

Akustik im Städtebau – vom Potenzial für eine gesundheitsorientierte, nachhaltige Stadtentwicklung

Hanna Potulski, Vanessa Overhage, Marina Kremer, Lukas Aspöck

(M. Sc., M. Sc. Hanna Potulski, RWTH Aachen University – Institut für Städtebau und Europäische Urbanistik, potulski@staedtebau.rwth-aachen.de)

(M. Sc. Vanessa Overhage, RWTH Aachen University – Institut für Textiltechnik, vanessa.overhage@ita.rwth-aachen.de)

(M. Sc. Marina Kremer, RWTH Aachen University – Institut für Textiltechnik, marina.kremer@ita.rwth-aachen.de)

(Dr.-Ing. Lukas Aspöck, RWTH Aachen University – Institut für Hörtechnik und Akustik, las@akustik.rwth-aachen.de)

1 ABSTRACT

Ein Großteil der stetig wachsenden Weltbevölkerung lebt aktuell in Städten, die vor multiplen Herausforderungen stehen. Neben den unumgänglichen Anpassungen, die der menschengemachte Klimawandel erfordert, wird der urbane Raum maßgeblich von vielfältigen und divergierenden Stressfaktoren geprägt. Diese multiplen Stressfaktoren wirken sich auf die physische und psychologische Gesundheit der Menschen aus. Dazu zählt im urbanen Raum besonders Umgebungslärm, welcher beispielsweise auf Verkehrsemissionen basiert und laut WHO (2018) zu erheblichen gesundheitlichen Risiken bei betroffenen Personen führt. „Herz-Kreislauf-Erkrankungen, chronische Lärmbelästigung, Schlafstörungen, kognitive Beeinträchtigung sowie Tinnitus und Gehörschäden“ (UBA 19: 5) sind beispielsweise für die gesundheitlichen Auswirkungen von Umgebungslärm anzuführen. Eine nachhaltige urbane Entwicklung welche das Sustainable Development Goal (SDG) 11 adressiert, beinhaltet den zentralen Baustein für eine resiliente Quartiersentwicklung bis hin zur Gebäudeebene (Reicher et al. 2022: 71-76). Dabei spielt besonders auch eine gesundheitsorientierte Entwicklung eine zentrale Rolle.

Bisherige Forschung thematisiert vor allem den bauteilbezogenen „Lärmschutz“ beispielsweise bei Autobahnen, Gebäuden oder auch Innenräumen. Lärm tritt im urbanen Raum in Form von zahlreichen, unterschiedlichen Schallquellen auf. Herkömmliche und typische Bauweisen in Städten bedingen diese Lärmentwicklung mehr als diese zu reduzieren. Eine Adressierung gesamtheitlicher Schallreduzierung auf Stadtraum – beziehungsweise Quartiersebene ist dabei bisher wenig erforscht.

Innovative Maßnahmen, wie beispielsweise der Einsatz von schallabsorbierenden Textilfassaden, könnten allerdings einen Beitrag zur Lärmreduzierung im urbanen Raum liefern. In diesem Beitrag werden Erkenntnisse aus einem Projekt zur Untersuchung von schallabsorbierenden Textilfassaden im urbanen Raum vorgestellt. Das Projekt wird in Kooperation dreier Institute der RWTH Aachen durchgeführt, die sich mit Textiltechnik, Akustik und Städtebau beschäftigen.

Am Beispiel von Aachen wird die städtebauliche Integration der Textilfassaden im urbanen Raum untersucht. Zur Untersuchung werden verschiedene Methoden angewendet, die sich aus Material- und Eigenschaftsuntersuchungen, akustischen Simulationen und Auralisierungen sowie baulich-räumlicher Szenarienbildung der Textilfassaden zusammensetzen. In diesem Beitrag wird besonders die Perspektive des Städtebaus zur Lärmreduzierung in Stadträumen betrachtet, mit Textilfassaden als innovativen Beitrag für eine gesundheitsorientierte, nachhaltige Stadtentwicklung. Hierbei werden Erkenntnisse zur Verbesserung des „akustischen Wohlbefindens“ in Städten gewonnen.

Keywords: Innovation durch Textilfassaden, Akustisches Wohlbefinden, Gesunde Quartiersentwicklung, Akustik im Städtebau, Nachhaltige Stadtentwicklung

2 EINFÜHRUNG

Die aktuelle Debatte zur nachhaltigen Stadtentwicklung wird besonders durch die Einsparung von anthropogenen Emissionen geprägt. Dabei stehen insbesondere Luftemissionen im Betrachtungsfokus, wie beispielsweise CO₂-Emissionen und eine damit verbundene, angestrebte CO₂-Neutralität, welche beim Ziel des Sustainable Development Goals (SDG) 11: „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ (Vereinte Nationen 2022: 18) berücksichtigt wird. Parallel dazu soll auch das Sustainable Development Goal (SDG) 3: „Gesundheit und Wohlergehen“ (Vereinte Nationen 2022: 10) erreicht werden. Gerade für den urbanen Raum spielt eine nachhaltige aber auch eine gesundheitsorientierte Entwicklung eine entscheidende Rolle, da ausgestoßene Emissionen als Immissionen auf die Umwelt und die physische sowie psychologische Gesundheit der Menschen einwirken. Als Lebensraum einer immer weiter anwachsenden Weltbevölkerung, ist besonders der urbane Raum von einer Vielzahl an Emissionen, die über die Luftemissionen hinaus gehen, betroffen und welche weitere Einsparungen für eine nachhaltige Entwicklung notwendig machen.

Lärmemissionen im Stadtraum gelten als gesundheitsgefährdende Stressfaktoren, die zum Beispiel durch Verkehr emittiert werden. Zu den gesundheitlichen Gefahren gehören laut der WHO (2018) beispielsweise „Herz-Kreislauf-Erkrankungen, chronische Lärmbelästigung, Schlafstörungen, kognitive Beeinträchtigung sowie Tinnitus und Gehörschäden“ (UBA 19: 5).

Bereits 1957 hat Professor Erich Kühn mit seiner Publikation zu „medizin und städtebau“ (Vogler & Kühn: 1957) am Lehrstuhl für Städtebau an der RWTH Aachen zum Themenfeld der gesunden Stadtentwicklung in der gebauten Umwelt geforscht, zu der neben der Emissionssenkung, auch „Sicherheit“ oder „Walkability“ gehören. Es zeigt sich, dass die Aktualität dieser Forschungsbedarfe bis heute besteht und innovative Lösungen für den urbanen Raum notwendig sind.

3 VOM BAUTEILSBEZOGENEN LÄRMSCHUTZ ZUM GESAMTHEITLICHEN SCHALLSCHUTZ

Besonders der urbane Raum ist von einer Vielzahl sich immer wieder verändernder Schallemission betroffen. Diese stellen neue Bedarfe, Herausforderungen und Anforderungen an gesunde Lebensbedingungen in Städten. Neue Entwicklungen, wie beispielsweise die Einführung der neuen Gebietskategorie „Urbanes Quartier“ (BauGB: 2021), das einen höheren Grad der Nutzungsmischung sowie Dichte zwischen Arbeiten, Wohnen aber auch produzierenden Gewerbe beinhaltet, machen eine intensivere Beschäftigung mit der akustischen Qualität als gesunde Lebensräume, notwendig.

3.1 Herkömmliche Lärmschutzmaßnahmen im Städtebau

In der aktuellen Praxis finden Lärmschutzmaßnahmen im Städtebau, vor allem auf der Bauwerks- oder einer untergeordneteren Bauteilebene statt – und beziehen sich insbesondere auf den Innenraum von Gebäuden. Gängige städtebauliche Bauweisen fördern eher die Entwicklung von Lärm als diese zu reduzieren. Besonders in Gebäuden oder auch in Innenräumen eingesetzte spezielle Bauteile oder Materialien sollen Umgebungslärm reduzieren. Lärmschutzmaßnahmen, wie zum Beispiel Lärmschutzwände an Autobahnen, Flüsterasphalt auf Schnellstraßen oder auch Schallschutzfenster an Umgehungsstraßen sind diesbezüglich, als einige Beispiele zu benennen. Ziel ist es, die Einhaltung der Grenzwerte nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) oder auch der DIN 18005 zum Schallschutz im Städtebau zu gewährleisten. Diese Vorgaben orientieren sich vor allem an einzuhaltenden Grenzwerten und weniger an anzustrebenden gesamtheitlich betrachteten akustischen Umgebungen oder Qualitäten, die bei der Planung und Gestaltung unserer gebauten Umwelt zu Verbesserung der Aufenthaltsqualität führen könnten.

3.2 Gesamtheitlicher städtebaulicher Schallschutz

Die Reduzierung von Lärm in städtischen Räumen ist eine zentrale Herausforderung moderner Stadtplanung. Ein ganzheitlicher Ansatz zur Schallminderung berücksichtigt nicht nur die Reduktion von Lärmquellen, sondern auch die Gestaltung angenehmer akustischer Umgebungen, die das Wohlbefinden der Bewohnerinnen und Bewohner fördern können (Alves, 2015). Im Falle des Straßenverkehrs lässt sich neben einer Reduktion der direkten Schallpegel der Quellen, z. B. durch modernere Fahrzeugtypen, geringere Geschwindigkeiten oder der Verwendung spezieller Fahrbahnbeläge, ebenfalls eine Reduktion durch eine Veränderung des Reflexionsverhaltens der Umgebung erzielen.

Zu den allgemeinen Maßnahmen zur Verbesserung des akustischen Wohlbefindens in innerstädtischen Umgebungen gehören auch die Integration von Grünflächen, die als natürliche Schallabsorber und -Diffusoren wirken, sowie die Förderung von angenehmeren akustischen Klanglandschaft, sogenannten „Soundscapes“ (ISO 12913-1 2014), bei denen beispielsweise natürliche Klänge wie Vogelgesang oder Wasserplätschern die Schalldruckpegel nicht reduzieren, aber zu einer durch Menschen positiver bewerteten Klanglandschaft führen (Bilen & Can, 2021).

Die Betrachtung von Soundscapes ermöglicht es, akustische Umgebungen gezielt zu gestalten. Dabei wird nicht nur der Lärmpegel gemessen, sondern auch die Qualität der Klänge bewertet, um harmonische und angenehme akustische Umgebungen zu schaffen (Brown 2004). Eine ganzheitliche Lärmkontrolle in der Stadtplanung erfordert innovative Ansätze, die über die reine Lärminderung hinausgehen. Die Kombination von Soundscape-Design, grüner Infrastruktur und gezielten Maßnahmen zur Schaffung ruhiger Zonen kann die Lebensqualität in Städten erheblich verbessern.

Ein Teil davon sind auch alternative Fassadengestaltungen, die durch akustische Absorption und Streuung zur Lärminderung in städtischen Umgebungen beitragen können – solche Maßnahmen sind Gegenstand der hier präsentierten Untersuchungen. Die Kombination von Absorption und Diffusion an Fassaden, insbesondere im unteren Bereich der Gebäude, kann zu einer relevanten Reduktion der Schalldruckpegel führen (Picaud 2009). Derartige Maßnahmen führen nicht nur zu einer ruhigeren Außenumgebung, sondern auch zu einer Reduktion des Innenlärms, ohne dass direkte Eingriffe in die Gebäudewände erforderlich sind (Magrini 2016).

3.3 Neue Forschungsbedarfe im städtebaulichen Kontext

Dabei bietet eine intensivere Beschäftigung mit einem umfassenden Schallschutz im Städtebau ein großes Potential Stadträume dauerhaft zu beruhigen. Der Ansatz basiert dabei nicht auf der Vermeidung von Schallemissionen, sondern auf der nachträglichen Reduzierung im gebauten Raum. Das akustische Wohlbefinden rückt dabei in den Betrachtungsfokus. Die Gestaltung und Untersuchung von Soundscapes, welche übergeordnete Verbindungen zwischen Umgebungslärm, Akustikqualität und gesundheitlicher Auswirkung im Stadtraum betrachten, stellen neue Forschungsbedarfe (Moebus et al. 2020). Erste Forschungsansätze untersuchen dazu „Klangraumgestaltung von Außenräumen“ (Sturm et al. 2019). Eine ganzheitliche Adressierung der Schallreduzierung von der Quartiers- bis zur Gebäudeebene ist wenig erforscht. Es gilt resiliente urbane Räume zu entwickeln (Reicher et al. 2022) und Emissionen durch beispielsweise innovative Maßnahmen zu senken.

4 TEXTILFASSADEN ALS INNOVATIVE MASSNAHMEN ZUR SCHALLREDUZIERUNG IM URBANEN RAUM

Als ein potentieller Ansatz zu Schallreduzierung im Städtebau wird im Folgenden das Potential für Textilfassaden interdisziplinär untersucht und vorgestellt. Textilfassaden stellen einen neuartigen Ansatz dar, die durch ihre Eigenschaften dazu beitragen können Stadträume akustisch zu beruhigen.

4.1 Textilfassaden

Die Verkleidungselemente einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade können aus technischen Textilien bestehen und werden in diesem Fall als Textilfassaden bezeichnet. In der Praxis bezieht sich der Begriff „Textilfassade“ jedoch überwiegend auf ein zusätzlich vorgelagertes Fassadensystem, das als Sekundärfassade fungiert. Sekundärfassaden werden als ergänzende Schicht vor die thermisch abgeschlossene Primärfassade montiert, da die durchlässige Struktur textiler Materialien die Schutzfunktionen der Verkleidungselemente nicht in vollem Umfang gewährleisten kann (FVHF 2017).

4.1.1 Materialität und Struktur

Die Konstruktion von auf dem Markt verfügbaren Textilfassaden basiert auf einer Unterkonstruktion, die in der Regel aus Aluminium oder Stahl besteht. Auf dieser Unterkonstruktion wird ein spezielles Gewebe gespannt, das aus synthetischen Fasern wie Polyester oder Glasfaser besteht und mit PVC oder PTFE beschichtet ist. Diese Beschichtungen verleihen dem Gewebe Eigenschaften wie Witterungsbeständigkeit, UV-Stabilität und eine hohe Reißfestigkeit. Die Wahl des Gewebes beeinflusst dabei maßgeblich die optische Wirkung der Fassade, von transluzenten bis hin zu opaken Erscheinungsbildern. Zudem ermöglicht die Flexibilität des Materials die Realisierung komplexer, dreidimensionaler Formen, die mit traditionellen Baustoffen schwer umzusetzen wären (König 2025.)

Aufgrund ihrer transluzenten Eigenschaften lassen sich textile Fassadenelemente auch vor Fensterflächen installieren, ohne die natürliche Belichtung vollständig zu blockieren. Dadurch wird ein effektiver Sonnen- und Blendschutz erzielt, während gleichzeitig der Sichtkontakt nach außen erhalten bleibt. Ein ausreichender Hinterlüftungsraum ermöglicht zudem die Öffnung von Fenstern und unterstützt so die natürliche Belüftung. Darüber hinaus schränken Textilfassaden den Einblick von außen in das Gebäude ein und tragen damit zur Wahrung der Privatsphäre bei. Durch die Absorption eines Großteils der solaren Einstrahlung reduziert die textile Sekundärfassade den Wärmeeintrag in das Gebäudeinnere, wodurch die thermische Gebäudehülle weniger stark aufgeheizt wird. Dies kann die Überhitzung im Sommer signifikant verringern und die Kühllasten eines Gebäudes um bis zu 78 % senken. Angesichts der angestrebten Klimaneutralität im Gebäudesektor ist diese Einsparung von hoher Relevanz, um den Energiebedarf aktiver Kühlsysteme zu minimieren (Serode 2022).

Ein vielversprechender Ansatz zur Weiterentwicklung von Textilfassaden ist der Einsatz von 3D-Textilien. Diese mehrlagigen 3D-Gewebe bieten erweiterte funktionale und ästhetische Möglichkeiten im Fassadenbau. Durch die gezielte Variation von Materialdichte, Webtechniken und Strukturbildung lassen sich spezifische Eigenschaften wie verbesserte Schallabsorption, gesteuerte Lichtstreuung oder eine optimierte Luftzirkulation realisieren. Darüber hinaus können 3D-Textilien durch ihre dreidimensionale Formgebung die thermische Regulierung des Gebäudes unterstützen, indem sie beispielsweise als zusätzliche Verschattungselemente fungieren oder durch gezielte Luftführung den Wärmeaustausch zwischen Fassade und Umgebung steuern. Aufgrund ihrer strukturellen Vielfalt eröffnen sie zudem neue gestalterische Freiheiten, indem sie komplexe Oberflächenstrukturen ermöglichen, die mit konventionellen textilen Flächenmaterialien nicht realisierbar wären.

4.1.2 Einsatz und Verwendung

Neben funktionalen Vorteilen eröffnen Textilfassaden auch neue gestalterische Möglichkeiten. Durch eine gezielte Modulation der Unterkonstruktion können dreidimensionale Fassadenstrukturen realisiert werden. Zudem ermöglichen die transluzenten Eigenschaften des Materials in Kombination mit Lichtinszenierungen die Erzeugung ästhetischer Akzente, die das architektonische Erscheinungsbild eines Gebäudes maßgeblich prägen können.

4.2 Projekteinführung STumM

Das Projekt „STumM – Schallabsorbierende Textilfassaden im urbanen Raum – Machbarkeitsstudie“ beschäftigt sich mit der Fragestellung, welchen Beitrag Textilfassaden zu einer akustischen Schallreduzierung im Stadtraum leisten können. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine Verbesserung der akustischen Fassadenoberflächenwirksamkeit von Gebäuden zu erzielen, um urbane Lärmpegel, beispielsweise im öffentlichen Raum, der Stadt zu minimieren. Dazu gilt es, im urbanen Gefüge Szenarien zur Evaluierung ihrer städtebaulichen Integration von textilen Fassaden und ihrer Anwendbarkeit zu überprüfen. Aufgrund der Komplexität urbaner Räume gilt es, akustische Berechnungen und Messungen zu validieren und einen Vergleich mit simulierten Daten durchzuführen. Abschließend soll die technologische und differenzierte, funktionale Weiterentwicklung der textilen Fassaden, was beispielsweise Öffnungs- sowie Wandelemente betrifft, überprüft werden.

Innerhalb des Projekts wird eine perspektivische Betrachtung der Forschung auf drei Betrachtungsebenen vorgenommen. Auf einer übergeordneten, städtebaulichen Macro-Ebene wird eine städtebauliche Analyse der Integration von textilen Lärmschutzfassaden betrachtet. Auf der Mesoebene wird die akustische Simulation verschiedener Szenarienräume vorgesehen. Als abschließende Perspektive auf Microebene erfolgt eine Untersuchung der Ebene der Materialität. Diese zeigt, den interdisziplinären Ansatz des Projektes, vom Stadtraum bis zur bauteilsbezogenen Ebene, was die Notwendigkeit einer interdisziplinären Querschnittsbetrachtung verdeutlicht.

4.3 Urbane Szenarien

Um den methodischen Ansatz umzusetzen werden Szenarienräume aufgestellt. Diese Szenarienräume stellen drei divergierende baulich-räumliche Situationen auf dem „Campus Mitte“ der RWTH Aachen dar, welche unterschiedliche Lärmquellen aufweisen.

Gerade Universitätscampusareale werden in der aktuellen Forschung nicht mehr nur als reine „Lern – und Arbeitsorte“ angesehen sondern als „Living Lab“ (Verhoef, Bossert 2019), die sich durch eine 24h-Nutzung zu abwechslungsreichen Lebensorten (Potulski 2020; Fusi 2019) wandeln, für die eine nachhaltige aber auch gesundheitsorientierte Entwicklung von großer Bedeutung ist (Okanagan Charta 2015).

Der sogenannte „Campus Mitte“ rund um das historische Hauptgebäude der RWTH Aachen, bietet sich dabei besonders gut als Betrachtungsraum an, aufgrund der räumlichen Nähe und vorliegenden Expertise der beteiligten Institute. Gleichzeitig weist dieser eine Vielzahl an divergierenden Geräuschemissionen und Nutzungen auf, die in zentraler urbaner Innenstadtlage angrenzend an Wohnnutzungen liegen, die besonders geräuschempfindliche Nutzungen darstellen. Die drei ausgewählten Szenarienräume setzen sich wie folgt zusammen:

Szenarienraum Mensa, dieser stellt einen zentralen Anlaufpunkt und Aufenthaltsbereich auf dem Campus Mitte dar. Besonders der Vorplatz und Außensitzbereich der Mensa ist von den hohen Geräuschemissionen der angrenzenden stark befahrenen Turmstraße betroffen.

SzenarienraumSemitemp, dieser Raum stellt eine Art Nachverdichtung im rückwertigen Campusbereich dar. Das „Semitemp“, als temporäres Seminargebäude wurde auf einen Teil der Parkplatzfläche aufgestellt, mit den angrenzenden Lärmemissionen der verlaufenden Bahnstrecke.



Abb. 1: Foto des Szenarienraums „Wüllnerstraße“ (Mathilda Murray, 2025)

SzenarienraumWüllnerstraße, dieser wird als Verbindungsstraße sowie als Zufahrt zu einem angrenzenden Parkplatz (Talbotparkplatz) ebenfalls maßgeblich durch verkehrliche Geräuschemissionen geprägt, ergänzt durch einzelne Schallemissionen dort ansässigen RWTH Institute.

Alle drei Szenarienräume eignen sich besonders gut, da die ausgewählten Bestandsgebäude unterschiedliche konstruktive Fassadentypen aufweisen und damit auch divergierende Umsetzbarkeiten der Fassadentypologien ermöglichen.

4.3.1 Baulich-räumliche Integration

Anhand der drei definierten und vorgestellten Szenarienräume, wird in einem Forschungsfeld mit Masterstudierenden der Architektur und Stadtplanung der RWTH Aachen untersucht, wie an den definierten Gebäuden der Szenarienräume, schallabsorbierende Textilfassaden nachträglich ergänzt werden können. In einem zweiten Schritt wird die baulich-räumliche Integration dieser neuen Fassaden in ihr Umfeld erforscht. Dazu werden nach einer ersten inhaltlichen Auseinandersetzung mit Textilfassaden, Testentwürfe durch die Studierenden erstellt. Pro Szenarienraum sollten dafür drei divergierende Varianten ausgearbeitet werden, die auf unterschiedlichen Konstruktionsweisen basieren und multiple Erscheinungen der Fassade hervorrufen. Dafür werden je nach Fassadentypus der Bestandsgebäude die bestehenden Fassaden durch Textilfassaden ersetzt oder eine neue textile Fassadenhülle additiv ergänzt. Trotz der unterschiedlichen Szenarienräume mit divergierenden Ausgangsgebäuden zeigen die Ergebnisse, dass drei Grundtypen bei der Erstellung der Fassaden immer wieder Anwendung finden. Dazu zählt die flächig, vorgespannte Fassade, eine Aufteilung in verschieb- oder verstellbare Teilelemente sowie eine panelartige Ausführung (siehe Abb. 2).

Gerade der flächig festvorgespannte Fassadentypus, lässt sich gut additiv ergänzen. Bestehende Fensterflächen werden allerdings ebenfalls mit dem Textil überspannt, was zu Einbußen oder zu Beeinträchtigung der visuellen Sichtbezüge zwischen Innen- und Außenraum führen kann. Die verschiebbaren elementartigen Textilfassaden, weisen diesbezüglich Einschränkungen ebenfalls auf, lassen

sich aber für freie Sichtbezug zur Seite verschieben, was gerade bei beispielsweise dauerhafter Büronutzung, eine große Bedeutung für die Innenraumqualität spielen könnte. Die dritte Variante der unbeweglichen elementierten Panelfassade, welche gerade Textilflächen im rechten Winkel zur Fassaden stellt, kombiniert die Gewährleistung der Freihaltung der Sichtbezüge und bietet eine größtmögliche aktivierbare textile Fläche an, die akustischen Auswirkungen dieser Fassaden gilt es im Weiteren zu erforschen.



Abb. 2: Baulich-räumliche Ausführungsvarianten von Textilfassaden im Städtebau am Beispiel des Szenarienraums „Wüllnerstraße“ – (v. l.) „fest gespannt, beweglich, panelartig“ (Judith Möhringer & Selina Pick 2024)

Im zweiten Schritt, sollten die Studierenden in selbst durchgeführten Umfragen die Akzeptanz für den Einsatz textiler Fassaden im urbanen Raum untersuchen. Als Grundlage der Integration werden dafür, die aus der Literatur abgeleiteten Integrationsparameter nach Reicher (2017: 218), die von „Einordnung“, „Unterordnung“ und „Überordnung“ sprechen, verwendet. Die Ergebnisse dieser Umfragen zu den verschiedenen Szenarienräumen zeigen querschnittsartig, dass Textilfassaden an sich als wichtige Innovation angesehen werden, allerdings visuell besonders einheitliche Fassadenerscheinungen, die weniger auffällig sind, im Stadtraum bevorzugt werden.

4.3.2 Akustische Auswirkung

Da eine Veränderung einer urbanen Umgebung, mit dem Ziel die Lärmpegel in dieser zu reduzieren, im Regelfall mit erheblichem Aufwand verbunden ist, werden bei der Planung der Veränderung üblicherweise akustische Berechnungs- und Simulationsmodelle verwendet. Durch eine Beschreibung der akustischen Charakteristik von Oberflächen (Fassaden), ist es mit verhältnismäßig einfachen Rechnungen möglich, die akustische Wirkung einer veränderten Fassade zu beschreiben, indem der Schalldruck der an der Fassade zurückgeworfenen Reflexion bestimmt wird. In der nicht-isolierten realen Situation einer urbanen Szene befinden sich jedoch eine Vielzahl von Schallquellen und Reflexionsflächen, was zu einer wesentlich komplexeren Berechnung der akustischen Auswirkung führt.

Für die Vorhersage von urbaner Schallausbreitung existieren eine Vielzahl verschiedener Normen und Richtlinien (ISO 9613-2 1996; CNOSSOS-EU 2012) sowie Berechnungsmodelle (Attenborough 1995; Pasareanu 2018). Soll jedoch nicht nur Parameter bzw. Schalldruckpegel bestimmt werden, ist die Anwendung der geometrischen Akustik ein übliches Verfahren, mit dem es möglich ist, eine definierte Situation an verschiedenen Hörpositionen auch zu auralisieren (hörbar zu machen). Die Betrachtung der geometrischen Schallausbreitung erlaubt eine effiziente Durchführung der Ausbreitungssimulation und in Kombination mit akustischer Signalverarbeitung ist so eine Auralisierung auch für interaktive Szenarien möglich (Stienen 2023).

Mit Hilfe der Simulationssoftware RAVEN (Schröder 2011) wird in diesem Projekt in einem ersten Schritt untersucht, welche Auswirkungen die Veränderung der akustischen Fassadeneigenschaften hat. Dazu wurden die Szenarien in 3D-Modelle (beispielsweise für Szenarienraum Wüllnerstraße dargestellt in Abb. 3) konvertiert, die den Anforderungen des verwendeten akustischen Simulationsmodells genügen. Durch eine Definition der akustischen Parameter der Oberflächen (Absorption und Streugrad) ist so eine kontrollierte Untersuchung des Einflusses der Fassaden möglich. Die resultierenden Impulsantworten für die in der Szene definierten Schallquellen hin zu festgelegten Hörpositionen können mit entsprechenden Signalen kombiniert werden, was zur einem plausiblen Höreindruck des definierten Szenarios führt.

Um erwartbare Effekte für verschiedene Szenarien zu bestimmen, wird für eine kontrollierten Modellsituation (Szenarienraum Wüllnerstraße) eine akustische Simulation von verschiedenen Quellpositionen (Q1, Q2 und Q3) betrachtet. Die in Abb. 3 dargestellten Fassaden in den Farben grün und rot werden in drei Varianten in ihre akustischen Absorptionseigenschaft variiert (alle frequenzunabhängig) :

- Variante A: Absorptionsgrad von 10 % (Referenz)
- Variante B: Absorptionsgrad von 40 %
- Variante C: Absorptionsgrad von 80 %

Diese angenommenen akustischen Eigenschaften stellen stark vereinfachte eher extreme Werte dar und sind in der Realität, in Kombination mit der gewählten Großflächigkeit der angepassten Fassaden, nicht zu erwarten, sollten aber einen Eindruck von erwartbaren Auswirkungen vermitteln.

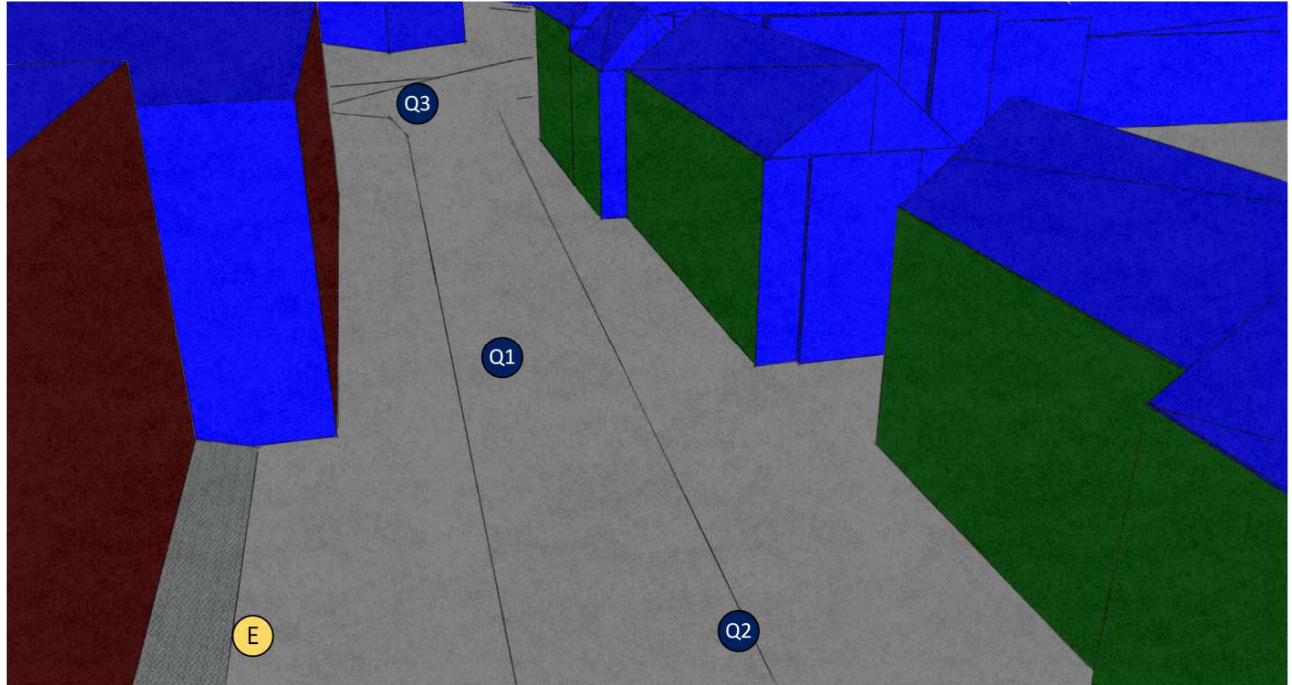


Abb. 3: Beispielhafte Untersuchung von Fassaden mit akustischen Simulationsmodell für den Szenarienraum Wüllnerstraße. (IHTA)

Variante A wird für die Ergebnisse als Referenz betrachtet. Für Quellpositionen Q1 und Q2 (ca. 26m und 18m Distanz zum Empfänger E) sind aufgrund der relativen Nähe zum Empfänger durch eine Veränderung der Fassaden in den Ergebnissen kaum Pegelreduktionen zu beobachten, sowohl für Q1 als wurden für Q2 sind -0.2 dB und für Variante B -0.4 dB bestimmt. Im Falle von Quellposition Q3 (Distanz ca. 95m), die keine direkte Sichtverbindung zum Empfänger besitzt und somit der Direktschall (zum Teil) durch die versetzte Fassade blockiert wird, liegen die Pegelveränderungen entsprechend höher: -1.9 dB für Variante B und -6.6 dB für Variante C, im Vergleich zur Referenzbedingung (Variante A).

Diese Ergebnisse zeigen, dass durch eine Veränderung der Fassaden in der betrachteten städtischen Umgebung keine extremen Änderungen des Schalldruckpegels zu erwarten sind – wenn sich die Lärmquellen in der Nähe der Hörposition befinden. Bei größeren Distanzen zu Lärmquellen und insbesondere wenn der Schall nicht direkt zum Empfänger gelangt, sind größere Pegelunterschiede möglich. Diese zeigen, dass akustische Maßnahmen bei den Fassaden eine mögliche Maßnahme zur Verbesserung der Lebensqualität im urbanen Raum darstellen kann – denn selbst geringfügige Pegelreduktionen im Bereich von 1-3 dB machen insbesondere bei ständiger bzw. dauerhafter Aussetzung einen Unterschied für Menschen und Tiere in der Umgebung aus.

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen die angesprochenen Szenarien und die entsprechende akustische Simulation schrittweise in Richtung realitätsnahe Konzepte angepasst werden. Dazu werden sowohl die Eingabedaten (realistische Absorptions- und Streudaten für die Fassaden, detaillierte Modellierung der Lärmquellen, genaue Modellierung der möglichen Fassadenflächen) als auch das verwendete Simulationsmodell angepasst. Dabei wird auch untersucht, ob die verwendeten Simulationsmodelle auch die akustischen Eigenschaften von komplexen, dreidimensionalen Fassadenstrukturen (vgl. Abb. 2 rechts) berücksichtigen können.

Neben der Bestimmung der Reduktion von Schalldruckpegeln bei verschiedenen betrachteten Fassadenvarianten, werden für die Szenarienräume typische Lärmsituationen auralisiert (hörbar gemacht).

Diese Auralisierungen können zukünftig auch in Wahrnehmungs- und Soundscape-Studien eingesetzt werden.

4.3.3 Materialbezogene Bedingungen

Da Textilfassaden sich zum Teil auch vor Fenstern befinden, ist die Untersuchung der Lichtdurchlässigkeit relevant. Eine Lichtdurchlässigkeitsprüfung kann mithilfe eines Lichttisches durchgeführt werden, welcher aus einer lichtdurchlässigen Grundplatte besteht, unter der eine gleichmäßige Lichtquelle installiert ist. Diese Anordnung sorgt dafür, dass das Licht von unten auf das zu prüfende Textil strahlt. Bei jeder Messung wird ein Foto des Textils aufgenommen, bei gleichbleibender technischer Konfiguration in einem definierten und gleichbleibenden Abstand um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Nach erfolgter Aufnahme wird das Bild mit Hilfe von Software in ein reines Schwarz-Weiß-Bild konvertiert. Diese Umwandlung ermöglicht eine differenzierte Analyse der Helligkeitswerte, die durch die unterschiedlichen Textilien und deren Dichte beeinflusst werden. Anhand dessen kann die Geschlossenheit des Textils quantifiziert werden. Die Geschlossenheit ist ein entscheidender Faktor für die Bestimmung der Lichtdurchlässigkeit. Ein höherer Grad an Geschlossenheit führt typischerweise zu einer geringeren Lichtdurchlässigkeit und vice versa. Mit diesem Verfahren können sowohl 2D als auch 3D-Textilien untersucht werden. Die in Abb. 4 so erhaltenen Ergebnisse, beispielhaft für zwei Textilvarianten, zeigen eindeutige Unterschiede in der Lichtdurchlässigkeit (30 % vs. 51 %).

Weitere materialbezogenen relevante Faktoren sind unter anderem die Elastizität und Dauerhaftigkeit. Diese Parameter sind unter anderem von den verwendeten Fasermaterialien sowie von deren Nachbehandlung abhängig. Bei der Wahl und Herstellung von Material für Textilfassaden sollte die Dauerhaftigkeit, unter Berücksichtigung der am Einsatzort zu erwarteten üblichen Witterungsbedingungen, betrachtet werden. Die Drapierfähigkeit und Flexibilität von Textilien hat einen positiven Einfluss auf die Formgebung der Fassade. Nicht nur durch das Fasermaterial und der Textilart sondern auch durch die Einspannung kann die Optik der Fassade beeinflusst werden.

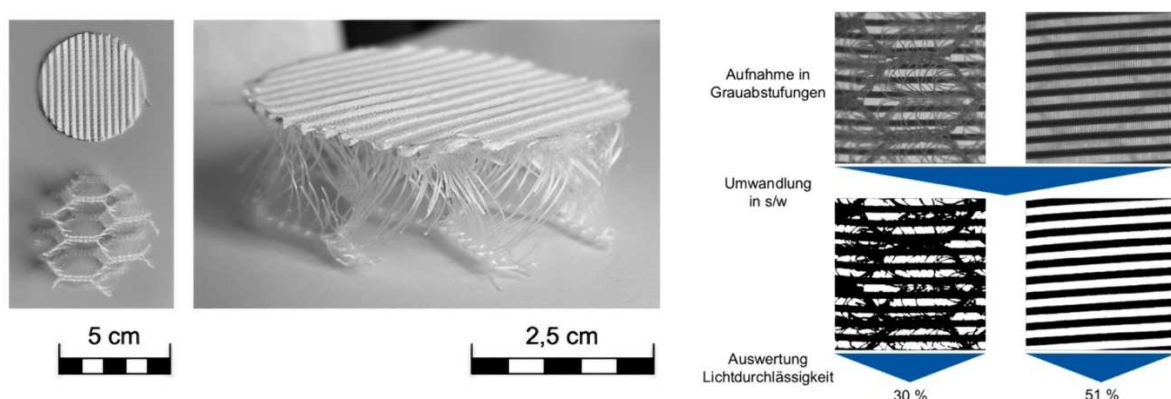


Abb. 4: Textilvarianten und Lichtdurchlässigkeitsprüfung Textilien. (ITA)

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1 Erkenntnisse

Die Ergebnisse des vorgestellten Projektes verdeutlicht, dass durch innovative Maßnahmen, wie dem Einsatz von schallabsorbierender Textilfassaden, Umgebungslärm in urbanen Räumen reduziert werden kann. Die Höhe der Reduktion hängt dabei maßgeblich vom eingesetzten Materialumfang sowie der Materialdicke der eingesetzten Textilien ab. Durch größere Flächen und eine höhere Materialstärke kann im Regelfall eine höhere Schallabsorption erzielt werden. Vollflächig bespannte Fassaden besitzen damit den größten akustischen Effekt, mit dem Nachteil, dass die Textilien gerade in Festerbereichen zu Einschränkungen der Sichtbezüge zwischen Innen- und Außenraum sowie des Tageslichteinfalls führen können. Die Auseinandersetzung mit dieser Problematik hat zur Ausbildung verschiedenster Fassadenvarianten geführt, die neben einer Vollbespannung, kleinteiligere Formate in Form von verschiedenartigen Paneelen oder Segeln vorsehen. Gerade durch die Ausbildung vertikal aufgestellter Panele kann die Innenraumqualität bei

Fensterflächen gewahrt werden. Allerdings werden diese panelartigen Fassadentypologien als deutlich dominanter im Stadtraum wahrgenommen und als weniger gut, in den urbanen Raum, integriert.

5.2 Weiterer Forschungsbedarf

Als weiteren Forschungsbedarf lässt sich die vermehrte Implementierung von schallabsorbierenden Fassaden im urbanen Raum anführen. Es gilt im Weiteren zu erforschen, wie eine Steigerung der Einsetzbarkeit und Verwendung von schallabsorbierenden Textilfassaden im Neubau, aber auch in der Bestandsentwicklung in der Stadt generiert werden kann und welche rechtlichen aber auch funktionalen Rahmenbedingungen es dafür benötigt. Dazu gilt es, die schallabsorbierende Wirkung verbunden mit einer kleinteiligeren, panelartigen Aufteilung auf ihre akustische Wirkung hin genauer zu untersuchen sowie weitere Untersuchungen auf der Konstruktions- sowie Materialebene anzustellen, die beispielsweise eine höhere Durchsichtigkeit generieren, um die Verwendbarkeit der Fassaden zu erhöhen.

5.3 Notwendigkeit interdisziplinärer Perspektiven

Abschließend zeigt sich deutlich, dass zur Adressierung und Verbesserung der akustischen Qualität im urbanen Raum ein interdisziplinärer Ansatz zur ganzheitlichen Emissionssenkung notwendig wird. Das vorgestellte Projekt „STumM“, als interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Städtebau, Elektrotechnik und Maschinenbau, untersucht innovative Ansätze zum Umgang mit komplexen Herausforderungen um urbane Lärmemissionen und damit gesundheitsgefährdende Stressfaktoren ganzheitlich zu senken und wohltuendere Lebensumgebungen in Städten zu schaffen. Damit zeigt sich, dass die Auseinandersetzung mit Akustik im Städtebau ein hohes Potential für eine gesundheitsorientierte, nachhaltige Stadtentwicklung birgt, im Sinne des SDG 11 den urbanen Raum zu entwickeln.

6 ACKNOWLEDGEMENT

Die in dieser Arbeit präsentierten Forschungsinhalte wurden zum Teil gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MKW) im Rahmen der Exzellenzstrategie von Bund und Ländern, als Teil des ERS-Projektes STumM: Schallabsorbierende Textilfassaden im urbanen Raum – Machbarkeitsstudie (ZUK2-SF-SFBLE014).

7 REFERENZEN

- ALVES, S. et al. (2015) : Towards the integration of urban sound planning in urban development processes: the study of four test sites within the SONORUS project. Noise Mapping, 2. <https://doi.org/10.1515/noise-2015-0005>.
- ATTENBOROUGH K. et al. (1995). Benchmark cases for outdoor sound propagation models. Journal of the Acoustical Society of America, 97, 173-191. <https://doi.org/10.1121/1.412302>.
- BAUGB, (2021) : Baugesetzbuch der Bundesrepublik Deutschland; in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004.
- BILEN, A. O. , & Can, Z. Y. (2021) : An applied soundscape approach for acoustic evaluation–compatibility with ISO 12913. Applied Acoustics, 180, 108112.
- BROWN, A. M. , & Muhar, A. (2004) : An approach to the acoustic design of outdoor space. Journal of Environmental Planning and Management, 47, 827 – 842. <https://doi.org/10.1080/0964056042000284857>.
- EUROPEAN COMMISSION (CNOSSOS-EU) (2012) : CNOSSOS-EU: Common Noise Assessment Methods in Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- FVHF Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF) (2017) : Systemaufbau – Vorgehängte Hinterlüftete Fassade (VHF) nach DIN 18516-1: 2010-06. Berlin.
- FUSI, P. (Hrsg.) (2019) : Multiple Campus – Szenarien für die Universität der Zukunft. Berlin: Jovis
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO 12913-1) (2014) : ISO 12913-1: 2014 acoustics – Soundscape Part 1: Definition and Conceptual Framework.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO 9613-2) (1996) : ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: Method of calculating the absorption of sound by the atmosphere. Geneva: International Organization for Standardization.
- KÖNIG T. , Typico GmbH (2025) : 3D-Textilfassade. <https://www.typico.com/3d-textilfassaden/> aufgerufen am 17. 02. 2025.
- MAGRINI, A. , & Lisot, A. (2016) : A simplified model to evaluate noise reduction interventions in the urban environment. Building Acoustics, 23, 36 – 46. <https://doi.org/10.1177/1351010X16637527>.
- MOEBUS, S. , Gruehn, D. ; Poppen, J. ; Sutcliffe, R. ; Haselhoff, T. ; Lawrence, B. (2020) : Akustische Qualität und Stadtgesundheit – Mehr als nur Lärm und Stille. Bundesgesundheitsbl 2020•63:997–1003. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03184-x>.
- Okanagan Charta (2015) : An International Charter for Health Promoting Universities and Colleges.
- PASAREANU, S. M et al. (2018) : A numerical hybrid model for outdoor sound propagation in complex urban environments. The Journal of the Acoustical Society of America, 143 (3), EL218. <https://doi.org/10.1121/1.5027506>.
- PICAUT, J. , & Scourar, D. (2009) : Using Acoustic Diffusers to Reduce Noise in Urban Areas. Acta Acustica United With Acustica, 95, 653-668.

- PICAUT, J. & Simon, L. (2001). A scale model experiment for the study of sound propagation in urban areas. *Applied Acoustics*, 62 (3), 327-340. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(00\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(00)00028-1).
- POTULSKI, Hanna (2020) : Campus Development of the IDEA League Universities. In: REALCORP 2020: Shaping urban change livable city regions for the 21st century: Proceedings of the 25th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society: Tagungsband: 15-18 September 2020, virtual conference.
- REICHER, C. (2017) : Städtebauliches Entwerfen. 5. Auflage. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg
- REICHER, C. , Fromhold-Eisebith, M. , Schweiker, M. (2022) : Resilienz und Stadt. In: Reicher, C. (Hrsg.) Städtebau Workflow 01 I 2022, pp. 71-76. Aachen 2022.
- SCHRÖDER, D. & Vorländer, M. (2011). RAVEN: A real-time framework for the auralization of interactive virtual environments. In *Forum acusticum* (pp1541-1546). Denmark: Aalborg.
- SERODE, J. (2022) : Funktionale Hüllen. In: Deutsches Architektenblatt, 11. 2022. <https://www.dabonline.de/2022/11/02/textilfassaden-luftreinigung-stromerzeugung-oekobilanz-recycling/> aufgerufen am 17. 02. 2025.
- STIENEN, J. (2023). Real-time auralisation of outdoor sound propagation [Dissertation, RWTH Aachen University]. Logos Verlag GmbH. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2023-04171>.
- STURM, U. , Bürgin, M. , Schubert, A. (2019) : Stadtklang – Wege zu einer hörensweisen Stadt. Band 2: Klangraumgestaltung von Aussenräumen. vdf Hochschulverlag AG.
- UMWELTBUNDESAMT [UBA] (UBA) (2019) : “WHO-Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region“, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/19080_5_uba_pos_who_umgebungslarm_bf_0.pdf, aufgerufen am 29. 12. 2024, pp. 5.
- VERHOEF, L. ; Bossert, M. (2019) : The University Campus as a Living Lab for Sustainability – A Practitioner’s Guide and Handbook. Delft University of Technology, Hochschule für Technik Stuttgart.
- VEREINTE NATIONEN (2022) : Ziele für eine nachhaltige Entwicklung – Bericht 2022. <https://www.un.org/Depts/german/millennium/SDG-2022-DEU.pdf> aufgerufen am 29. 12. 2024, p. 10.
- VOGLER, Paul; KÜHN, Erich (1957) : medizin und städtebau – Ein Handbuch für gesundheitlichen Städtebau. München: Urban & Schwarzenberg.
- WHO Regional Office for Europe (2018) : Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.