtebau, Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen.
- Bönnighausen, G. und Popp, C. (1988): Die Lärmkennziffer-Methode, ein Beitrag zur Umweltverträglichkeitsprüfung. Baubehörde, Freie und Hansestadt Hamburg.
- Brewer, C. A. (1994): Color Use Guidelines for mapping and visualization. In: MacEachren, A. M. und Taylor, D. R. F. (Hrsg.): Visualization in modern Cartography, S. 123-147.
- Eisenbahn-Bundesamt (2011): http://laermkartierung.eisenbahn-bundesamt.de/index.aspx?site=EBA&project=EBA_VIEWER_BR&map=381&&ovopen=true&sid=de89a49d-16e-451f-8e68-2661c5b575ff. Zugriff Juli 2011.
- Engnath, V. und Koch, W. G. (2001): Lärmkarten. In: Braun, G., Buzin, R. und Wintges, T. (Hrsg.): GIS und Kartographie im Umweltbereich. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (2007): Strategische Lärmkarte Straßenverkehr, L_{DEN}. <http://www.hamburg.de/contentblob/144208/data/lden-strasse.pdf>. Zugriff August 2011.
- Jenny, B. und Kelso, N. V. (2007a): Color design for the colour vision impaired. In: Cartographic Perspectives, 58, S. 61-67.
- Jenny, B. und Kelso, N. V. (2007b): Designing maps for the colour-vision impaired. In: Bulletin of the Society of Cartographers SoC, 41, S. 9-12.
- Jenny, B., Jenny, H. und Räber, S. (2008): Map design for the Internet. In: Peterson, M. P. (Hrsg.) 2008. International Perspectives on Maps and the Internet, S. 31-48.
- Knauth, J. (2010): Implementierung und Vergleich raumzeitlicher Visualisierungen von Lärmdaten. Unpublizierte Masterarbeit an der HafenCity Universität.
- MacEachren, A. M. (1995): How Maps Work. Representation, Visualization, and Design. The Guilford Press, New York, London.
- Monmonier, M. (1996): How to lie with maps. University of Chicago Press.
- Richard, J. (2009): Aufstellung von Lärmaktionsplänen. In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung Bd. 4, 2009, Nr. 3 Mai, S. 108-115.
- Stadt Essen: Essen soll leiser werden (2011): www.essen-soll-leiser-werden.de. Zugriff August 2011.
- Umweltbundesamt (UBA), Europäische Akademie für städtische Umwelt (Hrsg.) (2008): Silent City. Umgebungslärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung. Handbuch.

Umweltbundesamt (UBA) (2011): Lärmbilanz 2010, Untersuchung der Entscheidungskriterien für festzulegende Lärminderungsmaßnahmen in Lärmaktionsplänen nach der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG. 2011. UBA-Texte 78/2011

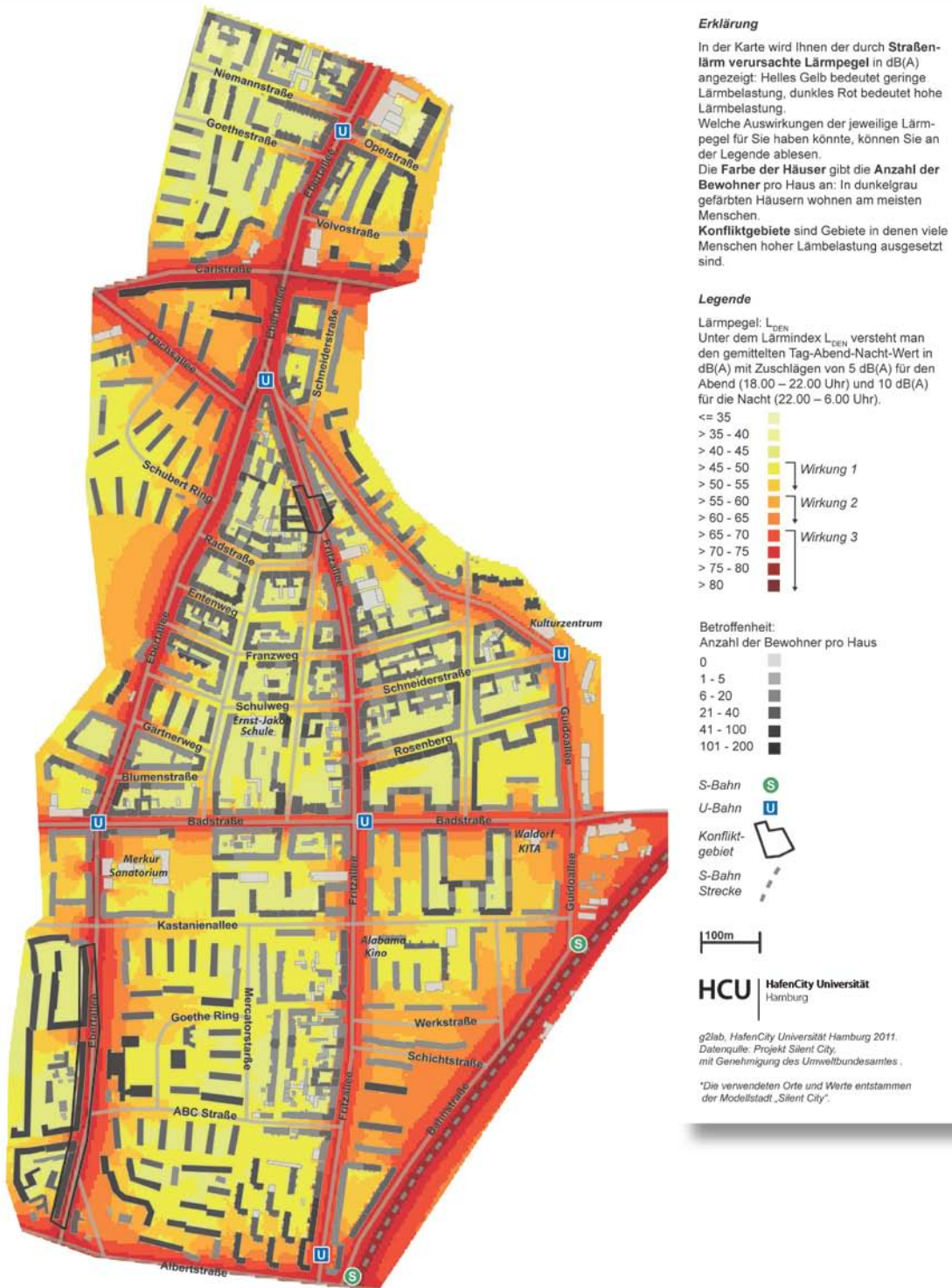
Working Group on the Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) (2008): Presenting Noise Mapping Information to the Public.

7 Anhang

Kartenbeispiel 1

LÄRMKARTE SILENT CITY*

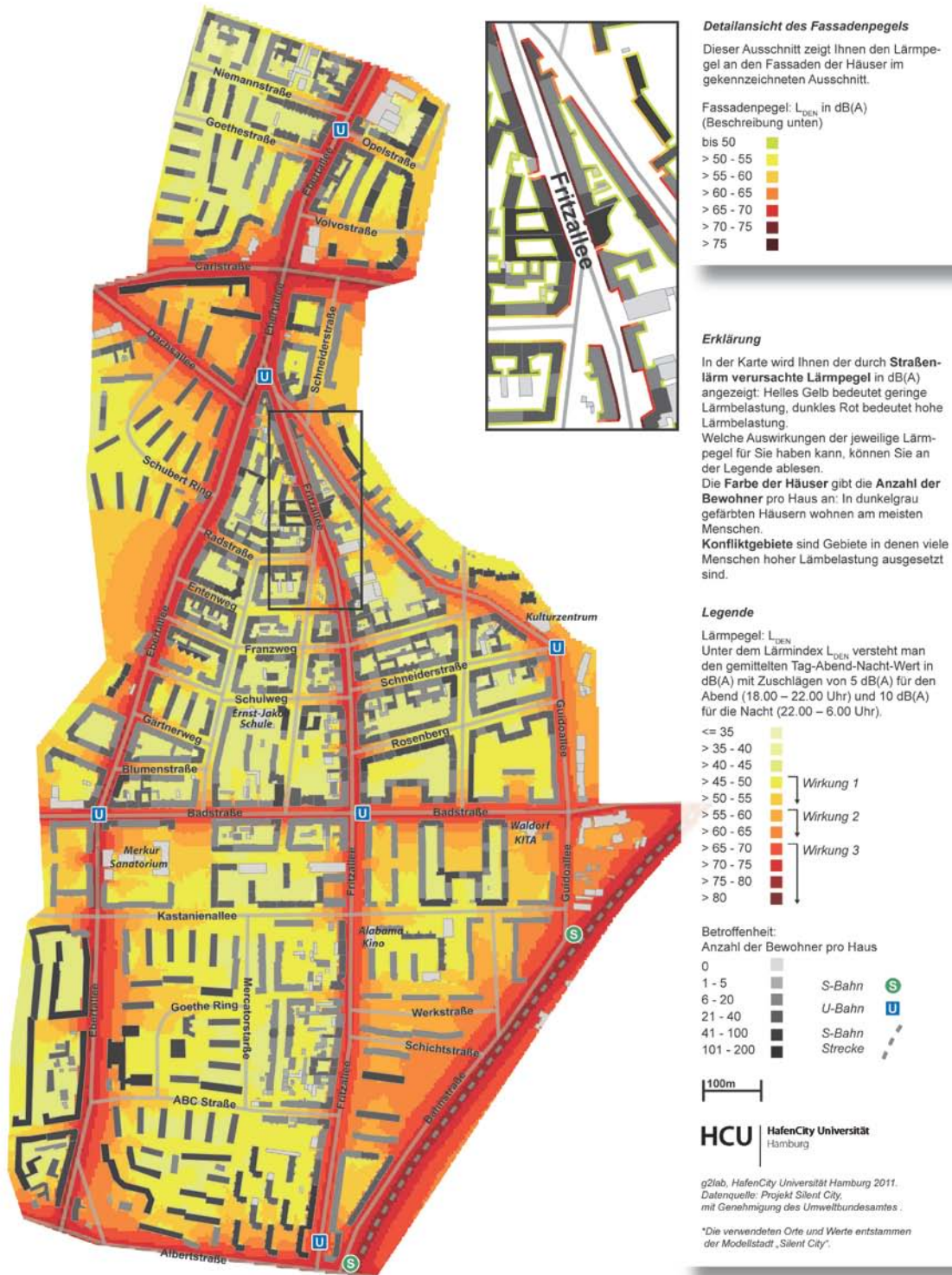
Darstellung des durch Straßenlärm verursachten Lärmpegels und der Anzahl der Bewohner pro Haus



Kartenbeispiel 2

LÄRMKARTE SILENT CITY*

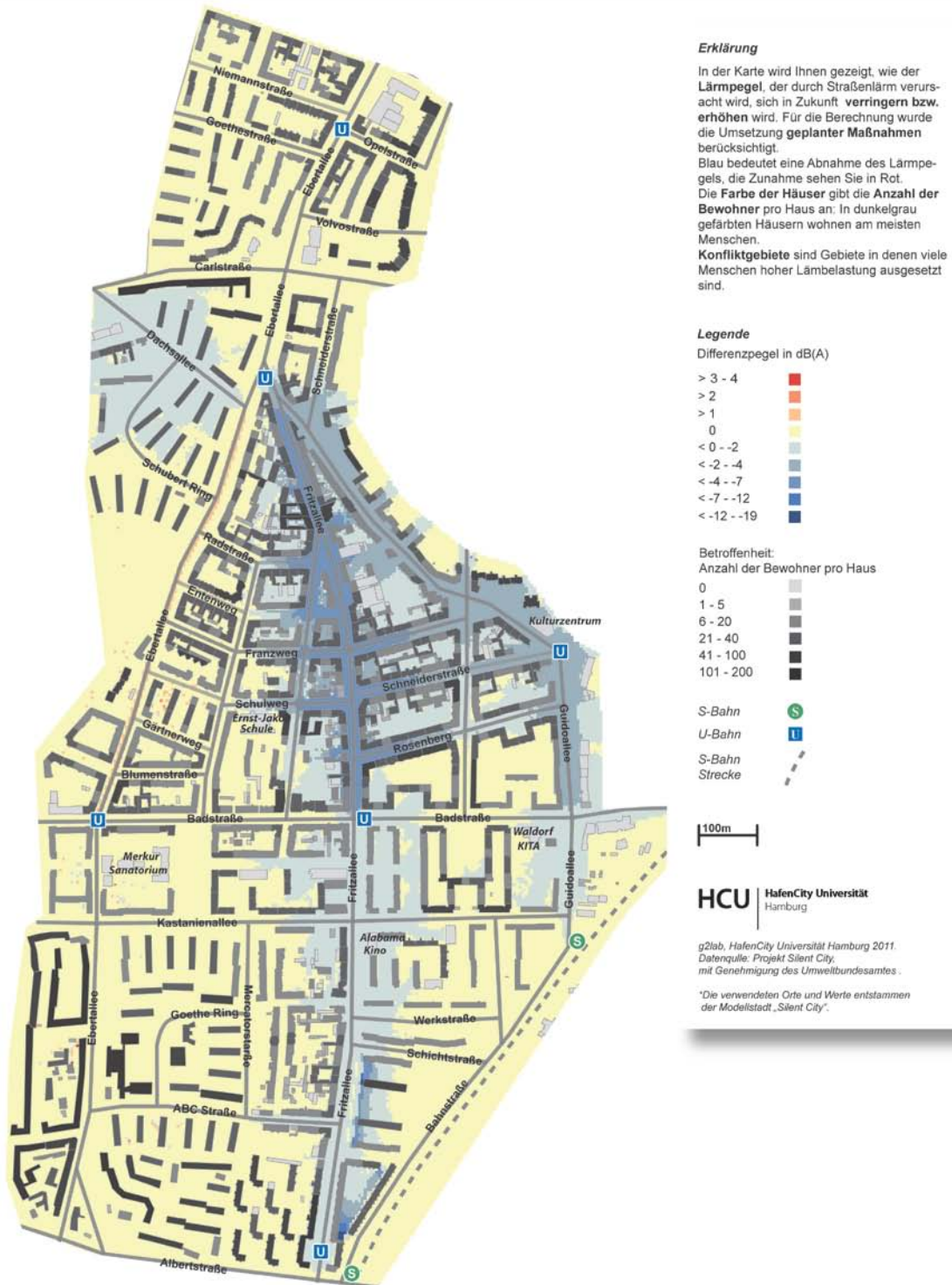
Darstellung des Lärmpegels und die Anzahl der Bewohner pro Haus



Kartenbeispiel 3

LÄRMKARTE SILENT CITY*

Darstellung des Differenzpegels und der Anzahl der Bewohner pro Haus



Beispiele für Farbskalen für verschiedene Anzahl von Klassen

	CMYK (Druck)	RGB (digital)	Hexadezimal (digital)
5 bzw. 6 Klassen und eine optionale Klassen nach 34. BIMSCHV für L_{DEN} und L_{NIGHT} wobei die Angaben bis 50 dB(A) bei L_{NIGHT} optional sind			
optional: ≤ 45  $> 45 - 50$  $<= 55$  $> 50 - 55$  $> 55 - 60$  $> 55 - 60$  $> 60 - 65$  $> 60 - 65$  $> 65 - 70$  $> 65 - 70$  $> 70 - 75$  > 70  > 75  > 75 	$C=0\ M=0\ Y=48\ K=0$ $C=0\ M=7\ Y=70\ K=0$ $C=0\ M=38\ Y=92\ K=0$ $C=0\ M=75\ Y=95\ K=0$ $C=10\ M=92\ Y=98\ K=2$ $C=22\ M=93\ Y=100\ K=17$ $C=31\ M=93\ Y=86\ K=43$	$R=255\ G=246\ B=159$ $R=255\ G=230\ B=99$ $R=247\ G=173\ B=26$ $R=233\ G=94\ B=29$ $R=210\ G=47\ B=30$ $R=170\ G=42\ B=28$ $R=122\ G=34\ B=33$	$\#FFF69F$ $\#FFE663$ $\#F7AD1A$ $\#E95E1D$ $\#D22F1E$ $\#AA2A1C$ $\#7A2221$
7 Klassen			
Klasse 1  Klasse 2  Klasse 3  Klasse 4  Klasse 5  Klasse 6  Klasse 7 	$C=0\ M=7\ Y=70\ K=0$ $C=0\ M=38\ Y=92\ K=0$ $C=0\ M=75\ Y=95\ K=0$ $C=10\ M=92\ Y=98\ K=2$ $C=31\ M=93\ Y=86\ K=31$ $C=42\ M=98\ Y=75\ K=53$	$R=255\ G=230\ B=99$ $R=247\ G=173\ B=26$ $R=233\ G=94\ B=29$ $R=210\ G=47\ B=30$ $R=139\ G=38\ B=38$ $R=96\ G=22\ B=35$	$\#FFE663$ $\#F7AD1A$ $\#E95E1D$ $\#D22F1E$ $\#8B2626$ $\#601623$
9 Klassen z.B. nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)			
≤ 35  $> 35 - 40$  $> 40 - 45$  $> 45 - 50$  $> 50 - 55$  $> 55 - 60$  $> 60 - 65$  $> 65 - 70$  > 70 	$C=0\ M=0\ Y=48\ K=0$ $C=0\ M=7\ Y=70\ K=0$ $C=0\ M=23\ Y=92\ K=0$ $C=0\ M=46\ Y=92\ K=0$ $C=0\ M=75\ Y=95\ K=0$ $C=10\ M=92\ Y=98\ K=2$ $C=31\ M=93\ Y=86\ K=31$ $C=42\ M=98\ Y=75\ K=53$	$R=255\ G=246\ B=159$ $R=255\ G=230\ B=99$ $R=253\ G=200\ B=12$ $R=244\ G=157\ B=30$ $R=233\ G=94\ B=29$ $R=210\ G=47\ B=30$ $R=139\ G=38\ B=38$ $R=96\ G=22\ B=35$	$\#FFF69F$ $\#FFE663$ $\#FDC80C$ $\#F49D1E$ $\#E95E1D$ $\#D22F1E$ $\#8B2626$ $\#601623$