

Beruhigung urbaner Räume

BUOLUS - Symposium »Gestaltung urbaner Flächen und Räume«

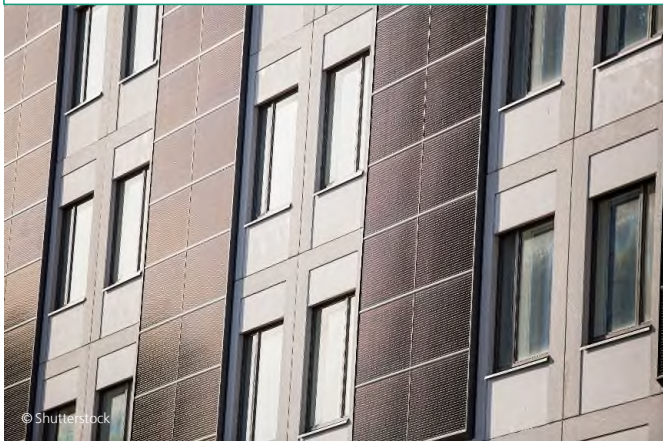
David Goecke

4. Juli 2023

Gestaltung von Fassaden und Oberflächen

Akustik im urbanen Raum

Visuelle Gestaltung



Moderne Gestaltung



Akustische Gestaltung?



Inhaltsverzeichnis

01 Grundlagen der Akustik

02 Gestaltungsansätze

03 Praxisbeispiele:

Akustikgestaltung von Innenhöfen

Schallabsorbierende Fassaden

Multifunktionale Gestaltung

Akustische Gestaltung?

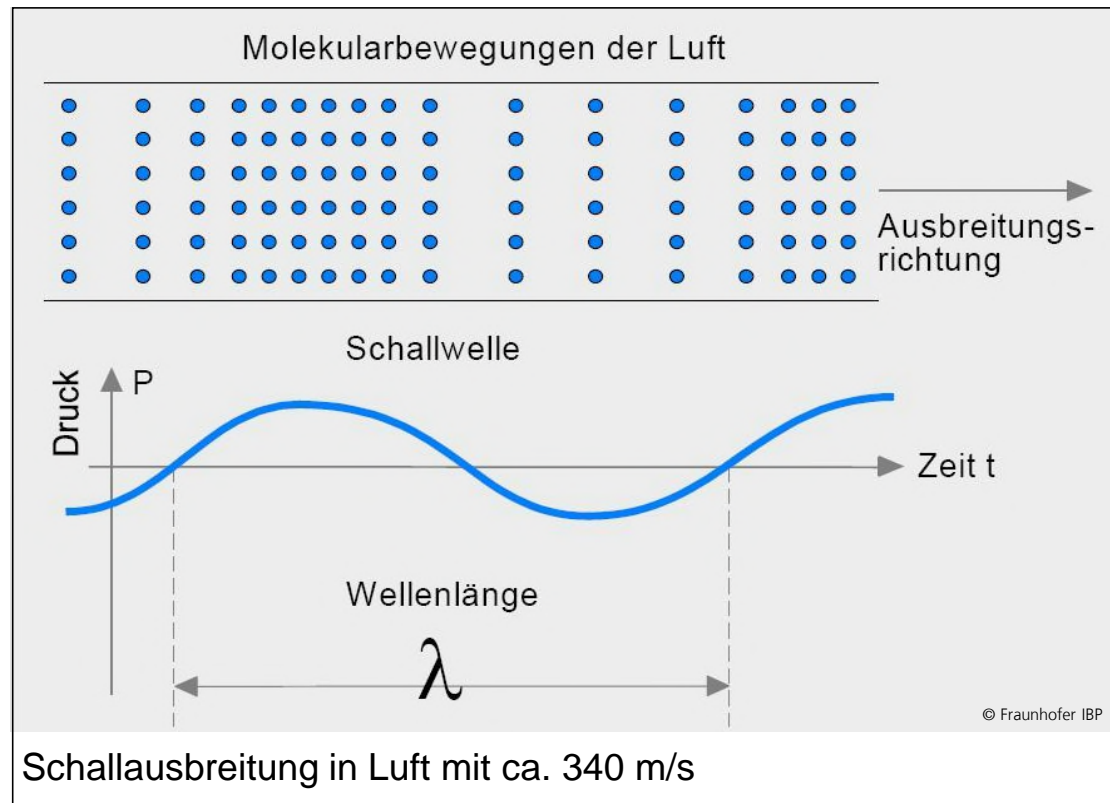


01

Grundlagen der Akustik

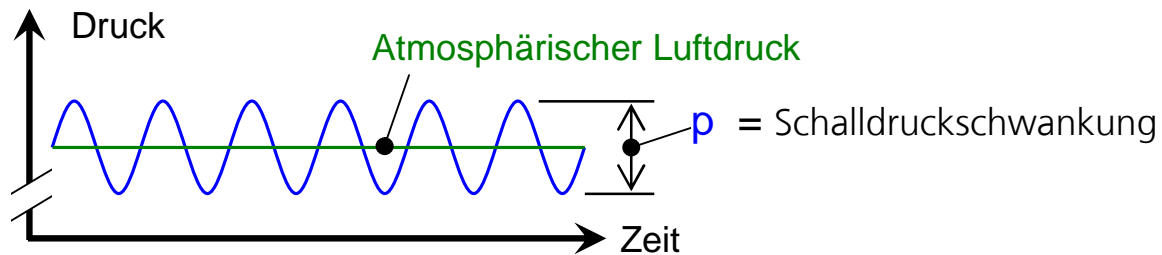
Schallentstehung und -ausbreitung

Schall = wellenförmige Ausbreitung periodischer Druckschwankungen



Schalldruckpegel

Schalldruck = Amplitude der Druckschwankungen



Angabe des Schalldrucks als Schalldruckpegel

$$L = 20 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right) \text{ dB}$$

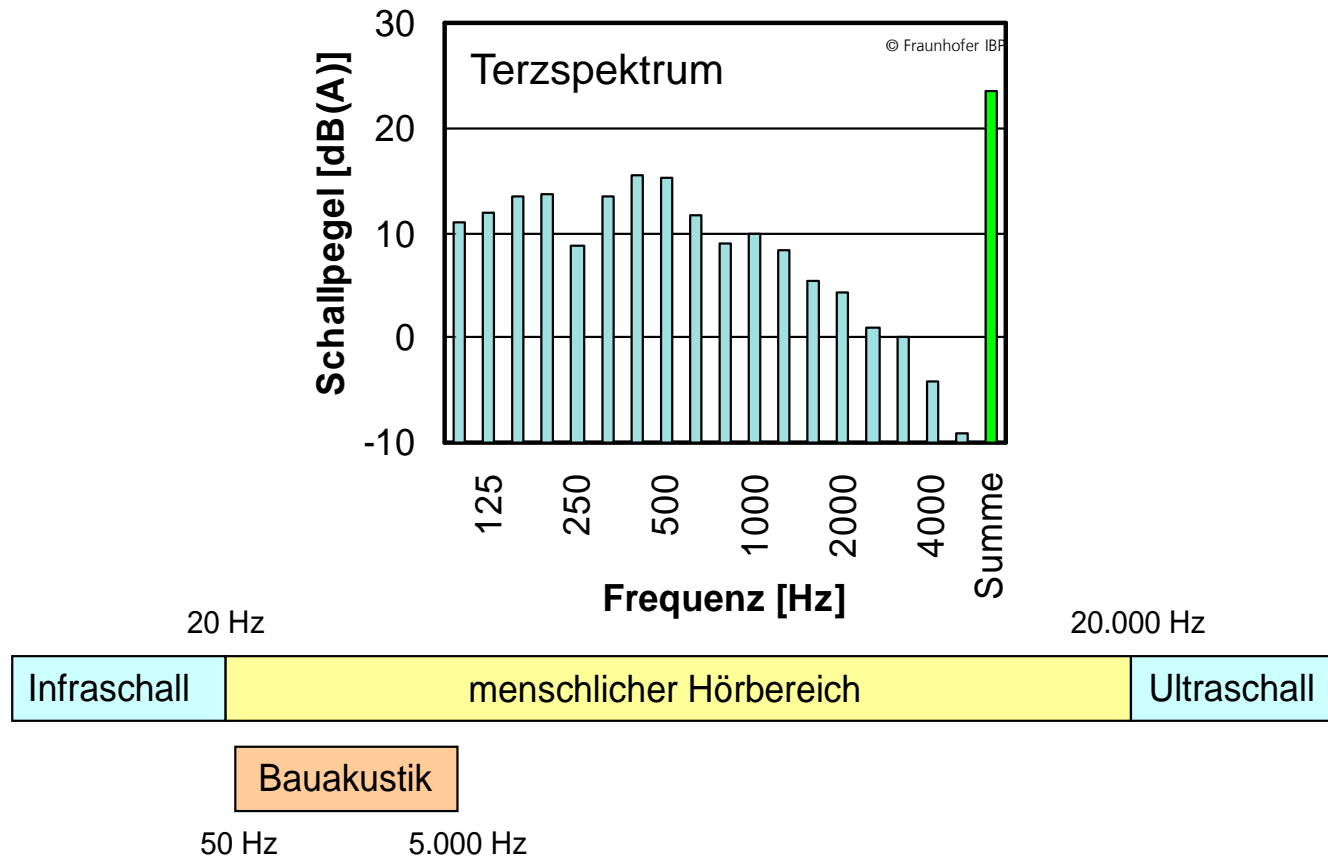
$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$
(Bezugs-Schalldruck an Hörschwelle)

Schalldruckpegel L_p ,
Schalleistungspegel L_w ,
Schallintensitätspegel L_i ,
Schalldämmung R ,
Trittschallpegel L_n ,
Trittschallminderung ΔL ...

werden alle in „dB“ angegeben!

Frequenz

Frequenz = Anzahl der Schwingungsperioden pro Sekunde



A-Bewertung

Nachbildung der Frequenzempfindlichkeit des durchschnittlichen menschlichen Gehörs

- Addition der Bewertungskurve **A** je Terz-Frequenzband



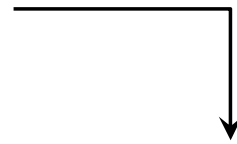
Messung mit
Mikrofon in dB



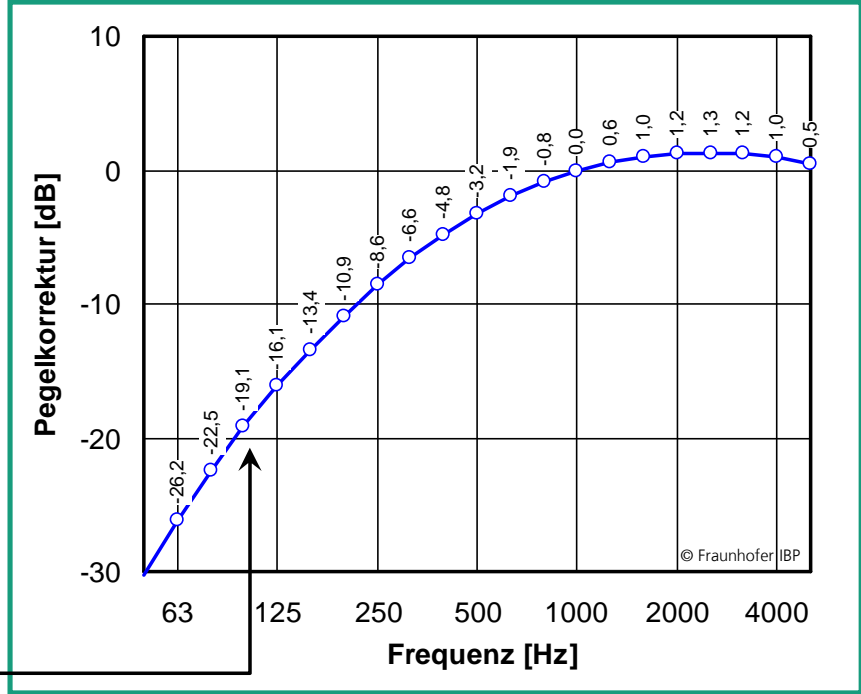
A-Bewertung
dB → dB(A)



Skalierung in
dB(A)

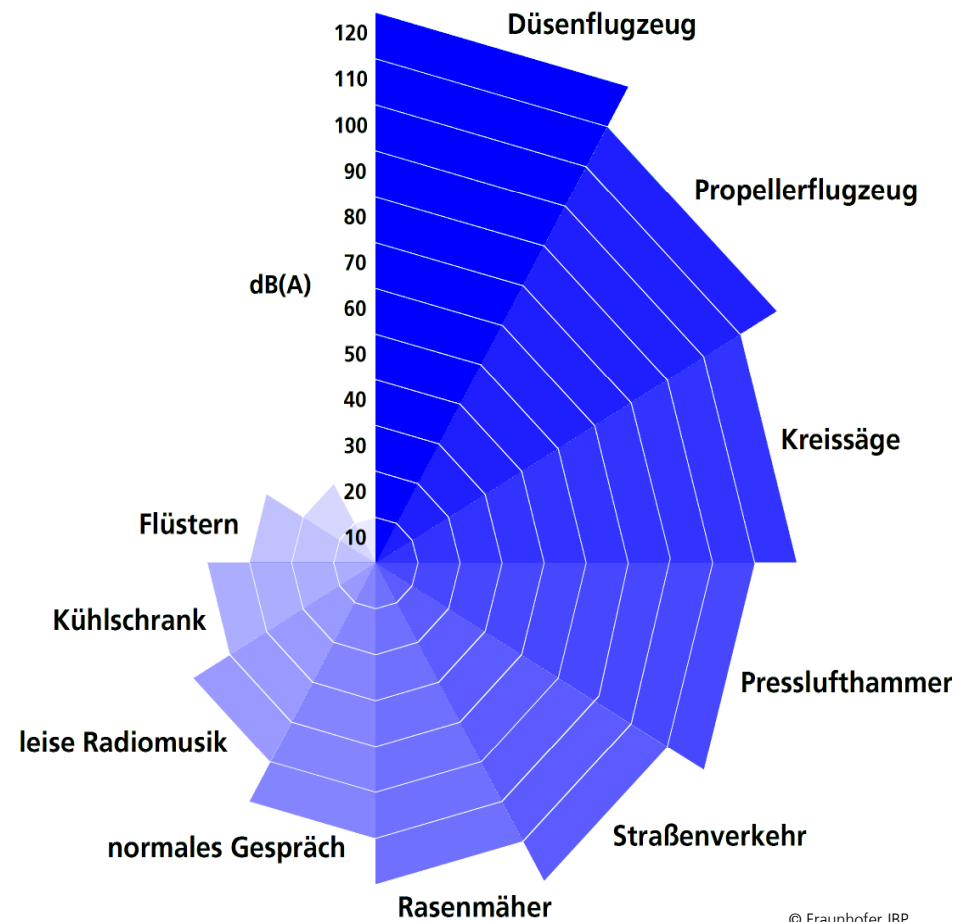


Absenkung um ca. 19 dB bei 100 Hz



Pegelskala

Schalldruckpegel: Beispiele



© Fraunhofer IBP

Lautstärkewahrnehmung

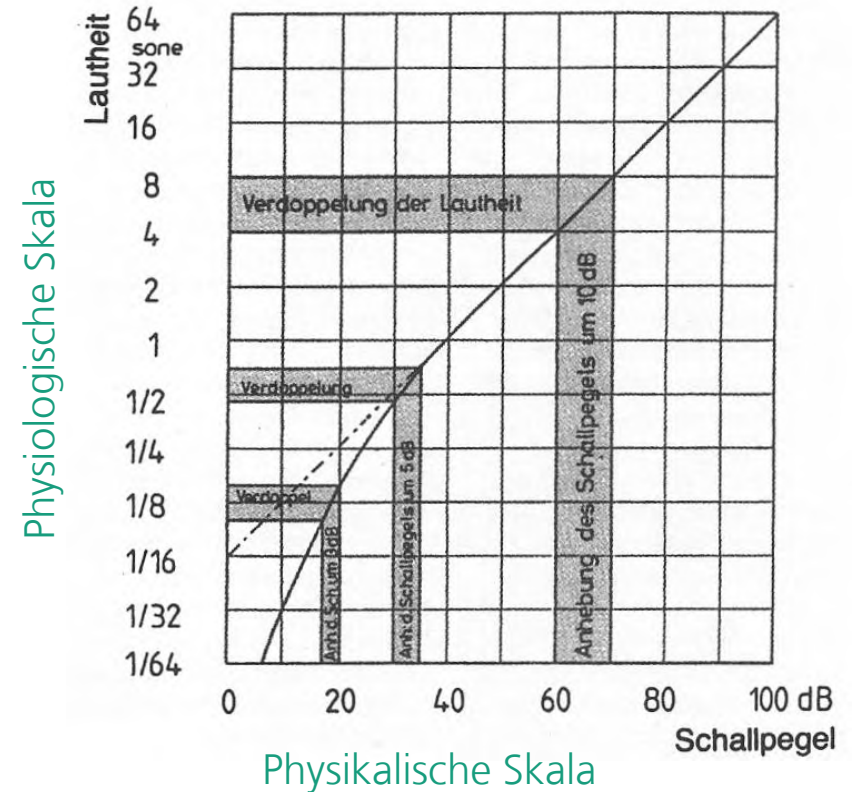
Zusammenhang zwischen messbarem Schallpegel und empfundener Lautheit
(Psychoakustik)

Der Schalldruckpegel in dB(A) klärt nur ein Drittel der Belästigung durch Schall auf.

Ising, H; Kruppa, B.; Guski, R.; Maschke, C.: *Handbuch der Umweltmedizin*, Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG, 2001;VII-1: 1-41.

subjektive Verdopplung bzw. Halbierung der Lautstärke:

{	$\Delta L = 10 \text{ dB}$ für $L \geq 40 \text{ dB}$
	$\Delta L = 5 \text{ dB}$ für $L \cong 30 \text{ dB}$
	$\Delta L = 3 \text{ dB}$ für $L \cong 20 \text{ dB}$

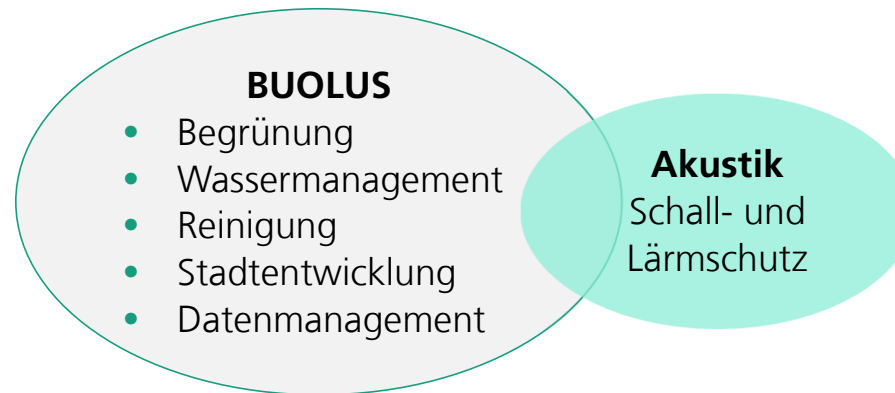


02

Gestaltungsansätze

Projekt BUOLUS II

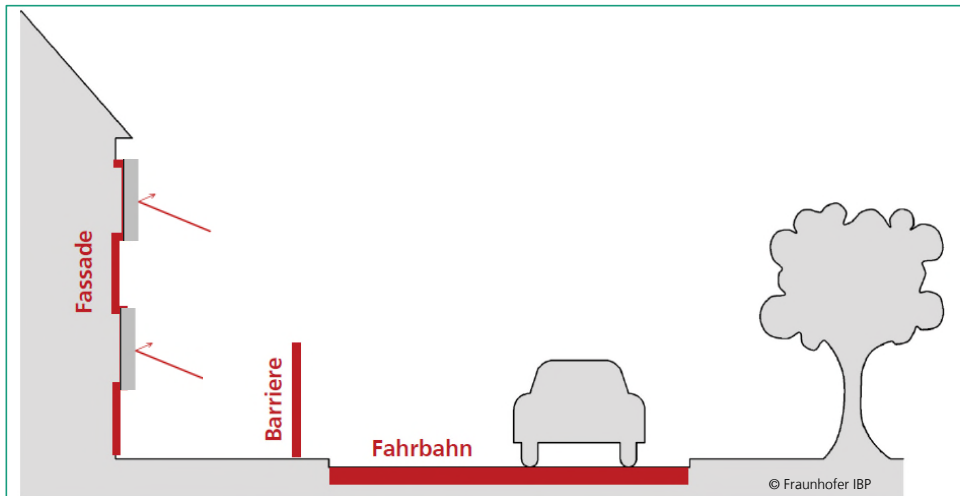
Rolle der Akustik



„BUOLUS – Bauphysikalische Gestaltung urbaner Oberflächen für nachhaltige Lebens- und Umweltqualität in Städten“

Schallausbreitung

Potential von Oberflächen



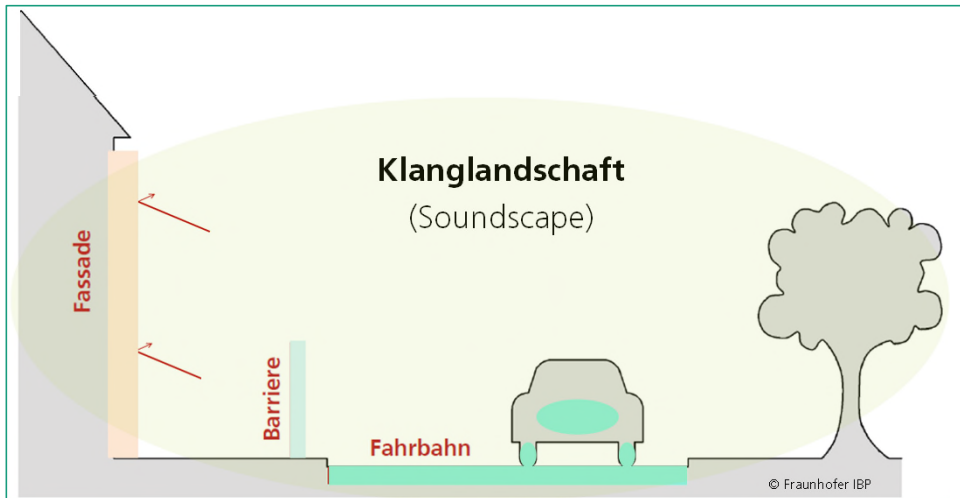
Akustikpotential urbaner Oberflächen

- Schalldämmung von Fassaden und Bauteilen
- Abschirmung durch Barrieren
- Schallabsorption durch Oberflächen
 - Reduzierung des reflektierten Schalls



Schallausbreitung

Gestaltungsansätze



Klanglandschaft:

- Aufenthaltsqualität
- Psychoakustik und Wahrnehmung
- **Innenhöfe und Stadtmöbel**

Schallquelle Straßenverkehr:

- Verkehrsmanagement
- Geschwindigkeitsbegrenzung
- Technische Maßnahmen am Fahrzeug
- E-Fahrzeug Klanggestaltung („AVAS“)
- Optimierung der Oberfläche („OPA“)

Barriere und Abschirmung:

- „Lärmschutzwand“ (schallabsorbierend)
- Höhe, Masse, Form
- Entfernung zur Quelle
- Energieerzeugung (PV-Anlage)

Fassaden und Gebäudeoberflächen:

- Schalldämmung
- **Schallabsorption**
- **Luftreinhaltung (Hinterlüftung)**

03

Praxisbeispiele

03

Praxisbeispiele

Akustikgestaltung von Innenhöfen

Akustikgestaltung von Innenhöfen

Übersicht

Innenhöfe

- Verkehrslärm dringt durch Einfahrten und Zugänge
- Vermehrt Alltagsgeräusche (Entsorgung, Baustelle Freizeitgestaltung)
- Harte Oberflächen reflektieren Schall mehrfach
- Potenzial für Erholungsgebiet

Forschung am IBP

- Analyse individueller Geräuschsituationen
- Simulation der akustischen Auswirkung
- Vorschläge für akustisch wirksame Maßnahmen
- Gestaltungsideen zur **Erhöhung der Aufenthaltsqualität**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR



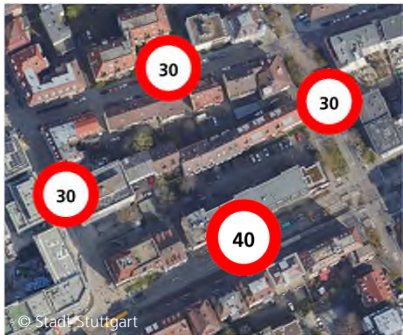
Akustikgestaltung von Innenhöfen

Schallimmission in Innenhöfen

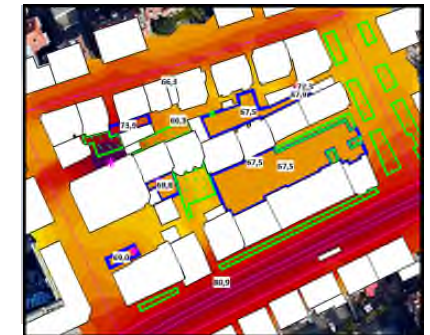


Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR



„Lärmkarte“



Verkehr

- Straßenverkehr
- Schienenverkehr
- An- und Abfahrt
- „sportliches“ Beschleunigen
- „Kurvenquietschen“

Parkraum

- Parkflächen und Tiefgarage
- Einsteigen, Motor-Start, rangieren
- Langsames Fahren (E-)Motor („AVAS“)

Weitere Quellen

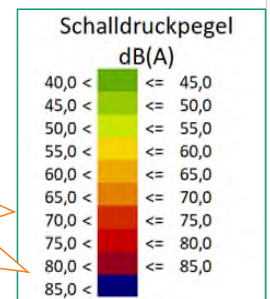
- Werkzeuge und Maschinen
- Spielende Kinder z. B. mit Rutschauto
- Lüfter und Kompressoren

„Lärm ist definiert als unerwünschter Schall“

Prognose

- 60 bis 80 dB(A)

zu laut!



Akustikgestaltung von Innenhöfen

Gestaltungsmaßnahmen (virtuell)

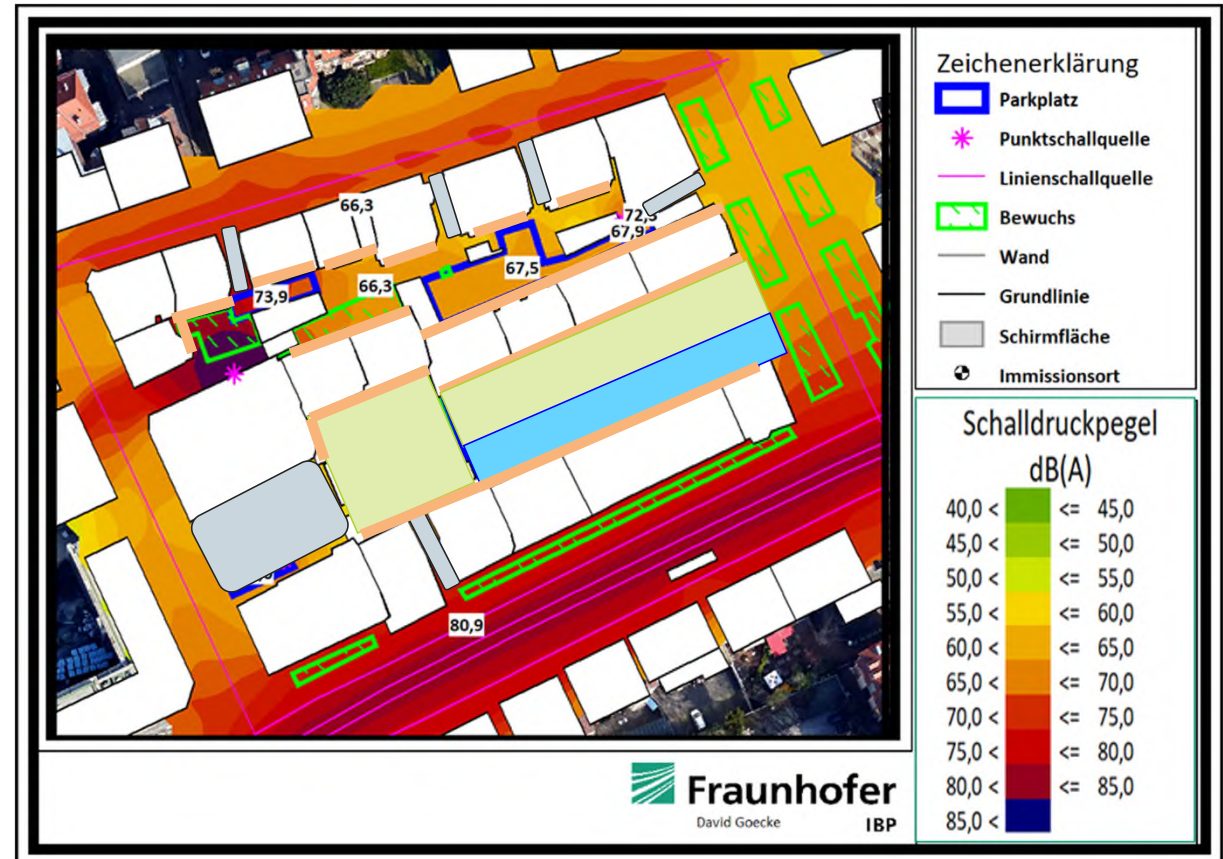


Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Maßnahmen

1. Überdachung der Zugänge
2. Schallabsorbierende Fassaden
3. Umnutzung und Abgrenzung von Park- und Grünflächen



Akustikgestaltung von Innenhöfen

Gestaltungsmaßnahmen (virtuell)



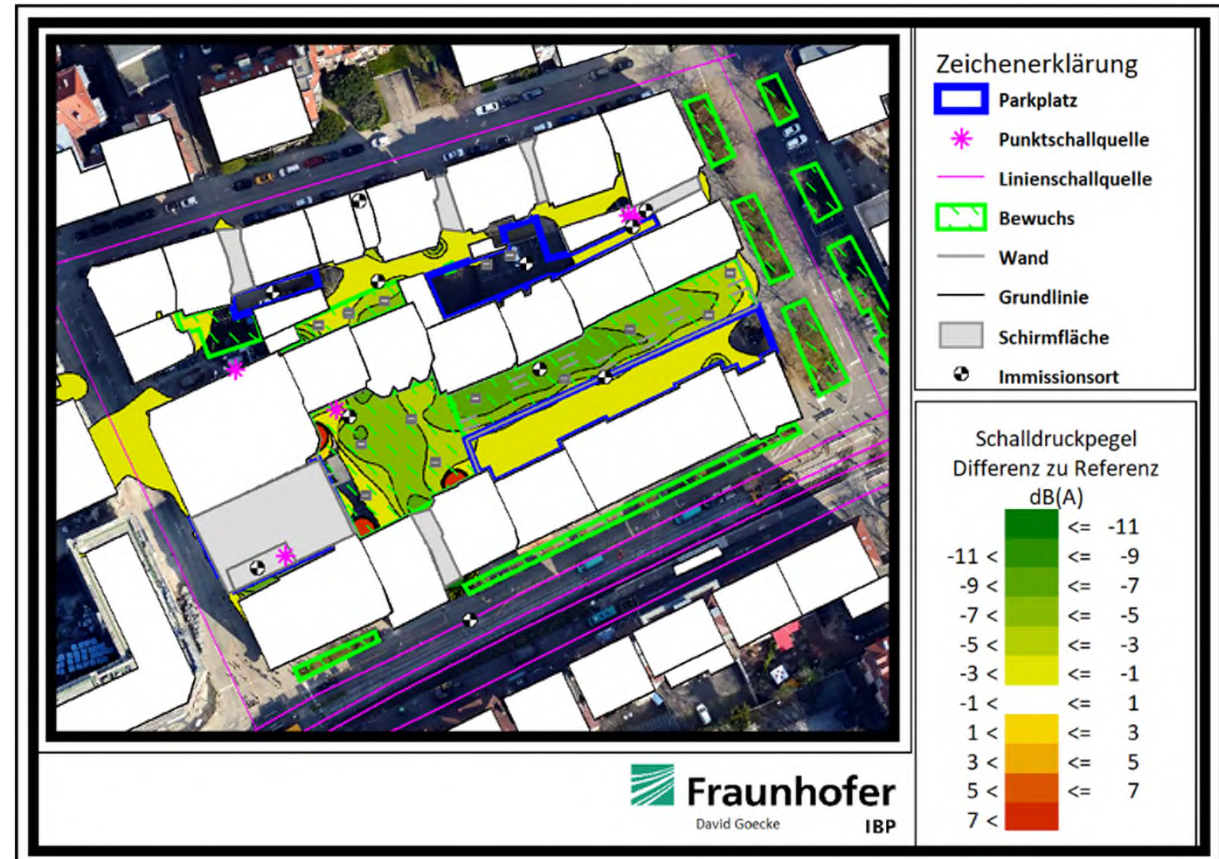
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Maßnahmen

1. Überdachung der Zugänge
2. Schallabsorbierende Fassaden
3. Umnutzung und Abgrenzung von Park- und Grünflächen

Differenzkarte



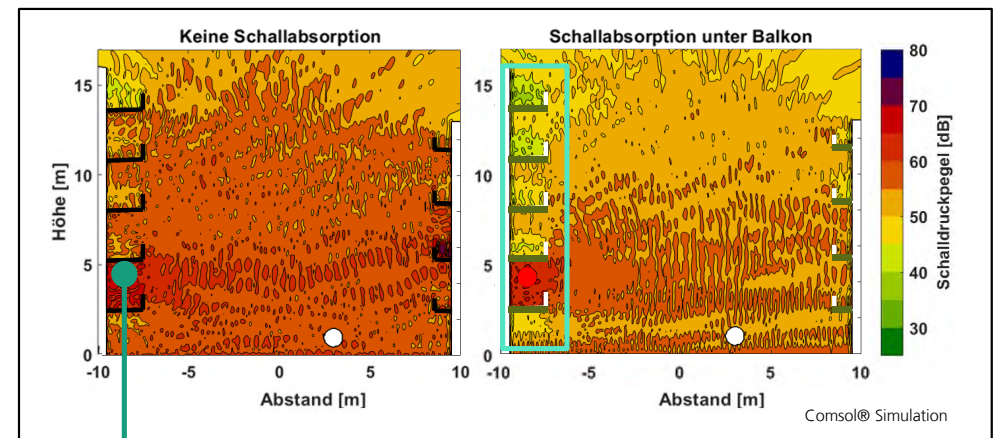
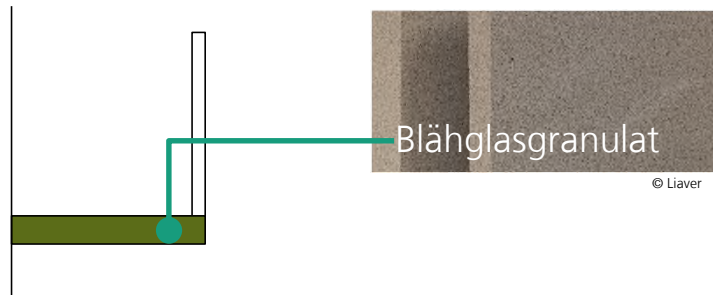
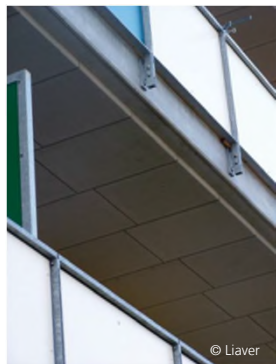
Akustikgestaltung von Innenhöfen

Schallschluckende Balkone



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR



Schallquelle auf einem Balkon

- Lärmbelastung wird verringert
- **Aber:**
 - Sprachverständlichkeit steigt
 - Privatsphäre sinkt

Akustikgestaltung von Innenhöfen

Gebäude als Lärmerzeuger



Akustikgestaltung von Innenhöfen

Gebäude als Lärmerzeuger



Beschwerde aus der Nachbarschaft:
Objektiv leise Klima- und Wärmegeräte
vor schallharten Fassaden
(Wohn- / Schlafbereich)



Akustikgestaltung von Innenhöfen

Akustische Wirkungsforschung

Forschung am IBP

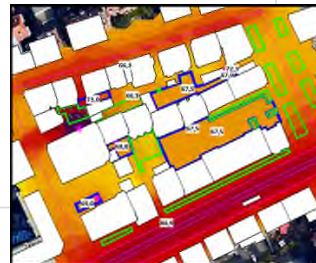
»High Performance Indoor Environment«

- Durchführung von Probandenstudien
- Gezielte Variation von Umgebungsbedingungen (Akustik, Beleuchtung, Raumklima, Luftqualität)
- Auswirkungen bauphysikalischer Umgebungsfaktoren auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit
- **Projekt:** Psychoakustische Lärmkartierung und Auralisierung
 - Lautheit
 - Schärfe
 - Tonalität
 - ...



[IBP Projektwebsite](https://www.ibp.fraunhofer.de/de/projekte-referenzen/psychoakustische-kartierung.html)

<https://www.ibp.fraunhofer.de/de/projekte-referenzen/psychoakustische-kartierung.html>



03

Praxisbeispiele

Schallabsorbierende Fassaden

Schallabsorbierende Fassaden

Herausforderung



Minimale Überschreitung von Grenzwerten kann bereits rechtlich **problematisch** sein

- Neues Gebäude
- Fassade reflektiert Schall
- Mehrfachreflexionen an Oberflächen

Schallabsorbierende Fassaden

Vereinfachte Berechnungsansätze für Planer und Fassadenhersteller

Schallabsorbierende Gebäudefassaden

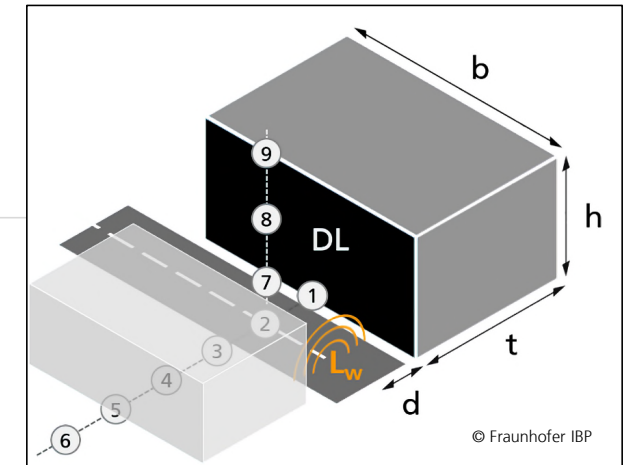
- Fassaden beeinflussen Schallimmission empfindlich
- Minimale Überschreitung kann bereits rechtlich problematisch sein
- Beispiele: Lückenschluss und Straßenschluchten

Motivation

- Prognose mit Schallimmissionsgutachten möglich
- Aber: Expertenwissen vorausgesetzt
 - Akustik / Normung
 - Software
- Neue Gutachten durch Fehleinschätzung der Absorption erhöhen Kosten

Forschung am IBP

- Vereinfachte Abschätzung um akustische Auswirkung der Fassade
- Digitales Prognosewerkzeug Abschätzung des Anteils schallabsorbierender Fassaden
- Gezielte Schallimmissionsgutachten im Anschluss



Vereinfachte Topologie

SCHÜCO

03

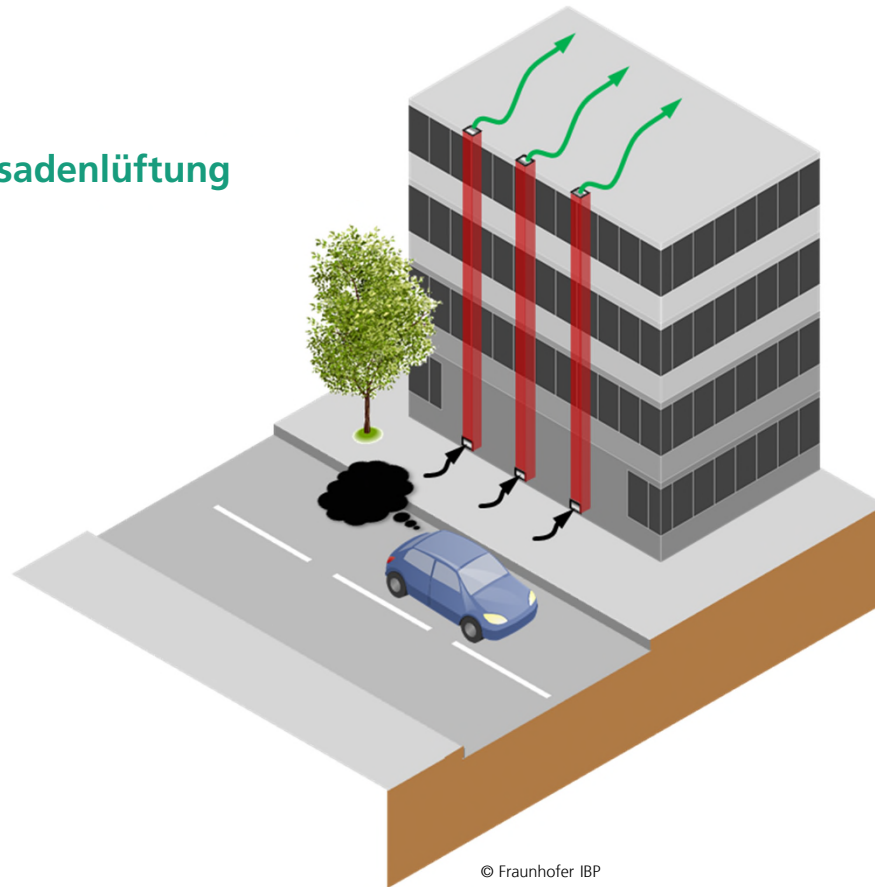
Praxisbeispiele

Multifunktionale Gestaltung

Multifunktionale Gestaltung

Hinterlüftete Gebäudefassade

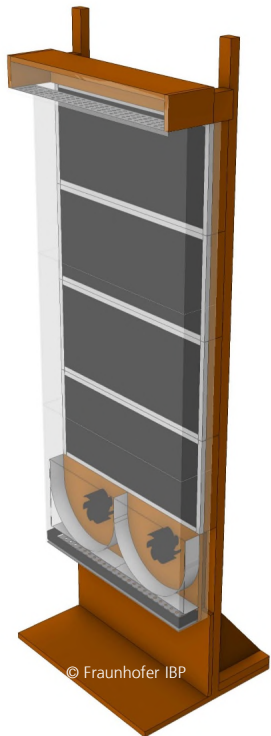
Fassadenlüftung



© Fraunhofer IBP

Multifunktionale Gestaltung

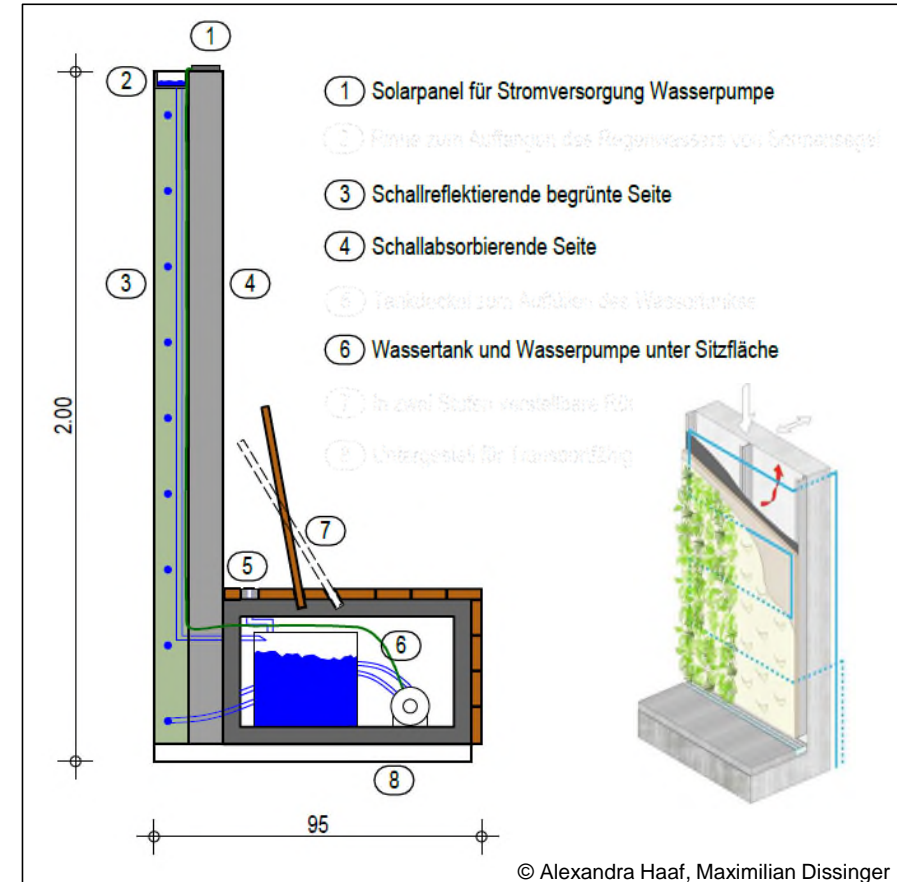
Hinterlüftete Gebäudefassade: Erste Prototypen im Labor



Multifunktionalität

- Hinterlüftete Fassade
- Wärmedämmung und Schallabsorption
- Ventilatoren
- Feinstaubfilter bodennah
- Begrünung
- Energiegewinnung

Multifunktionale Gestaltung Stadtmöbel



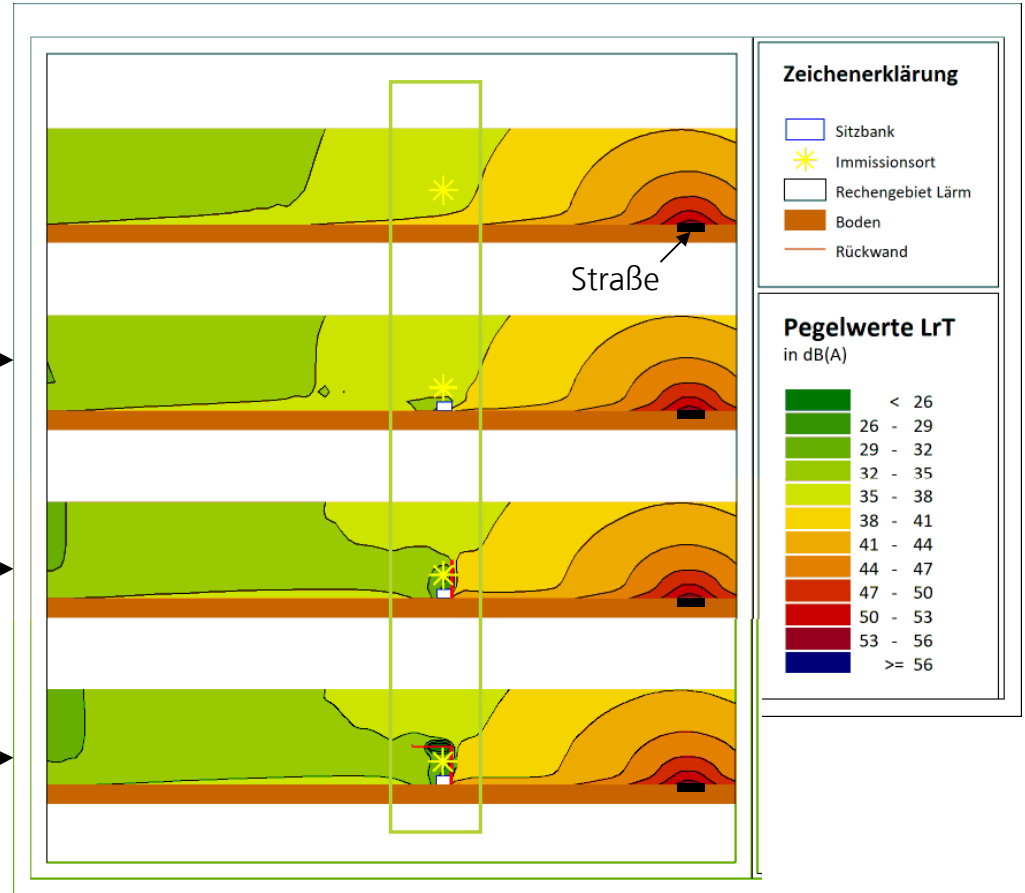
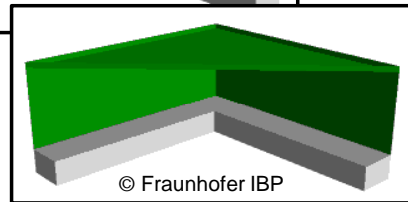
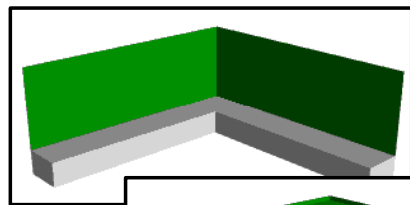
Multifunktionale Gestaltung Stadtmöbel



Berechnung der Akustik

- 7 dB Verbesserung im Sitzbereich durch Abschirmung

Ohne Rückwand



Zusammenfassung

Akustikgestaltung von Oberflächen im urbanen Raum

Schwerpunkte aktueller Forschung

- Individuelle Anwendungsfälle
- Psychoakustik im Schallimmissionsschutz
- Multifunktionale Gestaltung

Zukunftspotenzial

- Akustik des Klimawandels und der Klimaneutralität
- Auswirkung nachhaltiger Materialien auf die Akustik
- Autarke Gestaltung von Fassaden und Stadtmöbel

SCHÜCO



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DLR Projektträger

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Kontakt

David Goecke, M. AC. M. Sc.

Abteilung Akustik

Tel. +49 711 970-3353

Mob. +49 171 609-9989

David.goecke@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

www.ibp.fraunhofer.de