

Soundscape Planning in der Raumplanung

Moritz Lippold¹

¹ TU Dortmund, 44227 Dortmund, E-Mail moritz.lippold@tu-dortmund.de

Einleitung

Der Umgang mit Lärm ist eine der größten Herausforderungen vor denen die Städte stehen. Die planerische Praxis in Deutschland basiert aktuell auf der Idee der Lärmvermeidung, wobei Lärm als zu reduzierendes Abfallprodukt betrachtet wird. Gleichzeitig gibt es in verschiedenen Fachbereichen den Konsens, dass die quantitative Lärmreduktion nicht genügt, um der akustischen Umwelt gerecht zu werden, sodass ein Nachjustieren der Instrumente und Methoden der Raumplanung nötig ist [1] [2]. Als alternativer Zugang kann der Soundscape Ansatz neue, ganzheitlichere Perspektiven eröffnen, indem die akustische Umgebung als Ressource betrachtet wird [3]. Als Soundscape wird die, von Menschen wahrgenommene akustische Umgebung bezeichnet, dessen Charakter durch die Aktion und Interaktion von natürlichen und menschlichen Faktoren bestimmt ist [4]. Darüber, dass die individuelle Position der Hörenden in den Fokus gesetzt wird, können die messbaren Eigenschaften von Schall um die Differenzierung von erwünschten und unerwünschten Klängen ergänzt werden. Wird die Hörerfahrung einem Gestaltungswillen untergeordnet, kann die akustische Umgebung aktiv in den Planungsprozess einbezogen werden [5]. Soundscape Planning zielt auf die Gestaltung und Verbesserung der Soundscape eines Ortes ab. Der Ansatz kann eine sinnvolle Ergänzung zur bestehenden Lärmschutzpraxis darstellen [6]. Entgegen der theoretischen Übereinkunft fehlen zurzeit praktische Ansätze, wie sich Soundscape Planning in die Planung einbinden lässt. Die hier vorhandene Lücke zwischen Theorie und Praxis liefert den Forschungsbedarf [3]. Daher wurde die folgende Frage untersucht: „*Wie kann der Ansatz des Soundscape Planning, als Planungsinstrument in der raumplanerischen Praxis in Deutschland integriert werden?*“. Weitere Unterfragen leiten durch die Untersuchung: A1: *‘Welche Rolle spielt die akustische Umgebung heute in der raumplanerischen Praxis?’*; A2: *‘Welche aktuellen Ansätze gibt es, den Soundscape Ansatz in die Planungspraxis zu integrieren?’*; A3: *‘Welche Herausforderungen und Chancen ergeben sich aus der Integration des Soundscape Ansatzes in die Planungspraxis in Deutschland?’*. Zur Beantwortung von A1 werden die rechtlichen Grundlagen und Planungsinstrumente für den Umgang mit Lärm in Deutschland aufgearbeitet. Im Anschluss werden auf Basis einer systematischen Literaturrecherche und Auswertung Beispiele aufgezeigt, wie die Soundscape Idee in Planungsprozessen integriert wird und ein Beitrag zu der Unterfrage A2 geleistet. Mit Schlüsselbegriffen wurden die Datenbanken Scopus, Web of Science, SAGE Journals und JASA Express Letters der Acoustical Society of America untersucht. Dabei wurden 30 Veröffentlichungen identifiziert und im Hinblick auf den räumliche Umriss der Planung, der methodischen Vorgehensweise, und den Bezug zu bestehenden Planungsinstrumenten untersucht. Ergänzend wurden

Experteninterviews mit den für die Lärminderungsplanung zuständigen Behörden der drei Städte Bochum, Duisburg und Essen geführt. Darüber werden mögliche Chancen und Herausforderungen für die Integration in die Praxis untersucht und die Unterfrage A3 beantwortet.

Relevanz des Themas für die Raumplanung

Die zunehmende Urbanisierung geht mit einer Erhöhung der Lärmemissionen einher und Lärm wird zu einer Belastung die für viele Menschen gesundheitliche Auswirkungen hat. Die Entscheidungen räumlicher Planungen, die über lange Zeiträume auf das Wohn- und Arbeitsumfeld wirken, prägen das Lebensumfeld der Menschen maßgeblich mit. Entsprechend der WHO ist es notwendig, um Gesundheit zu erhalten und zu fördern, die Gesundheitsressourcen zu stärken, die dem Menschen zur Bewältigung von Belastungen zur Verfügung stehen. Diese werden durch die alltägliche Lebensumwelt bedingt. Dem in der Ottawa Charta der WHO eingeführten Setting Ansatz folgend, dient Gesundheitsförderung der Schaffung gesunder Lebenswelten und somit gesunder Städte und ist damit ein wichtiges Aufgabenfeld der Raumplanung [7]. Dabei steht die Planung vor komplexen Problemstellungen, die ein interdisziplinäres Vorgehen und die Einbeziehung verschiedener Perspektiven erfordern. Da der akustische Raum omnipräsent ist und hat Einfluss auf Gesundheit, Wohlbefinden und Handlungsmöglichkeiten des Menschen hat, kann eine interdisziplinäre Betrachtung einen Mehrwert für planerische Fragestellungen und Entscheidungen bilden und dazu führen, ein erhöhtes akustisches Bewusstsein in der Raumplanung zu verankern.

Lärmschutzbestimmungen

Die für die Raumplanung relevanten Lärmschutzbestimmungen sind sowohl im Unionsrecht als auch auf Bundesebene verankert. Die Bestimmungen der EU umfassen in erster Linie Vorschriften über die Emissionsquellen. Die Betrachtung am Immissionsort wird durch die Umgebungslärmrichtlinie sowie die Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung thematisiert. Auf Bundesebene gibt es kein umfassendes Lärmschutzgesetz. Die Regelungen können zwischen quellenbezogenen und gebietsbezogenen Ansätzen unterschieden werden. Für die quellenbezogenen Ansätze ist das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) von zentraler Bedeutung, welches darauf abzielt Menschen vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen. Als schädliche Umwelteinwirkungen werden Immissionen bezeichnet, die geeignet sind Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen und Lärm kann als solche Immission klassifiziert werden. In nachgeordneten Verordnungen und Verwaltungsvorschriften wird das Gesetz konkretisiert durch unterschiedliche Richt- und Grenzwerte für einzelne Lärmquellen wie z.B. Verkehrsanlagen. Den quellenbezogenen Ansätze, stehen die gebietsbezogenen Regelungen gegenüber. Im Kontext der räumlichen Gesamtplanung stellt Lärm einen Abwägungsgegenstand in der Bauleitplanung dar. Dazu zählt der Flächennutzungsplan (FNP), der für das ganze

Gemeindegebiet aufzustellen ist und der daraus zu entwickelnde Bebauungsplan (B-Plan), der die Bebauung von Grundstücken regelt. Für die Abwägung dienen beispielsweise die Bundesimmissionschutzverordnungen sowie die DIN-Norm 18005 als Orientierungshilfen für unterschiedliche Planungssituationen. Die aufgeführten Grenzwerte für Lärm variieren, sodass kein einheitlicher Lärmschutz in der Bauleitplanung gewährleistet ist [8]. Für die räumliche Fachplanung ist die aus der Umgebungslärmrichtlinie der EU resultierende Lärminderungsplanung (LMP) eine Möglichkeit flächenübergreifend und konzeptionell mit Lärm umzugehen während, die Bauleitplanung lediglich baugebietsbezogen auf Lärm reagiert. Unter Umgebungslärm werden alle unerwünschten oder gesundheitsschädlichen Geräusche im Freien, die durch die Aktivität von Menschen verursacht werden, verstanden. Dabei schließt die Definition alle Lärmquellen mit ein. Ergänzend zu den quellenbezogenen und gebietsbezogenen Regelungen ist Lärm Gegenstand der Umweltprüfungen (UP). Diese sollen die Belange der Umwelt verfahrensrechtlich integrieren. Gegenstand der UP sind die Umweltauswirkungen auf die definierten Schutzgüter, wie den Menschen und seine Gesundheit. Zu den relevanten Auswirkungen wird dabei auch Lärm gezählt.

Planungsinstrumente

Auf kommunaler Ebene finden die rechtlichen Grundlagen ihre praktische Anwendung. Die Planungsinstrumente lassen sich zwischen formellen, informellen und verfahrensrechtlichen Instrumenten unterscheiden. Zu den formellen Instrumenten des Lärmschutzes zählt die Bauleitplanung mit dem FNP und dem B-Plan. Bereits auf der Ebene des FNP können, im begrenzten Maße, frühzeitig Lärmkonflikte behandelt werden. Der FNP entfaltet keine unmittelbare rechtliche Wirkung gegenüber Dritten und Privaten, sondern ist Grundlage für den B-Plan. Dieser hat als Satzung direkte rechtliche Auswirkungen und ermöglicht einen effektiven Umgang mit Lärm. Die für die Abwägung relevanten Grenz- und Orientierungswerte variieren in den verschiedenen Richtlinien, sodass es erhebliche Spielräume bei der Festlegung von Maßnahmen und der Gewichtung von Lärm im Abwägungsprozess gibt [8]. Zu den informellen Instrumenten zählen die, im Rahmen der Lärminderungsplanung aufzustellenden Lärmkarten als Informationsgrundlage sowie Lärmaktionskarten. Diese bieten die Möglichkeit eines konzeptionellen und gemeindegebietsweiten Umganges mit Lärm. Neben Maßnahmen für den Lärmschutz sollen dabei ‚ruhige Gebiete‘ ausgewiesen werden. Dafür stehen den Kommunen eine Vielzahl an Maßnahmen zur freien Wahl. Die Umsetzung der Lärmaktionsplanung wird durch die fehlende Verbindlichkeit zur Umsetzung eingeschränkt [9]. Die verfahrensorientierten Instrumente der UP sichern die Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes und beachten in dem Zusammenhang auch die Lärmauswirkungen. Das Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) setzt bei Planung konkreter Vorhaben an und ist bei der Prüfung, über die Zulässigkeit in den Abwägungsprozess, mit einzubeziehen. Die strategische Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) setzt vorher bei der Aufstellung von Plänen und Programmen an. Umweltprüfungen sichern ab, dass Lärmauswirkungen in der

Entscheidungsfindung über die Zulässigkeit berücksichtigt werden. Dabei ist Lärm nur eine unter vielen Umweltauswirkungen die betrachtet werden. Aus den Umweltprüfungen folgt keine direkte Rechtswirkung, sie sind bei der Zulässigkeitsentscheidung zu berücksichtigen [8].

Soundscape Forschung

Die Soundscape Forschung bildet eine Schnittstelle mit verschiedenen Wissenschaften. Der Begriff Soundscape wird in den 1970er Jahren durch R. Murray Schafer, im Zusammenhang mit dem Landschaftsbegriff, geprägt. Nach Schafer verweisen die Laute der Umwelt auf die Wirklichkeit und so wird die Soundscape als Gesamtheit aller wahrgenommenen Schallereignisse zu einem lesbaren Zeichensystem [10]. Das Forschungsfeld eröffnet verschiedene Analyseperspektiven auf die akustische Umwelt. So bietet beispielsweise die Acoustic Ecology eine Reihe an quantitativen Methoden. Die im Rahmen verschiedener Studien entwickelten Soundscape Indizes können im städtischen Kontext genutzt werden. Neben den Soundscape Indizes können auch psychoakustische Parameter zur Beschreibung von akustischen Umgebungen dienen. Auf Grundlage der in der ISO 12913-2 vorgeschlagenen Methoden zur Untersuchung von Soundscapes kann somit eine Vielzahl wichtiger Informationen gewonnen werden [6]. Auch liefert die Schnittstelle zu sozialwissenschaftlichen und psychologischen Forschungsbereichen eine Reihe an qualitativen Methoden. Dabei wird die Prämisse verfolgt, dass die menschliche Wahrnehmung einen geeigneten Bewertungsmaßstab darstellt. Gezielte Fragebögen, Soundwalks oder Sprachanalysen bieten Einblicke in das Verhältnis des Hörenden zur Umwelt [11]. Die Soundscape Forschung bietet folglich eine Reihe an qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden, die zu einer umfassenden Datengrundlage, für die Untersuchung von Stadtquartieren führen können [1]. Neben der analytischen Dimension umfasst die Soundscape Forschung die Frage nach einer langfristigen Gestaltung, Verbesserung und Pflege der akustischen Umgebung. Soundscape Planning, Soundscape Design, Soundscape Management, Soundscape Policy ergeben sich aus der Analogie zum Landscape Begriff und implizieren die Idee eines bewussten und aktiven Umgangs der akustischen Umgebung [4] [6]. Das Forschungsfeld ist in den letzten Jahren durch einen Prozess der Harmonisierung und Standardisierung geprägt. Die DIN ISO 12913-1 und ISO/TS 12913-2 bieten beispielsweise einheitliche Definitionen sowie Methoden für die Datenerhebung und Berichterstattung. Durch die zunehmende Standardisierung des Forschungsfeldes, steigt die Bereitschaft das Konzept Soundscape stärker in Planungsprozessen einzubinden [12][13].

Zwischenfazit

Der gesellschaftliche Umgang mit Lärm wird durch die Gesetzgebung abgebildet. Die Unterfrage A1 lässt sich dahingehend beantworten, dass die planerische Praxis in Deutschland darauf ausgerichtet ist Lärmkonflikte durch Grenz- und Orientierungswerte zu vermeiden. Damit wird

die akustische Umgebung unter dem Gesichtspunkt von Lärm reduziert. Hinsichtlich der Instrumente zeigt sich, dass sowohl in der Bauleitplanung, als in den UP, Lärm zwar berücksichtigt wird, jedoch nur als Abwägungsbelang. Lediglich die LMP zielt konkret auf eine Verbesserung der akustischen Umgebung. Allerdings ergibt sich aus der LMP keine Notwendigkeit, Maßnahmen zum Lärmschutz auch umzusetzen. In der Fachliteratur finden sich verschiedene Kritikpunkte an der bestehenden Planungspraxis. Ein Punkt ist das Fehlen einer einheitlichen Gesetzgebung in Deutschland. Durch die nach Lärmquellen separierte Betrachtungsweise fehlen geeignete Beurteilungskriterien für das Zusammenwirken verschiedener Lärmquellen [14]. Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf die technische Lärmbewertung, denn der Schallpegel als maßgebliche Bewertungsgrundlage besitzt nur eine geringe Aussagekraft. Hier besteht die Forderung nach zusätzlichen Beurteilungskriterien [15]. Zuletzt zeigt sich die Notwendigkeit fachübergreifende Ansätze zu finden. Eine raumplanerische Gesamtkonzeption und multisektorale Vorgehensweisen können dazu führen, Lärmproblemen frühzeitig zu begegnen. Ausgehend von diesen Problemlagen wird der Soundscape Ansatz von verschiedenen Seiten als neues Paradigma für die Lärmschutzpolitik bezeichnet. So schlagen das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und die Europäische Umweltagentur vor, den Soundscape Ansatz als Beurteilungsgrundlage für Lärm, im Rahmen der LMP zu nutzen [16] [17].

Soundscape Planning im Planungsprozess

Die Literaturrecherche und Auswertung der Publikationen zeigt, dass es bereits vielfältige Ansätze und Praxisbeispiele gibt, den Soundscape Ansatz in die Planung zu integrieren. Dabei handelt es sich um einzelne Pilotprojekte. Ein einheitlicher und standardisierter Ansatz existiert bisher nicht. Die Unterfrage A2 lässt sich somit dahingehend beantworten, dass der Soundscape Ansatz sowohl im kleinräumigen als auch großräumigen Maßstab, in die Planung integriert werden kann und sich dabei durch eine Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden auszeichnet. Zudem nehmen die meisten Veröffentlichungen Bezug auf das Planungsinstrument der Lärminderungsplanung. Soundscape Projekte im großräumigen Maßstab dienen in erster Linie der differenzierten Analyse. Im Landschaftsraum oder auf gesamtstädtischer Ebene, wird vorwiegend eine Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden genutzt, um die akustische Situation zu analysieren. Das ermöglicht eine differenzierte Bewertung und lässt Rückschlüsse auf die Qualität, die Belebtheit, die Wahrnehmung und die Umweltqualität zu. Die Daten werden in den meisten Fällen im Zusammenhang mit weiteren georeferenzierten Informationen, wie zum Beispiel der baulichen Struktur oder der Verkehrsdichte betrachtet. Die Darstellung der Analyse erfolgt meistens in Form von Karten wie Soundkarten, Psychoakustische Karten und Soundscape Karten. Im kleinräumigen Maßstab kommt der Soundscape Ansatz neben der Analyse auch für die Planung konkreter Maßnahmen zum Einsatz. Der Fokus liegt dabei

auf öffentlichen Parks, Grünflächen und Plätzen. Auch hier erfolgt die Analyse der akustischen Umgebung sowohl anhand von quantitativen und qualitativen Methoden. Dabei zeigt sich, dass die Einbindung der Raumnutzenden wichtige Informationen liefern kann und gleichzeitig zu einer gestiegenen Akzeptanz der Planung führt. Somit lässt sich zwischen gewünschten und ungewünschten Sounds unterscheiden und ortsspezifische und identitätsstiftende Klänge können erfasst werden. Daraus lassen sich mögliche Flächen für eine Klanggestaltung, wie dem Einbinden von Wassergeräuschen, lokalisieren. Da beide Maßstabebenen abgedeckt werden, lässt sich erkennen, dass der Soundscape Ansatz skalierbar ist und maßstabsunabhängig genutzt werden kann [18]. Die Kombination der Methoden zeigt, dass der Soundscape Ansatz eine sinnvolle Ergänzung zur rein quantitativen Lärmbewertung der gängigen Lärmschutzpolitik sein kann. Dadurch dass die Methoden in erster Linie der Analyse der akustischen Umgebung dienen, kommen sie zu Beginn von Planungsprozessen zum Einsatz. Die daraus abgeleiteten Maßnahmen gehen über eine Lärmreduktion hinaus, indem positiv wahrgenommene Klänge hervorgehoben werden. Es zeigt sich, dass das methodische Repertoire der Soundscape Forschung eine wichtige Grundlage für die Planung darstellen kann.

Chancen und Herausforderungen

Die Auswertung der Experteninterviews gibt Einblicke in die Chancen und Herausforderungen der praktischen Integration des Soundscape Ansatzes. Die Unterfrage A3 lässt sich dahingehend beantworten, dass die Integration des Soundscape Ansatzes, als Chance für eine differenzierte Betrachtung der akustischen Umgebung gesehen werden kann. Ebenfalls kann der Ansatz eine Chance sein, die Lärmsituation besser gegenüber der Bevölkerung zu kommunizieren. Einschränkungen können darin gesehen werden, dass für weitere Maßnahmen den Behörden die finanziellen Mittel fehlen. Auch zeigt sich, dass Lärminderung und -vermeidung des Verkehrslärmes weiterhin im Fokus stehen sollte, da es sich hierbei um die Hauptlärmquelle handelt. Die Interviews bestätigen das die Lärmaktionsplanung oft nur eine geringe Wirkung entfaltet, da für die Umsetzung der Maßnahmen häufig die finanziellen Mittel fehlen. Ergänzend zu der Lärmkartierung erachten die Kommunen auch weitere Datengrundlagen als sinnvoll für die Lärmbewertung. So kommen bereits Online-Befragungen zur Anwendung um „ruhige Gebiete“ zu identifizieren. Die Behörden zeigen eine grundsätzliche Offenheit gegenüber neuen Ansätzen.

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass Soundscape Planning als Ergänzung der Instrumente der Lärminderungsplanung in der planerischen Praxis in Deutschland integriert werden kann. Neben den Lärmkarten könnte hier der Soundscape Ansatz, für eine tiefere Analyse der akustischen Umgebung, genutzt werden. Die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden der Soundscape Forschung, ermöglichen eine weiterführende Charakterisierung der akustischen Umgebung, unter Berücksichtigung aller einwirkenden Lärmquellen. Zum

einen ermöglicht der Einsatz von Soundscape Indizes und psychoakustischer Parametern eine, über den Lärmpegel hinausgehende Untersuchung der physikalischen Textur der Klangumwelt, zum anderen werden die subjektiven Bewertungen einbezogen und leichter handhabbar gemacht für die Planung. So wird der Blick für mögliche Handlungsoptionen geweitet, indem neben den negativen Aspekten des Lärmes, nun auch die positiven Aspekte von Sounds berücksichtigt werden. Lärmkarten können um psychoakustische Karten, Soundkarten und Soundscape Karten ergänzt werden. Bezüglich der Ausweisung ‚ruhiger Gebiete‘ hilft der Blick auf die positiven Aspekte einer Klanglandschaft der Betonung des Informationsgehaltes und der schützenswerten Bedeutung für die Gesundheit. Indem die akustische Umgebung als Ressource begriffen wird, kann ein Beitrag für den Erhalt und den Schutz guter Soundscapes geleistet werden. Die zunehmende Standardisierung der Methoden durch die DIN ISO 12193-2 kann zudem dazu beitragen, die Akzeptanz der Soundscape Methoden für die Planung zu steigern [12]. Für die planerische Praxis in Deutschland kann der Soundscape Ansatz neue Perspektiven aufzeigen und ein stärkeres Bewusstsein, für die Bedeutung der klanglichen Umwelt schaffen. Die Interdisziplinarität der Soundscape Forschung ist zudem geeigneter Rahmen für Diskussionen über die Frage ‚Wie klingt eine gesunde Stadt‘.

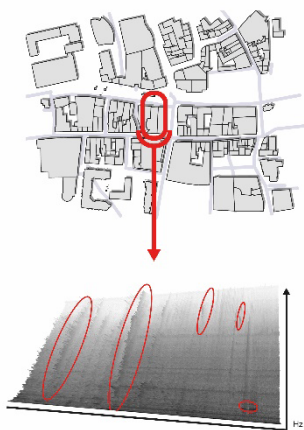


Abbildung 1: Exemplarisches Spektrogramm einer urbanen Soundscape (Eigene Darstellung)

Literatur

- [1] Schulte-Fortkamp, B.: Lärminderung in der Stadtplanung. In: Böhme, C, Handbuch Stadtplanung und Gesundheit. 1. Aufl. Bern: Huber; 2012., 151–65
- [2] Androsch, P. Sedmak, F. Wiesner, J.: Das menschengerechte Schallwellenmeer: Von der Lärmvermeidung zur Akustischen Raumplanung
- [3] Sturm, U. Bürgin, M.: Stadtklang: Wege zu einer Hörenswerten Stadt, Zürich, 2016
- [4] Brown, AL.: Advancing the concepts of soundscapes and soundscape planning. Proceedings of Acoustics (2011), 115
- [5] Adams, M. Davies, W. Bruce, N.: Soundscapes: an urban planning process map. In: 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2009, Ottawa, Canada
- [6] Kang, J. Schulte-Fortkamp, B.: Soundscape and the built environment, CRC Press, Boca Raton, 2016
- [7] Baumgart, S.: Räumliche Planung und Öffentliche Gesundheit: Eine historische Verknüpfung. In: Baumgart, S. Köckler, H. Ritzinger, A. Rüdiger A. Planung für gesundheitsfördernde Städte, ARL Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, 2018, 20–36
- [8] Kupfer, D.: Rechtliche Grundlagen. In: Popp C, Lärmschutz in der Verkehrs- und Stadtplanung: Handbuch Vorsorge, Sanierung, Ausführung, Kirschbaum Verlag, Bonn, 2016, 105–54
- [9] Heinrichs, E. Leben, J. Cancik, P.: Ruhige Gebiete: Eine Fachbroschüre für die Lärmaktionsplanung. Dessau-Roßlau, November, 2018
- [10] Schafer, RM. Breitsameter, S.: Die Ordnung der Klänge: Eine Kulturgeschichte des Hörens, Schott, Mainz, 2010
- [11] Farina, A.: Soundscape ecology: Principles, patterns, methods and applications, Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 2014
- [12] Fiebig, A. Schulte-Fortkamp, B.: Soundscape - Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene. Akustik Journal, 2019, 36–43
- [13] Aletta, F. Xiao, J. What are the Current Priorities and Challenges for (Urban) Soundscape Research? Challenges, 2018
- [14] Halma, G. Bernhard, S: Lärmschutz in der Planung, NVwZ 2003, 137
- [15] Issing, H. Kruppa, B.: Zum gegenwärtigen Erkenntnisstand der Lärmforschung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels, Umweltmedizin in Forschung und Praxis, 2001
- [16] Mazur, H. Theine, W. Lauenstein, D. Schuster, S. Weisner, C. Nöllgen, R. et al.: Lärmrelevanz und EU-Anforderungen: Erfordernisse, Abgrenzungen- und Anpassungsprozesse zum Lärmschutz; im Experimentellen Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Hannover, 2007
- [17] Nugent, C. Paviotti, M. Bloomfield, A. Kephelopoulos, S. Rasmussen, S. Blanes, N. et al.: Good practice guide on quiet areas, Publications Office. Luxembourg, 2014
- [18] Kropp, W. Forssén, J. Estévez-Mauriz, L.: Urban sound planning: The SONORUS project, Chalmers University of Technology, Division of Applied Acoustics, Gothenburg, Sweden, 2016