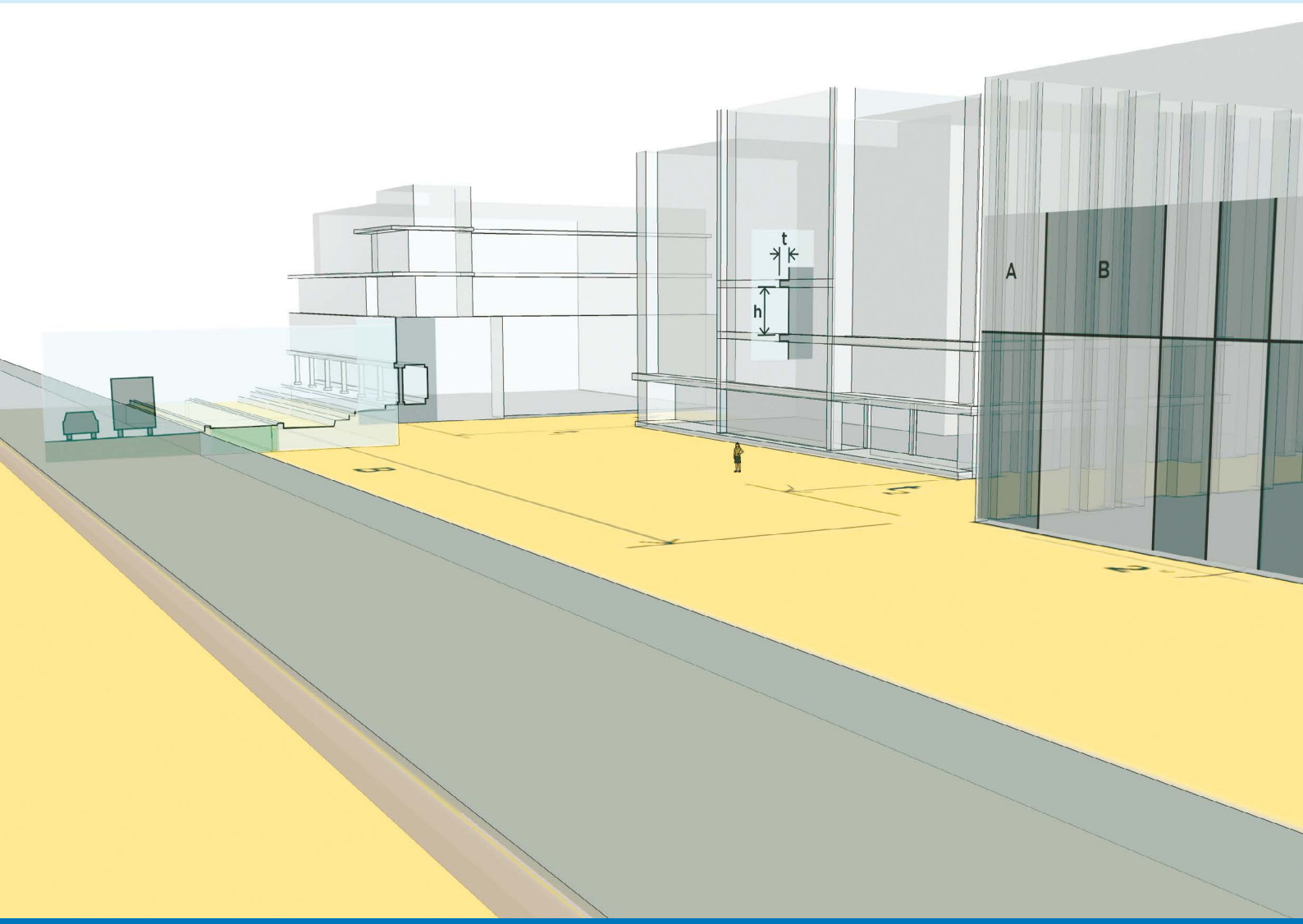
Kanton Zürich
Baudirektion
Fachstelle Lärmschutz

Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt
Amt für Umwelt und Energie



Akustisch gute Architektur für Strassenräume

Ein Leitfaden für architektonische und städtebauliche Lösungen, die Verkehrslärm reduzieren und mehr Aufenthaltsqualität schaffen

Inès Neuhaus, Fabian Neuhaus

Akustisch gute Architektur für Strassenräume

Ein Leitfaden für architektonische und städtebauliche Lösungen,
die Verkehrslärm reduzieren und mehr Aufenthaltsqualität schaffen

Inès Neuhaus, Fabian Neuhaus

Inhalt

Zusammenfassung 2

Ein architektonischer Weg zu akustisch guten, lebenswerten Stadträumen 3

Zahlreiche Vorteile für Stadträume 6

Leitfaden für die Gestaltung 7
Gesamtanlage: Ausbildung von Teilräumen 8
Ausbildung von Unterräumen 11
Öffnungen zwischen den Baukörpern 15
Vorsicht mit bestimmten Formen 19
Texturen und Materialien 20
Boden 22
Vom Verkehr abgewandte Gebäudeseiten und Innenhöfe 23

Anhang:
Hintergrund und Grundlagen des Gestaltungsansatzes 24

Autoren 35

Impressum 36

Zusammenfassung

Es gibt viele Arten von Lärm, denen Mensch und Umwelt in zunehmendem Masse in der dicht besiedelten Schweiz ausgesetzt sind, und mehr denn je werden Lebensräume durch Lärmbelastung eng und knapp. Dies gilt besonders im Umfeld von Verkehrswegen. Bei allen Vorteilen, die Mobilität und Transportmöglichkeiten rund um die Uhr bieten, ist der damit verbundene Lärm heute eines der grossen Probleme für Menschen und Tiere in urbanen Umgebungen. Um attraktive, vielfältig nutzbare Aussenräume zu schaffen, sind zeitgemässe Lösungen gefragt, die akustisch über das bisher Erreichte hinausgehen und gleichzeitig mit weiteren städtebaulichen Zielen im Einklang stehen. Dies ist eine wichtige Grundlage für die Entwicklungsfähigkeit von Städten und Agglomerationen.

Hier setzt der vorliegende Leitfaden mit einem neuen Ansatz der Resonanzraumgestaltung an. Er zeigt einen architektonisch integral gedachten und akustisch nachhaltigen Ansatz für die Bebauung entlang von Verkehrswegen auf. Im Mittelpunkt steht dabei die Wirkung von ganz oder teilweise umbauten Räumen als Resonanzräume, welche die akustische Situation massgeblich prägen. Mit direkt anwendbaren architektonischen Gestaltungsprinzipien wird ein gangbarer Weg aufgezeigt, über den sich im Umfeld von Strassenräumen akustisch zufriedenstellende Bedingungen erreichen lassen. Die entscheidenden Kriterien sind dabei die Nutzbarkeit sowie die Gesamtwirkung von Umgebungen und das Wohlbefinden der Nutzer.

Ein architektonischer Weg zu akustisch guten, lebenswerten Stadträumen

Raumplanung und Architektur prägen die akustische Qualität von urbanen Umgebungen

Die akustische Qualität urbaner Räume steht in direktem Zusammenhang mit ihrer Architektur. Die Art ihrer baulichen Definition hat entscheidenden Einfluss auf den Klangcharakter eines Orts und die akustische Erfassbarkeit von Umfeld und Situation, aber auch auf den Schallpegel. In Anbetracht der zentralen Bedeutung, welche die akustische Umgebungsqualität im Kontext der städtischen Verdichtung hat, ist der konsequente Einbezug der akustischen Ebene in der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung relevanter denn je. Dies gilt in besonderem Masse für Verkehrsräume.

Hierzu liefert dieser Leitfaden architektonische Gestaltungsprinzipien. Der städtische Aussenraum wird dabei als komplexes System von Resonanzräumen betrachtet, die als Komposition aus Formen, Proportionen und Materialien spezifische akustische Eigenschaften und charakteristische akustische Wirkungen haben. Diese Resonanzräume lassen sich über die Architektur gezielt gestalten und aufeinander abstimmen – und es lassen sich auf diese Weise Umgebungen mit günstigen akustischen Eigenschaften schaffen. Dieser Ansatz geht über bisherige bauliche Lärmschutzmassnahmen hinaus und führt Lärmschutz und Architektur/Städtebau zusammen.

Lärmschutz im Sinne des Umweltschutzgesetzes

Eine Architektur anzustreben, die den Aussenraum akustisch vorteilhaft formt, ist ein nächster Schritt zur Umsetzung der im Umweltschutzgesetz formulierten Ziele in Bezug auf Lärmschutz und Lärmvermeidung. Mit dem hier gezeigten Gestaltungsansatz sollen diese Ziele explizit mitgetragen werden.

In Bezug auf akustische Fragen hat das Umweltschutzgesetz zum Ziel, die Bevölkerung vor Lärm zu schützen und akustische Immissionen, die das Wohlbefinden von Menschen und Tieren beeinträchtigen können, zu reduzieren. Hierfür soll an der Quelle angesetzt werden bzw. an der Anlage, die Emissionen verursacht. Ein Verkehrsraum ist eine solche Anlage, bestehend aus Fahrzeugen und dem umbauten Raum. Im Sinne der Lärmvermeidung wird seit langem an der Verbesserung von Reifen, Fahrzeugkonstruktionen und Strassenbelägen gearbeitet; auch Massnahmen wie Geschwindigkeitsreduktionen kommen zum Einsatz.

Darüber hinaus ist es jedoch notwendig, auch in Bezug auf die räumlichen Gegebenheiten im und um den Verkehrsraum Verbesserungen zu erreichen und den Fokus auf die gebauten Resonanzräume zu richten.

Das Gestaltungsprinzip in Kürze

Jeder ganz oder teilweise begrenzte Raum bildet einen Resonanzraum, der entsprechend seiner Grösse, Ausformung und Materialzusammensetzung spezifische akustische Eigenschaften hat. Diesen gilt es ausbalanciert zu gestalten bzw. zu „stimmen". Erreicht wird dies durch die differenzierte Gliederung des Raums in Räume, Teilräume und Unterräume mittels Anordnung und Ausbildung der baulichen Elemente (Dimensionierung, Proportionierung, Materialisierung). Entscheidend ist es dabei, alle schallrelevanten Grössenordnungen zu berücksichtigen und jede Form von Monotonie zu vermeiden.

Dieses Gestaltungsprinzip beruht auf der Erkenntnis, dass bereits einzelne monotone Eigenschaften von Resonanzräumen oder -teilräumen eine ungünstige akustische Situation verursachen und beträchtlich zur Entwicklung und Ausbreitung von Lärm beitragen können. Umgekehrt führen vielfältige, ausbalancierte Resonanzräume zu Orten, die gute akustische Bedingungen bieten; dazu gehören Grundruhe, Transparenz, ein vielfältiges Klangbild, gute Lokalisierbarkeit und Identifizierbarkeit von Ereignissen. Darüber hinaus verringern solche Orte die Entwicklung und Ausbreitung von Lärm im gesamten Frequenzspektrum.

Näheres zum Hintergrund und den Grundlagen des Gestaltungsprinzips ist im Anhang dieses Leitfadens dargestellt.

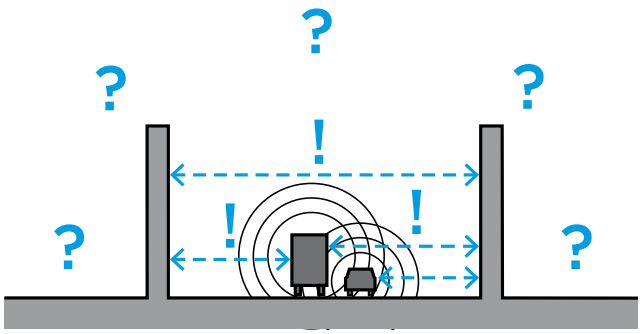
Warum nicht einfach abriegeln?

Die bisher im Sinne des Lärmschutzes empfohlene Vorgehensweise bei der Bebauung entlang stark befahrener Autostrassen und Bahnlinien ist die Abriegelung durch gross dimensionierte Gebäuderiegel, möglichst ohne Durchlässe. Damit lässt sich auf der vom Verkehrsweg abgewandten Seite der Bebauung im Vergleich zu einer offenen Situation eine Schallpegelreduktion im hohen und mittleren Frequenzbereich erreichen.

Mit diesen Barrieren nimmt man beträchtliche städtebauliche Nachteile in Kauf. Akustisch ist die Abriegelung jedoch ebenfalls ein Kompromiss: Es entstehen verkehrsseitig Aussenräume, die von grossen Baukörpern begrenzt sind. Wenn diese Baukörper wenig gegliedert oder völlig glatt sind, führt dies zu Aussenräumen mit ungünstigen akustischen Eigenschaften und in Kombination mit dem Verkehr zu unangenehmen akustischen Situationen. Solche ungünstigen Resonanzräume fördern die Entstehung von tieffrequentem Dröhnen, starken Monotonien, hohen Schallpegeln und einem unklaren Klangbild. Eine vielfältigere Nutzung dieser Orte wird dadurch praktisch verunmöglicht. Grosse Flächen im städtischen Umfeld gehen auf diese Weise als Lebensraum für Menschen und Tiere verloren.

Zudem sind die Auswirkungen beträchtlich, die Räume mit solchen akustischen Eigenschaften in Bezug auf die Lärmentwicklung und Schallausbreitung in einem grösseren Gebiet haben, zum Beispiel was tieffrequentes Dröhnen und Luftvibrationen betrifft.

Es lässt sich also feststellen, dass in urbanen Umgebungen Lärmprobleme oft durch ungünstig ausgebildete Resonanzräume



entstehen. Die baulichen Strukturen prägen dabei nicht nur die akustischen Verhältnisse im Verkehrsraum selbst, sondern haben auch akustische Auswirkungen auf die weitere Umgebung. Daher ist eine ausschnittweise Betrachtung der Situation für die Lösungsfindung nicht hinreichend – eine Betrachtung der räumlichen Wechselwirkungen ist wichtig.

Zur Anwendbarkeit

Das vorgestellte Prinzip der Resonanzraumgestaltung lässt sich gewinnbringend auf unterschiedlichste architektonische Räume anwenden, unabhängig davon, ob sie teilweise offen oder geschlossen sind.

Das bedeutet für Verkehrsräume, dass auch im Kontext von abriegelnder Bebauung die Anwendung dieses Prinzips empfehlenswert ist. Es können dadurch – auch nachträglich durch gezielte Interventionen – Verbesserungen der akustischen Verhältnisse sowohl innerhalb des Verkehrsraums als auch im weiteren Umfeld erreicht werden.

Durch Aufbrechen der Abriegelung des Verkehrsraums lässt sich das akustische Ergebnis weiter optimieren. Anstelle von langen geschlossenen Riegeln mehrere Baukörper mit gut platzierten und ausgebildeten Öffnungen zu schaffen, ist nicht nur ein städtebaulicher Vorteil, sondern Teil des hier vorgestellten akustischen Lösungsansatzes. Dabei macht man sich zunutze, dass die Resonanzwirkung von Räumen, die nur teilweise begrenzt sind, weniger stark und ausgeprägt ist als die von weitgehend umschlossenen Räumen (am stärksten ist die Resonanzwirkung von vollständig geschlossenen Räumen). Bei entsprechend differenzierter Gestaltung wirken sich Öffnungen als markante Gliederungen akustisch positiv auf den Strassenraum aus.

Proportionen, Dimensionierungen und Ausformulierungen sind entscheidend

Das Gestaltungsprinzip beruht auf der geeigneten Proportionierung von Räumen sowie günstigen Platzierung, Dimensionierung und Ausformulierung von Gliederungen und Öffnungen. Diese sind entscheidend für das akustische Ergebnis. Fehlende, falsch gesetzte oder zu einheitliche Gliederungen können zu einer Verschlechterung der akustischen Verhältnisse führen (zum Beispiel zu erhöhtem Schallpegel), ebenso wie ungünstig gewählte Raumproportionen und schlecht platzierte Öffnungen. Es ist daher wichtig, bei der Anwendung des hier dargestellten Prinzips mit Umsicht und Präzision vorzugehen.

Zahlreiche Vorteile für Stadträume

Entwicklungsfähige Umgebungen

Verkehrsräume können durch die hier vorgestellten Gestaltungsprinzipien zu vielfältig nutzbaren, entwicklungsfähigen, ins Stadtgewebe integrierten Umgebungen werden.

Eine würdige Visitenkarte

Strassenräume werden von sehr vielen Menschen gesehen und kommunizieren so die Attraktivität des Orts.

Sicherer, entspannter, angenehmer

Es lassen sich auch in Strassenräumen sichere und zufriedenstellende Verhältnisse für unterschiedliche Nutzungen schaffen. Im Gegensatz zu akustisch unwirtlichen, anstrengenden und unklaren Umgebungen, wie sie von gleichförmiger, gross dimensionierter Bebauung verursacht werden, können auf Basis der vorgestellten Gestaltungsprinzipien gut erfassbare Umgebungen entstehen, in denen Orientierung leicht fällt.

Starke städtische Gewebe

Durchgänge zwischen den Gebäuden stärken das städtische Gewebe:

- als Wege für Menschen (und Tiere), was die Verbindung zwischen Bereichen/Quartieren fördert und zu einer Vielfalt der Bespielung beiträgt.
- durch Förderung der nicht-motorisierten Fortbewegung in der Stadt, mit kurzen Wegen für Fussgänger und Radfahrer.
- als Aussenräume, die auch von Kindern genutzt werden können („Quartierstrassen“).
- durch stärkere Belebung und positive soziale Kontrolle in Gebieten. Dies kann zur Sicherheit beitragen.

Vielfältige Orte mit hoher Aufenthaltsqualität

Durch die Anordnung und Ausformung der Gebäude entstehen kleinere und grössere Plätze und andere vielfältige städtische Orte mit hoher Aufenthaltsqualität: Orte, die interessante Bedingungen für Begegnungen und die Beobachtung des alltäglichen Geschehens bieten, wie Strassencafés, kleine Quartierplätze und andere Gemeinschaftsorte.

Weniger Luftzug

Gut strukturierte Begrenzungen von Verkehrswegen bremsen die Entwicklung von Zugluft – und damit über grössere Distanzen auch die Ausbreitung von Lärm.

Architektonisch logisch

Es entstehen nicht nur architektonisch schlüssige Gebäude, sondern gleichzeitig logische städtebauliche Ensembles und gut funktionierende Aussenräume, deren visuelle, haptische und akustische Wirkungen im Einklang stehen.

Human scale

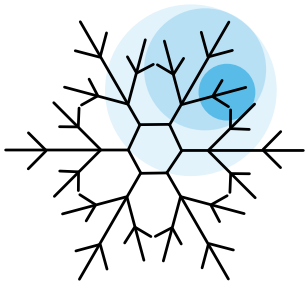
Durch die Gliederung der Baukörper bzw. resultierenden Räume haben auch sehr grosse Gebäude und Ensembles einen Bezug zum Menschen und können gerade so ihre volle Wirkung entfalten; die Gebäude erhalten ein Gesicht.

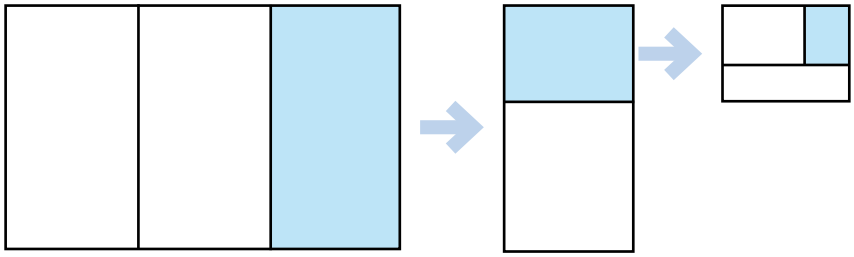
Leitfaden für die Gestaltung

Die folgenden Anleitungen zeigen, wie sich akustisch gute Architekturen für Strassenräume schaffen lassen. Zwecks Übersichtlichkeit werden die einzelnen Gestaltungselemente isoliert und zweidimensional dargestellt. In der Anwendung ist es wichtig, den jeweiligen Kontext zu berücksichtigen und die Gesamtkomposition im Blick zu haben. Die Bandbreite der gestalterischen Mittel und möglichen architektonischen Lösungen ist dabei gross und geht weit über das hier Gezeigte hinaus.

Die wichtigsten Grundsätze

Zentral ist die differenzierte Raumbildung: Die baulichen Elemente sollen so angeordnet und ausgebildet werden, dass vielfältige Räume mit deutlich definierten Teilräumen und Unterräumen entstehen. Dies wird durch ein prägnantes „Koordinatensystem“ von Flächen und Strukturen erreicht. „Vielfältig“ bezieht sich hier auf die Dimensionierung, Proportionierung und Materialisierung.





Die Gestaltung soll in unterschiedlichen Grössenordnungen erfolgen, aber nicht stufenlos-dynamisch, sondern mit ausgeprägten Hierarchien – vergleichbar mit dem Bauprinzip vieler natürlicher Elemente.

Relevante Grössenordnungen für die Raumbildung:

- Grossform: Gesamtanlage, Gebäudeanordnung
- Bereich mehrerer Meter: Gebäudegliederungen
- Meterbereich: Fassadengliederungen, Terraingliederungen
- Zentimeterbereich: Kleinstrukturen, Texturen, Materialien

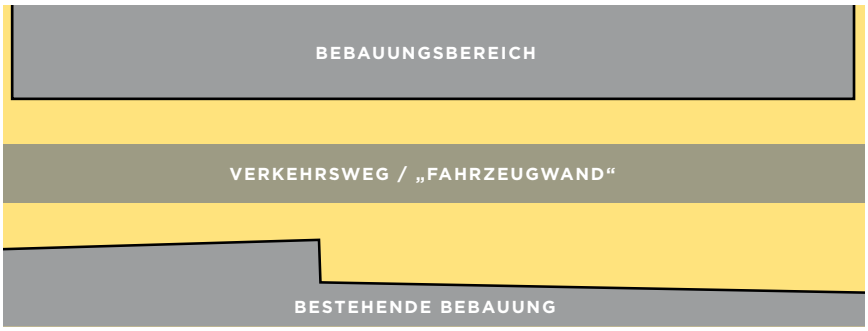
Für Proportionen gilt: „Komplexe“ Verhältnisse wie zum Beispiel 1 : 5, 2 : 3, 3 : 5, 5 : 8 sind zu bevorzugen. Vorsicht mit „simplen“ Entsprechungen bzw. geradzahligen Verhältnissen wie 1 : 1, 1 : 2, 1 : 4 etc. Diese sollen im Verhältnis von Seitenlängen und bei einmaligen Flächenunterteilungen möglichst vermieden werden.

Für die Raumdefinition gilt: Prägnant, aber nicht starr! Allzu starre Stellen auflockern: durch Öffnung oder „Aufweichung“ (zum Beispiel durch Strukturierung).

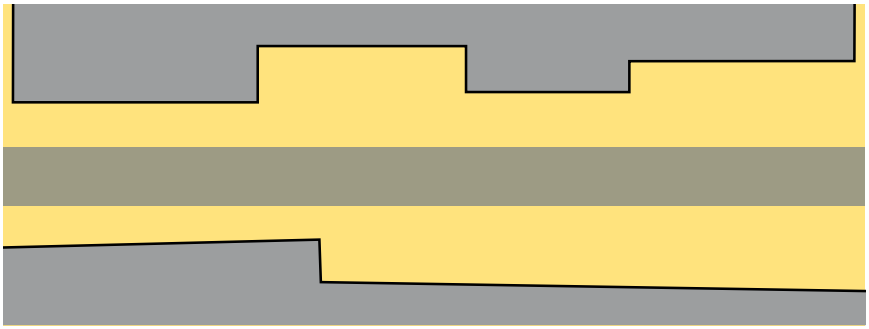
➜ Die folgenden Darstellungen geometrischer Regeln sind mit „Formeln“ versehen. Diese basieren auf physikalischen Überlegungen und Erfahrungswerten. Sie sind nicht absolut zu verstehen, sondern sollen als Werkzeug zur Entwicklung von akustisch vorteilhaften Proportionen betrachtet werden.

Gesamtanlage: Ausbildung von Teilräumen

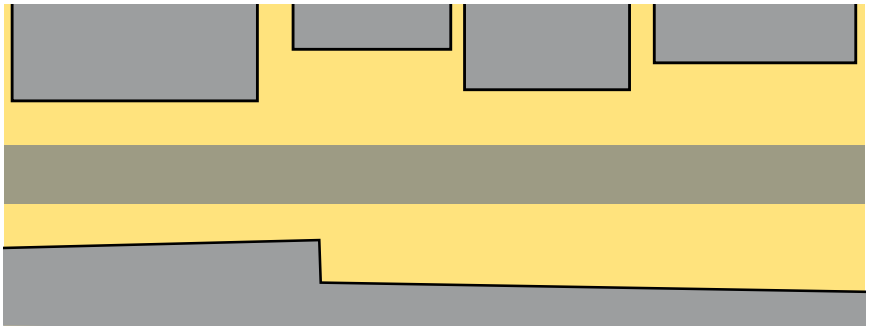
Der erste Schritt besteht in der Gliederung des verkehrsseitigen Aussenraums in vielfältige Teilräume durch geeignete Anordnung der Baukörper. Vielfältig heisst: unterschiedlich dimensionierte und proportionierte Grundrisse.



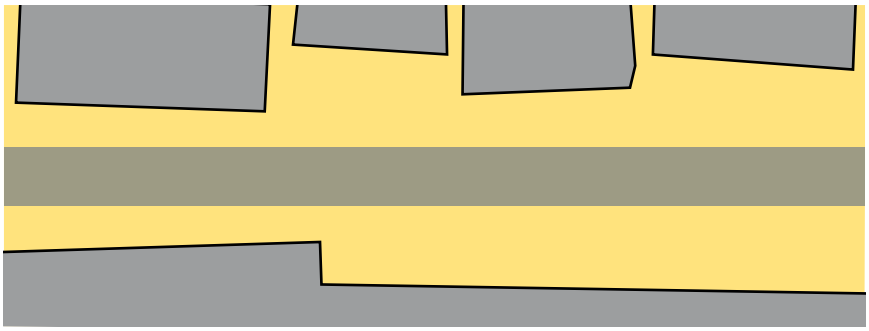
Ausgangslage



Definieren von Teilräumen
(siehe Seite 9)



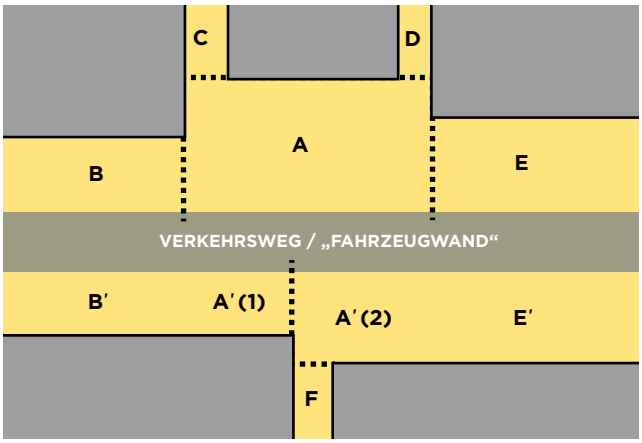
Öffnung von starren Verschneidungen
(siehe Seite 10)

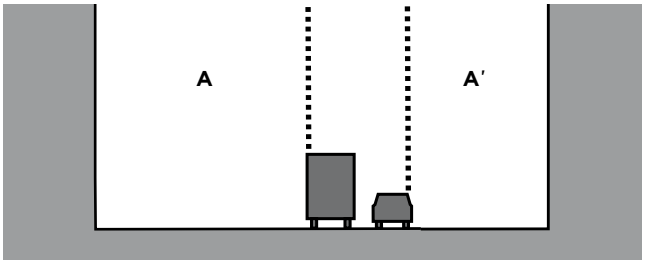


Je nach Kontext:
Geringfügige Schrägstellung paralleler Flächen
(siehe Seite 10)

Die so definierten Teilräume bilden die Grundlage für die Ausformulierung der Fassaden (siehe Seite 11) und Durchgänge (siehe Seite 15).

Der schematische Grundriss (linke Abbildung) zeigt einen Teilraum A und die an ihn angrenzenden Teilräume, wie sie durch die Anordnung der Gebäude gebildet werden. Der Schnitt (rechte Abbildung) zeigt Teilräume zwischen Gebäudefassaden und den für die Raumbildung ebenfalls relevanten „Fahrzeugwänden“.





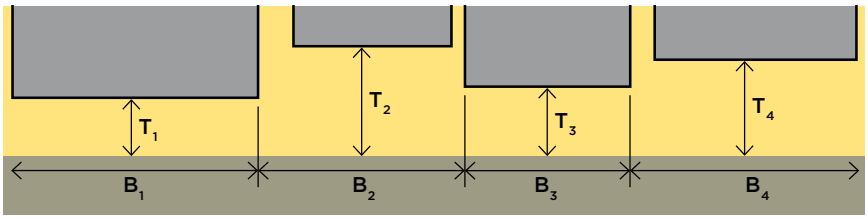
Entwicklung der Masse und Proportionen

Die Ausbildung von Teilräumen ist kein linearer Prozess, sondern besteht in der wechselseitigen Abstimmung verschiedener Parameter:

- Breite der Teilräume
- Versatztiefen
- Öffnungsbreiten zwischen den Baukörpern

Grundflächen der Teilräume zwischen Verkehrsweg und Bebauung

Die Teilräume sollen in Bezug auf ihre Grundriss-Masse merkbar unterschiedlich dimensioniert und proportioniert sein; dabei sind simple Entsprechungen zu vermeiden.



T: Teilraumtiefe, B: Teilraumbreite

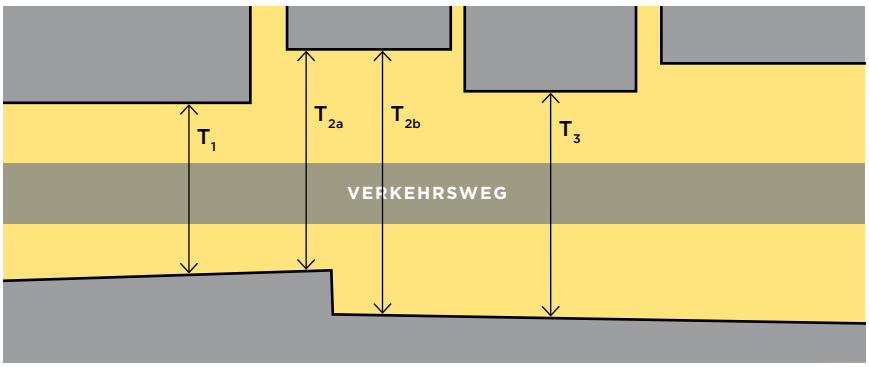
Es gilt:

$T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$

$B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$

$T_1 : T_2 \neq T_2 : T_3 \neq T_3 : T_4$

Zwischen gegenüberliegenden Baukörpern

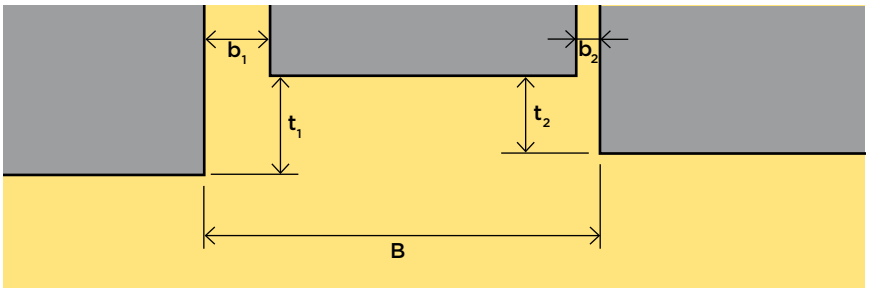


Auch hier gilt:

$T_1 \neq T_{2a} \neq T_{2b} \neq T_3$ etc.

Versatztiefe und Öffnungen

Die Versatztiefen sollen im Verhältnis zur Teilraumbreite ausreichend gross sein, jedoch die Hälfte der Teilraumbreite nicht überschreiten. Die Öffnungsbreiten orientieren sich wiederum an den Versatztiefen und sollen nicht grösser als diese, aber auch nicht kleiner als deren Hälfte sein.



Versatztiefe:
t = mind. 1/8 B
t = max. 1/2 B

Öffnungsbreite:
b = max. t
b = mind. 1/2 t
aber: $b_1 + b_2$ = max. 1/4 B

t: Versatztiefe, b: Öffnungsbreite, B: Teilraumbreite

Zur Gestaltung der Öffnungen bzw. Durchgänge siehe Seite 15.

Schrägstellung von Flächen

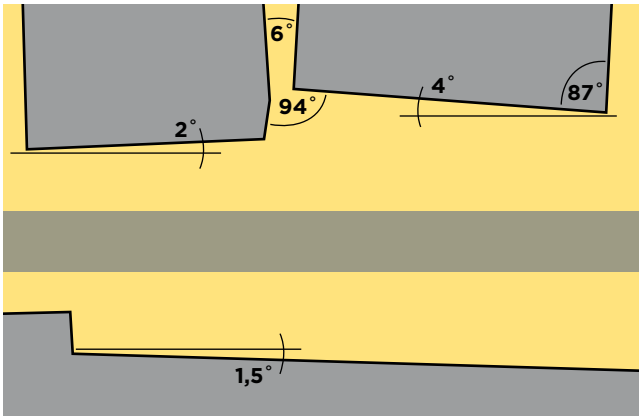
In einem bestimmten Rahmen ist es akustisch sinnvoll, Flächen nicht parallel sondern schräg zueinander zu stellen.

Dies betrifft insbesondere:
- verkehrsseitige Fassaden im Verhältnis zur „Fahrzeugwand“
- einander gegenüberliegende Fassaden, die den Verkehrsraum oder Öffnungen/Wege begrenzen

Abweichungen von wenigen Graden (bis etwa 5 Grad) wirken sich durchwegs positiv aus. Es ist günstig, solche geringfügigen und im Raum optisch kaum merkbaren Schrägstellungen vielfältig einzusetzen.

➜ Grössere Abweichungen (ab etwa 10 Grad) können zu komplexen, oft nachteiligen Effekten führen (unerwünschter Schallausbreitung, Brennpunktbildung) und schwächen die erforderliche Deutlichkeit der Raumdefinition.

Demgemäss soll auch bei Raumecken und Gebäudeecken die Entstehung von sehr spitzen oder stumpfen Winkeln vermieden werden. Empfehlenswert ist in beiden Fällen, sich am rechten Winkel zu orientieren und innerhalb einer Bandbreite von 82 bis 98 Grad zu bleiben.



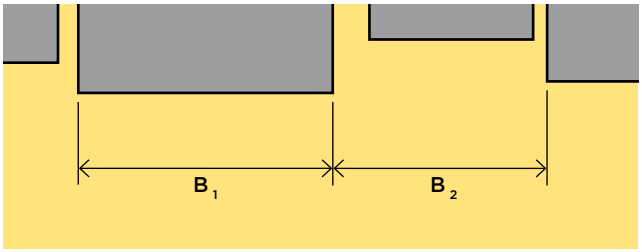
Die Abbildung zeigt aus akustischer Sicht günstige Schrägstellungen von Flächen zueinander. Berücksichtigt wurden dabei die Positionen der Fassaden in Bezug auf andere Fassaden ebenso wie in Bezug auf den Verkehrsweg (Fahrzeugwand).

Ausbildung von Unterräumen

Jeder Teilraum wird wiederum in Unterräume gegliedert. Je nach Grösse des Teilraums erfolgt diese räumliche Ausdifferenzierung in mehreren Stufen.

Das Prinzip der Ausbildung von Unterräumen soll auf die gesamte, den Verkehrsraum begrenzende Fassade angewendet werden, also auch auf die nicht parallel zum Verkehrsweg stehenden Fassadenteile und im Weiteren auch auf die Öffnungen zwischen den Baukörpern.

Unterraumbildung in Bezug auf die Horizontale

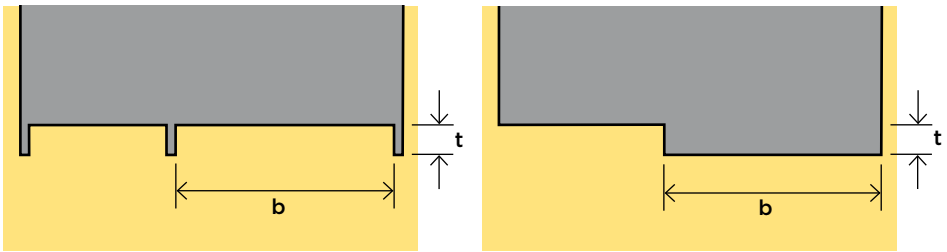


Ausgangspunkt für die Ausbildung von Unterräumen sind die Seitenlängen der Grundfläche des jeweiligen Teilraums (Teilraumbreite B).

Die Gliederung in Unterräume kann durch unterschiedlichste architektonische Elemente bzw. Arten der plastischen Ausformung der Fassade erreicht werden, wie durch Rippen, Vor- und Rücksprünge, Pilaster, ausgeprägte Fensterrahmen und vieles mehr.

Erste Stufe der Bildung von Unterräumen

Die Breite B des Teilraums (= Luftraums!) wird durch gliedernde Elemente an seinen vertikalen Begrenzungsflächen in 2 bis 5 Abschnitte (Unterräume) geteilt.



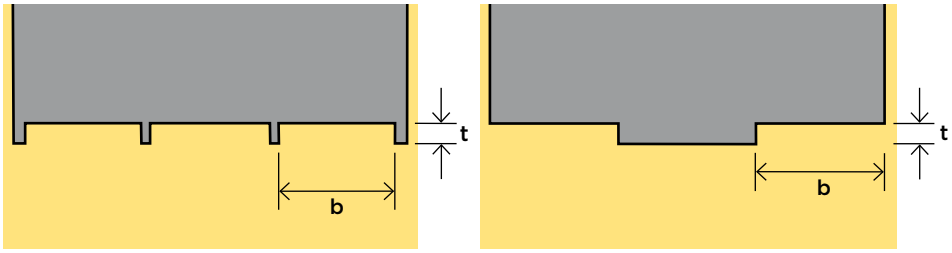
Es gilt:

Gliederungstiefe t = mind. 1/8 b

b: Unterraumbreite, t: Gliederungstiefe Unterraum

Die beiden Grundrisse oben zeigen Beispiele für die Ausbildung von Unterräumen durch Gliederung des Teilraums in zwei Abschnitte: links durch rippenartige Vorsprünge (Gliederungstiefe einheitlich auf Basis des längeren Abschnitts gewählt), rechts durch Versetzen der beiden Gebäudeabschnitte zueinander.

➜ Bei Aufteilung in eine geradzahlige Menge von Abschnitten: Längen so wählen, dass „komplexe“ Verhältnisse entstehen (siehe Seite 7).



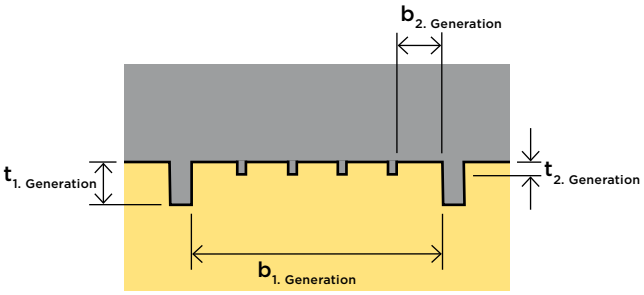
Es gilt:

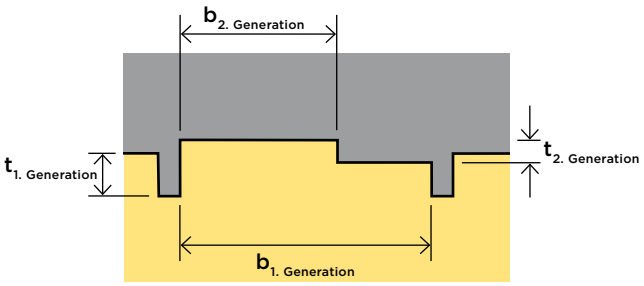
Gliederungstiefe t = mind. 1/8 b

Diese beiden Beispiele zeigen eine Aufteilung in gleich lange Abschnitte. Dies eignet sich nur für eine *ungerade* Anzahl von Abschnitten. Eine Aufteilung in unterschiedlich lange Abschnitte würde hier ebenso funktionieren.

Weitere Stufen der Bildung von Unterräumen

Der oben beschriebene Vorgang der Gliederung wird wiederum auf die entstandenen Unterräume angewendet und so oft wiederholt, bis die Seitenlänge jedes Unterraums weniger als 2,5 Meter misst. Auch kleinere Unterräume sind aus akustischer Sicht vorteilhaft.





Der Grundriss links zeigt die Gliederung eines Unterraums („1. Generation“) in fünf untergeordnete Unterräume („2. Generation“) durch rippenartige Strukturen.

Das zweite Beispiel zeigt die Gliederung eines Unterraums in zwei untergeordnete Unterräume durch Versetzen der Gebäudeabschnitte zueinander. Bei Aufteilung des Unterraums in eine geradzahlige Menge von Abschnitten sollen diese wiederum ungleich lang sein und die Längen zueinander in „komplexen“ Verhältnissen stehen (siehe Seite 7).

Es gilt:

$t_{2.\ Generation}$ = mind. 1/8 $b_{2.\ Generation}$

$t_{2.\ Generation}$ = max. 1/2 $t_{1.\ Generation}$

Wie in der Gestaltung von Teilräumen ist es auch bei der Bildung von Unterräumen akustisch sinnvoll, das Prinzip „Prägnant, aber nicht starr!“ anzuwenden und starre Verschneidungen und prominente Ecken aufzulockern.

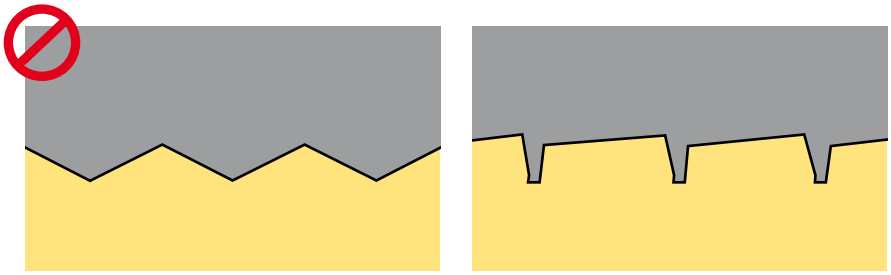


Beispiele von Auflockerungen „starrer“ Ecken, bei der die Ecken ihre räumliche Deutlichkeit behalten.

Schrägstellung von Flächen

Eine leichte Schrägstellung von Flächen um wenige Grade (bis ca. 5 Grad) wirkt sich auch im Rahmen der Unterraumbildung positiv aus. Es ist günstig, solche geringfügigen Abweichungen vielfältig einzusetzen und damit die Starrheit einer streng am rechten Winkel orientierten Anordnung aufzuweichen.

➜ Wie in der Teilraumbildung können stärkere Schrägstellungen (ab etwa 10 Grad) zu nachteiligen Effekten führen (unerwünschter Schallausbreitung, Brennpunktbildung) und die erforderliche Deutlichkeit der Raumdefinition schwächen. Gleiches gilt für sehr spitze und stumpfe Winkel: Es ist empfehlenswert, sich am rechten Winkel zu orientieren und innerhalb einer Bandbreite von 82 bis 98 Grad zu bleiben.



Schrägstellungen wie die Zickzack-Fassade im Grundriss links gewährleisten als alleiniges Gestaltungsmittel noch keine hinreichend gute Unterraumbildung. Wie im Fall einer flachen Fassade sind zusätzlich ausgeprägte Gliederungen erforderlich.

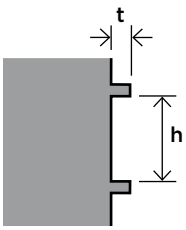
Unterraumbildung in Bezug auf die Vertikale

Auch die Gliederung in Bezug auf die Vertikale soll genützt werden, um eine grösstmögliche Vielfalt an Unterräumen zu schaffen. Es gelten dieselben Gliederungsprinzipien wie in Bezug auf die Horizontale.

Die Gliederung kann durch unterschiedlichste architektonische Elemente bzw. Arten der plastischen Ausformung der Fassade erreicht werden, wie durch Gesimse, Querrippen, Vor- und Rücksprünge, ausgeprägte Fensterrahmen, Balkone und vieles mehr.

Erste Stufe der Bildung von Unterräumen in Bezug auf die Vertikale

Die vertikalen Begrenzungsflächen des Teilraums werden durch gliedernde Elemente in 2 bis 7 Abschnitte (Unterräume) geteilt.



t: Gliederungstiefe Unterraum, h: Unterraumhöhe (Schnitt)

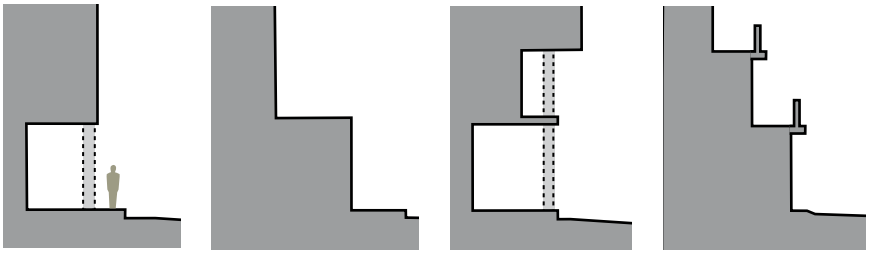
Es gilt:

Gliederungstiefe t = mind. 1/8 h

Die weiteren Stufen der Bildung von Unterräumen in Bezug auf die Vertikale

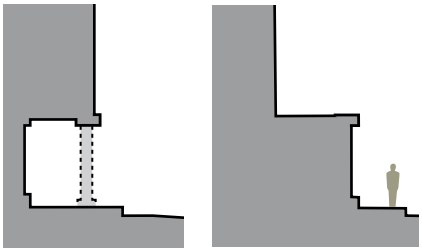
Der oben beschriebene Vorgang der Gliederung wird wiederum auf die entstandenen Unterräume angewendet und so oft wiederholt, bis Geschosshöhe bzw. eine Höhe von 3 Meter oder weniger erreicht ist. Auch kleinere Unterräume sind aus akustischer Sicht günstig.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, prägnante Gliederungen bzw. vielfältige Unterräume zu erreichen. Besonders effektiv ist ein nach innen oder aussen versetztes Erdgeschoss.



Die Schnitte oben zeigen eine kleine Auswahl aus der Vielzahl von Möglichkeiten, Geschosse gegeneinander zu versetzen und auf diese Weise akustisch gut funktionierende Aussenfassaden zu gestalten.

➜ Die Gliederungsregeln für Unterräume gelten auch für zurückversetzte Volumen (wie zum Beispiel Laufgänge).



Auch für die Ausbildung von Unterräumen über die Vertikale kann das Prinzip „Prägnant, aber nicht starr!“ gewinnbringend angewendet werden.

➜ Besondere Aufmerksamkeit verdienen Unterräume, die dem Aufenthalt dienen sollen (Stichwort: Nahfeld). Die differenzierte Unterraumbildung und Materialisierung (siehe Seite 20) ist hier besonders wichtig und sollte – analog zur Raumgrösse – noch feingliedriger ausfallen. Das betrifft in diesem Kontext Orte wie Loggien, Laufgänge („Lauben“) oder Vorplätze.

Öffnungen zwischen den Baukörpern

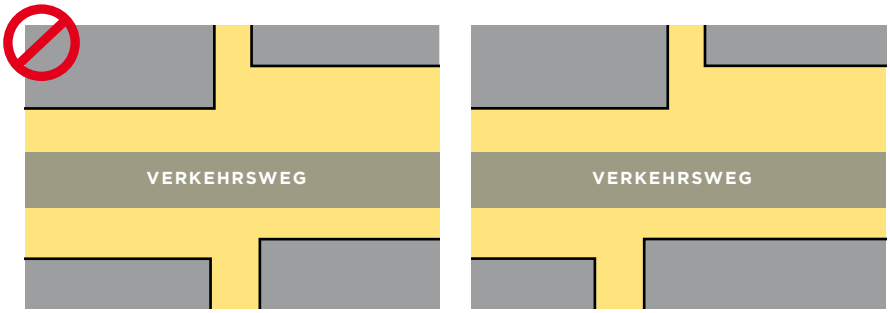
Der hier vorgestellte Ansatz zur Bebauung an Verkehrswegen ermöglicht es, gezielt Öffnungen und Durchgänge zwischen und in den Baukörpern zu schaffen. Diese stärken die Verbindungen im städtischen Gewebe und können selbst als Orte interessant sein.

➜ Voraussetzung für das akustische Funktionieren ist die geeignete Platzierung und detaillierte Gliederung bzw. Ausgestaltung der Öffnungen.

Öffnungen zwischen den Baukörpern sind als eigene Teilräume zu betrachten. Dementsprechend kommt auch hier das Prinzip der Ausbildung von vielfältigen Unterräumen zur Anwendung.

Platzierung der Öffnungen

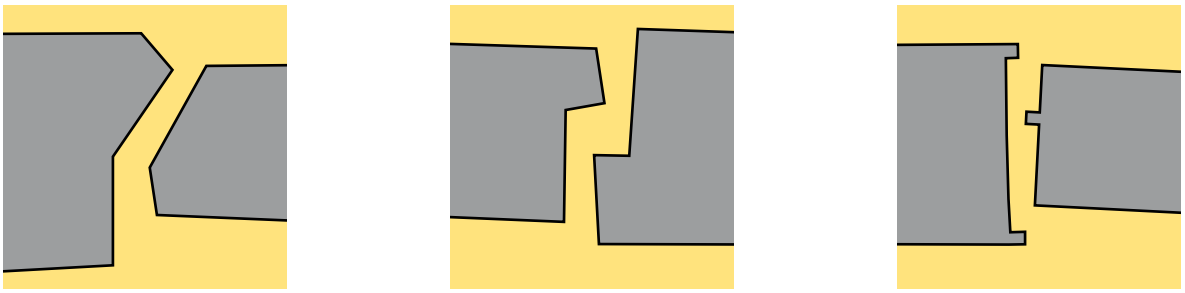
Die Platzierung der Öffnungen folgt den Regeln der Teilraumbildung (siehe Seite 8). Zusätzlich gilt die Regel: Einander gegenüberliegende Öffnungen sind zu vermeiden.



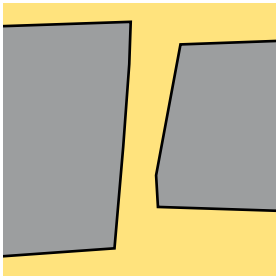
Bei beidseitiger Bebauung des Strassenraums ist es akustisch zielführend, Öffnungen versetzt zueinander anzuordnen, wie in der rechten Abbildung gezeigt.

Grundform der durch die Öffnungen gebildeten Teilräume (im Grundriss)

Die besten Resultate in Bezug auf den Schutz der verkehrsabgewandten Gebäudeseite vor Verkehrslärm gewährleisten Durchgänge, die keine direkten Sichtlinien zulassen. Dies wird erreicht, indem man die geometrische Anlage entsprechend wählt oder mit ausreichend dimensionierten Gliederungen arbeitet.



Die Abbildungen oben zeigen, wie direkte Sichtlinien zur anderen Gebäudeseite vermieden werden können. So oder ähnlich gestaltete Durchgänge gewährleisten die beste akustische Trennung der Aussenräume an beiden Seiten der Bebauung.



Bei Öffnungen mit direkter Sichtlinie ist es besonders wichtig, durch differenzierte Ausgestaltung das Entstehen einer Kanalwirkung zu verhindern. Im Allgemeinen kann dies durch die Gliederung des Teilraums in Unterräume erreicht werden.

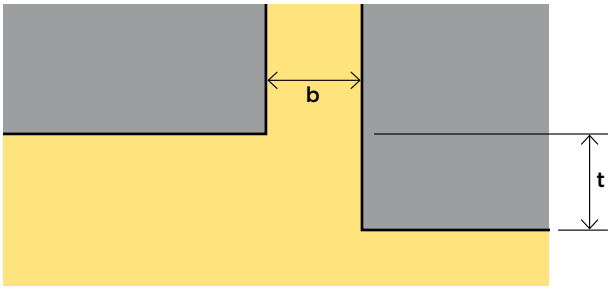
Wie bei allen Teilräumen gilt auch für Öffnungen, dass die leichte Schrägstellung einander zugewandter Flächen und geringfügige Abweichungen vom rechten Winkel sinnvoll sind (siehe Seite 10). Dies gilt besonders bei bestehen bleibender Sichtlinie.

➜ Leichte Ungleichmässigkeiten haben generell günstige Auswirkungen auf die akustischen Eigenschaften der durch die Bebauung entstehenden Räume. Es ist dabei darauf zu achten, dass solche „organischeren" Ausformungen nicht auf Kosten der Prägnanz gehen.

Gestaltung der Öffnungen in Einzelschritten

Breite der Öffnungen

In Bezug auf die Öffnungsbreite ist zu beachten, dass es aus akustischer Sicht günstige und ungünstige Massverhältnisse zwischen der Breite b und der Tiefe t des Öffnungsraums gibt.

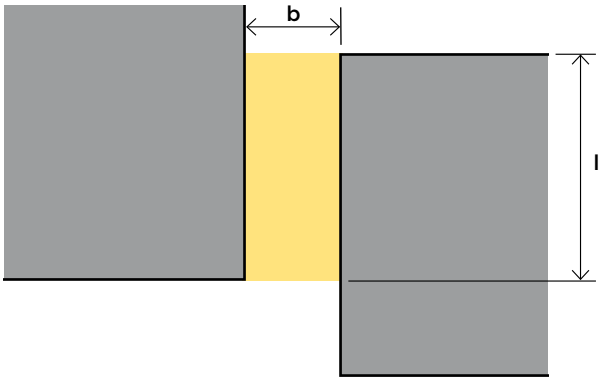


Öffnungsbreite:
b = max. t
b = mind. 1/2 t

b: Öffnungsbreite, t: Versatztiefe

➜ Akustisch gut funktionierende Versatztiefen können im Rahmen der Teilraumbildung bestimmt werden (siehe Seite 10).

Grundform des Öffnungsraums

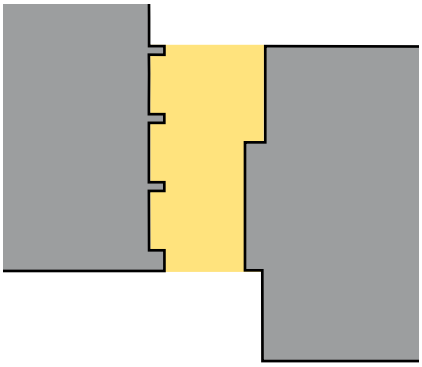


Für b : l vorteilhaft sind ungeradzahlige und komplexe Verhältnisse (2 : 9, 3 : 10, 8 : 21 etc.), ungünstig sind hingegen geradzahlige bzw. einfache Verhältnisse (1 : 2, 1 : 4 etc.).

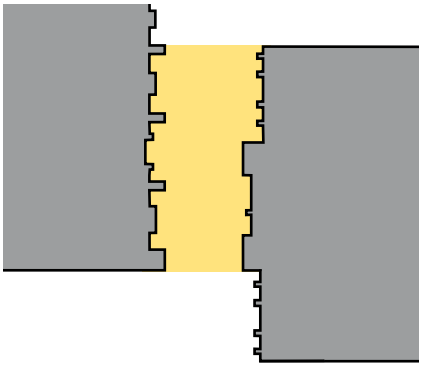
b: Öffnungsbreite, l: Öffnungslänge

Unterraumbildung durch Ausbildung der Fassaden

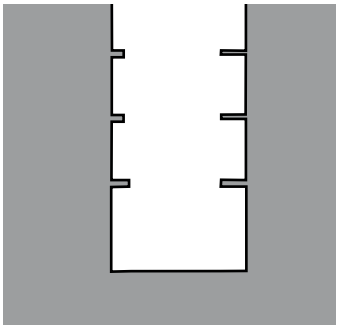
Die Gliederung der Öffnungsräume/Durchgänge durch Bildung von Unterräumen ist entscheidend, um zu verhindern, dass diese Öffnungen zu akustisch nachteiligen Kanälen werden, und um zu erreichen, dass im Bereich der abgewandten Gebäudeseite eine gute akustische Situation entsteht. Die Unterraumbildung soll nach dem ab Seite 11 beschriebenen Muster erfolgen, sowohl in Bezug auf die Horizontale als auch die Vertikale.



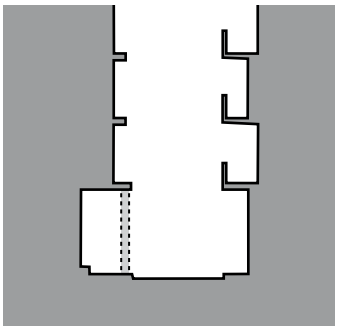
Der Grundriss links zeigt die Unterraumbildung in einem Öffnungsraum in Bezug auf die Horizontale mittels vertikaler Gliederungen (erste Generation von Unterräumen). Die beiden Baukörper sind derart gegliedert, dass ihre Abmessungen keine direkten oder geradzahligen Entsprechungen aufweisen und vielfältige Raumvolumen entstehen. Beim linken Gebäude wurde dafür die Fassade durch Rippen in drei gleiche Abschnitte unterteilt, rechts wurden durch Versetzen von Gebäudeabschnitten zwei unterschiedliche Bereiche geschaffen.



Dieser Grundriss demonstriert die weitere Gliederung der Unterräume nach denselben Prinzipien (zweite Generation von Unterräumen).



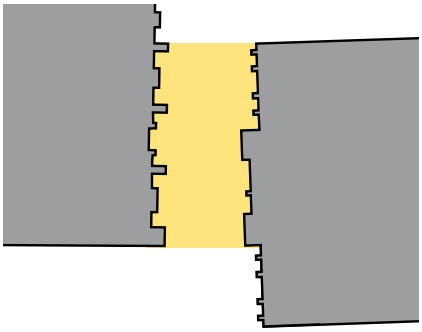
Anders als bei der Unterraumbildung in Bezug auf die Horizontale, ist es für die Vertikale akustisch vorteilhaft, gliedernde Elemente auf beiden Durchgangsseiten direkt einander gegenüber zu positionieren und auf diese Weise Abschnitte bzw. eine räumliche Staffelung über die Höhe zu schaffen. Dies ist im Schnitt links beispielhaft dargestellt. Es ist empfehlenswert, Abschnitte unterschiedlich hoch zu gestalten, zumindest aber die Höhen von Erdgeschoss und Obergeschossen deutlich zu unterscheiden.



Akustisch ebenfalls vorteilhaft ist es, die durch die vertikale Gliederung entstehenden Unterräume so auszubilden, dass unterschiedliche Öffnungsbreiten entstehen, wie im unteren Schnitt ersichtlich ist.

Eine detailreiche Ausgestaltung der Fassaden ist auch hier sinnvoll. Beste Ergebnisse werden erzielt, wenn die gegenüberliegenden Fassaden unterschiedlich ausformuliert werden. Dies betrifft nicht nur Details der Strukturierung, sondern auch Texturen und Materialien (siehe Seite 20).

Schrägstellung



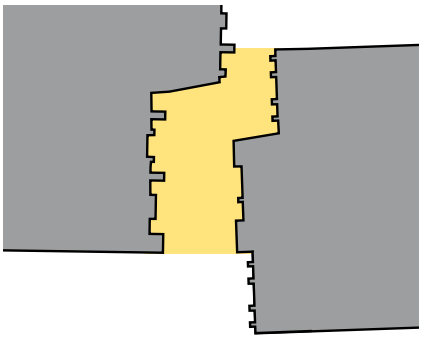
Geringfügige Schrägstellungen von Flächen zueinander sind akustisch sinnvoll. Im Gegensatz zu starken Schrägstellungen sind sie problemlos einsetzbar. Hier: linker Baukörper 1 Grad im Uhrzeigersinn gedreht, rechter Baukörper 2 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht, ergibt in Summe eine Schrägstellung von 3 Grad. Auch einzelne Flächen oder Abschnitte können leicht schräg gestellt werden.



Dreidimensionale Darstellung des oben gezeigten Grundrisses und des ersten auf Seite 17 abgebildeten Schnitts.

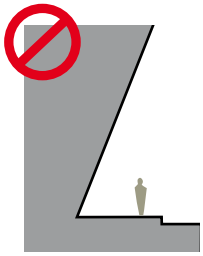
Akustische Optimierung durch Reduzierung der Sichtlinie

Öffnungen ohne direkte oder mit eingeschränkter Sichtbeziehung zur anderen Gebäudeseite bieten die beste akustische Trennung der beiden Seiten der Bebauung.



Vorsicht mit bestimmten Formen

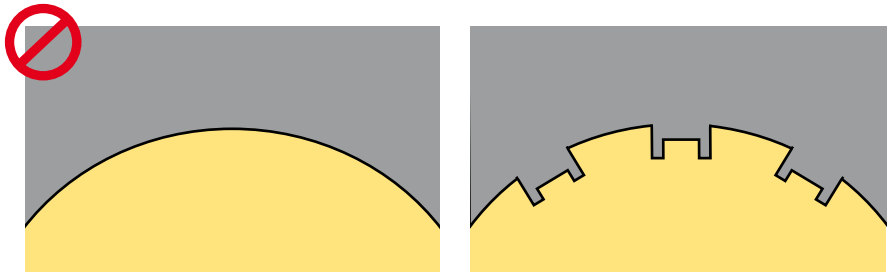
Geneigte Flächen



Vorgeneigte Flächen sind aus akustischer Sicht heikel. Generell sollte die Neigung auf maximal 10 Grad beschränkt bleiben und mit prägnanten horizontalen Gliederungen kombiniert werden.

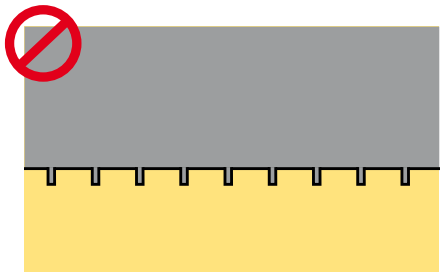
Bogenförmige Grundrisse

Grossformale konkave Formen bilden Brennpunkte und Flüsterwege, die akustische Probleme verursachen. Daher sollten diese Formen immer mit ausgeprägten Gliederungen kombiniert werden, das heisst es ist empfehlenswert, in solchen Fällen höhere Werte als die oben genannten Mindestwerte für Gliederungstiefen zu wählen.



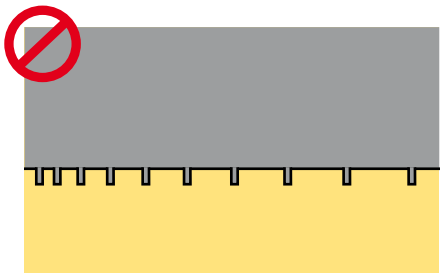
Konvexe Formen sind etwas weniger problematisch, aber je nach Positionierung wird die erforderliche Deutlichkeit der Raumdefinition geschwächt. Daher sollten auch konvexe Formen immer mit ausgeprägten Gliederungen kombiniert werden.

Zu viel vom selben



Vielfache Repetitionen derselben Masse, Elemente, Formen und Materialien sind zu vermeiden, da sie auf Kosten der erforderlichen Vielfalt gehen.

Dynamische Verläufe



Dynamisch wachsende oder abnehmende Abstände zwischen Gliederungselementen bzw. Strukturen sind ungünstig, weil sie im Gesamtkontext nicht die nötige Prägnanz für die Raumbildung haben. Für die Versatztiefe der Elemente bzw. Strukturen gilt dasselbe.

Texturen und Materialien

Über Texturen und die Materialisierung wird die Raumbildung bis in den Kleinstbereich fortgeführt. Eine Komposition von akustisch vielfältig wirksamen Texturen und Materialien ist für ein optimales Ergebnis wichtig.

Faustregeln:

- Je gleichförmiger das Reflexionsverhalten von Schall an einem Material ist, desto wichtiger ist die Kombination mit Materialien, die deutlich andere Eigenschaften besitzen, sowie die Arbeit mit Texturen.
- Je vielfältiger das Reflexionsverhalten von Schall an einem Material oder einer Textur ist, desto eher sind auch grössere Flächen einsetzbar.

Akustisch besonders gleichförmig reagieren glatte Oberflächen und weitgehend homogene Materialien, zum Beispiel Glas, Aluminium oder bestimmte Beton- und Kunststeinsorten. Solche Flächen führen in der Häufung zu starken Monotonien und sollten daher mit akustisch vielfältig reagierenden Materialien und Texturen kontrastiert werden. Zu den akustisch vielfältig reagierenden Materialien zählen viele natürliche Materialien, wie Naturgips, Kalk, Holz, Sandstein, Ziegel, Lehm etc. Solche Materialien grossflächiger zu verwenden ist meist kein Problem, wenngleich vielfältige Kombinationen die besten Resultate ergeben.

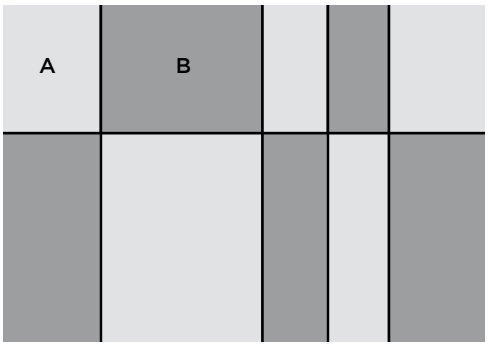
Texturen und Kleinstrukturen tragen zu einer günstigen Vielfalt bei und sind daher empfehlenswert. Sie sind unter anderem ein geeigneter Kontrast zu glatten Flächen.

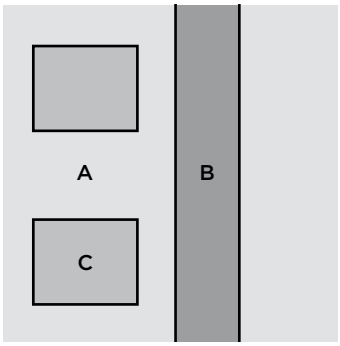
➜ Besondere Vorsicht ist bei Glas geboten: Stärker als die meisten Materialien färbt Glas den Raumklang monoton ein und verursacht dadurch akustische Probleme. Hier ist der Kontrast mit vielfältig reagierenden Materialien und Texturen besonders wichtig. Es ist zudem empfehlenswert, Glasscheiben unterschiedlich zu dimensionieren, um Scheiben mit unterschiedlichen Resonanzeigenschaften und damit vielfältigen Klangeigenschaften zu erhalten. Tendenziell haben kleine Glasscheiben akustisch „gutmütigere“ Eigenschaften als grosse. Eine sinnvolle Variante sind Fenster, deren Glasflächen durch plastische Sprossen gegliedert sind.

Zu grosse Flächen desselben Materials wirken akustisch ungünstig, insbesondere bei glatter, homogener Materialisierung.



Akustisch gut wirken Verschränkungen, selbstverständlich auch unter Verwendung von mehr als zwei Materialien/Texturen.





Zum Beispiel bildet eine stark strukturierte Ziegelmauer akustisch einen guten Kontrast zu Glas, wie im Grundriss unten skizziert.

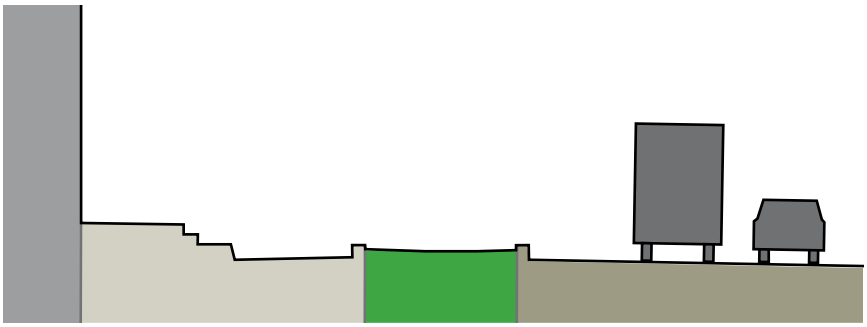


Boden

Die Bodenfläche – als weitere Begrenzung des Resonanzraumes – trägt viel zur akustischen Qualität des Aussenraumes bei. Deren differenzierte Gestaltung ist daher wichtig, gerade auch zwischen Bebauung und Verkehrsweg. Mit einer geeigneten Bodengestaltung lassen sich Bereiche akustisch verdeutlichen und auf diesem Weg gute Anhaltspunkte für vielfältige Nutzungen des Raumes schaffen.

Bildung von Unterräumen

Wie die vertikalen Baukörper soll auch der Boden zur Bildung von Unterräumen genützt und dementsprechend gegliedert werden. Auch hier sind vielfältige Masse und Proportionen bzw. komplexe Verhältnisse (siehe Seite 7) von Vorteil, abgestimmt auf die Masse der Teilräume (siehe Seite 8), im Idealfall sogar der Gebäudegliederungen. Ziel ist es, mit der Bodengestaltung die Vielfalt an differenzierbaren Unterräumen weiter zu mehren, zum Beispiel durch Abstufungen, wie im folgenden Schnitt zu sehen.

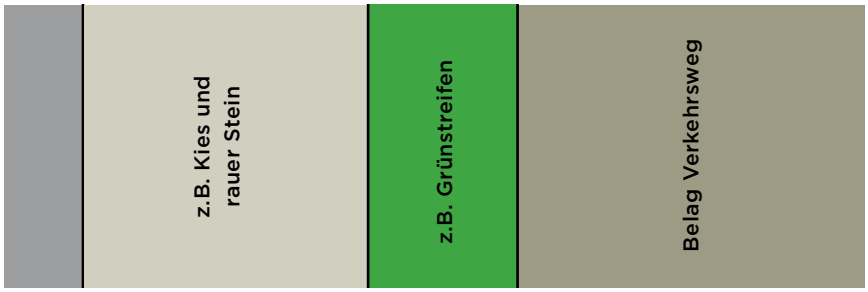


Die räumliche Gliederung des Bodens kann nach den Regeln zur Ausbildung von Unterräumen vorgenommen werden (siehe Seite 11). Je nach Grösse der durch die Bodengliederung gebildeten Unterräume können auch hier mehrere Generationen der Unterraumbildung zielführend sein.

Texturen und Materialien

Für die Materialisierung des Bodens gelten im Prinzip dieselben Grundsätze wie für die Fassadengestaltung (siehe Seite 20). Glatte Oberflächen und akustisch gleichförmige Materialien sollen mit Belägen kombiniert werden, die vielfältigere oder gegensätzliche akustische Eigenschaften besitzen.

Akustisch vorteilhaft ist Abwechslung in der Bodengestaltung zwischen Verkehrsweg und Bebauung, hier im Grundriss schematisch skizziert.



Vom Verkehr abgewandte Gebäudeseiten und Innenhöfe

Es ist empfehlenswert, vom Verkehr abgewandte Gebäudeseiten und Innenhöfe ebenfalls nach den hier vorgestellten Prinzipien zu gestalten und sie als gut gegliederte, ausbalancierte Räume mit vielfältigen Teil- und Unterräumen auszubilden.

Vorteile

Durch die differenzierte Raumbildung nach akustischen Kriterien werden Umgebungen resistenter gegen Lärm von aussen. Als ausbalancierte Resonanzräume sind sie robuster gegen die Aufschaukelung einzelner Frequenzen, auch im Tieffrequenz-Bereich. Es kommt unter anderem weniger häufig zu störenden Dröhneffekten.

Gleichzeitig sind so gestaltete Umgebungen resistenter gegen Lärm von innen. Durch die räumlich-akustische Gestaltung können sich zum Beispiel auf Plätzen oder in Innenhöfen Bereiche bilden, die sich in ihrem Charakter unterscheiden. Der Gesamtraum bleibt wahrnehmbar, während gleichzeitig das jeweilige Nahfeld als Teilbereich gestärkt wird und „Halt“ bekommt. So entsteht mehr Raum für unterschiedliche Nutzer bzw. Nutzungen ohne gegenseitige Störung.

Das Prinzip der akustisch ausgleichenden Anordnung lässt sich auf diese Weise ausbauen und fortsetzen, zum Vorteil der gesamtstädtischen Entwicklung.

Anhang:

Hintergrund und Grundlagen des Gestaltungsansatzes

Zur Entstehung des Leitfadens

Der hier vorliegende Leitfaden macht einen neuen Ansatz der Resonanzraumgestaltung zugänglich, mit dessen Entwicklung wir 2002 begonnen haben und der sich seit vielen Jahren in den unterschiedlichsten Umgebungen bewährt. Dieser Gestaltungsansatz bildet das Fundament unserer Arbeit an Innenräumen und Stadträumen. Unsere architektonischen Werke sind konsequent ausgehend von der Wirkungsweise des Raums als Resonanzraum gedacht, geplant und gestaltet (und daher niemals gedämpft oder abgeriegelt). Raumbildung im Sinne von Instrumentenbau: eine präzise Komposition aus Geometrien und Proportionen, in ausgeprägter Plastizität, die den Raum und damit auch den Raumklang formt und stimmt.

Der vorgestellte Gestaltungsansatz bietet über die bisherige Planungspraxis hinaus neue Möglichkeiten für die Gestaltung von akustisch hochwertigen Umgebungen. Auf ökonomische Weise lassen sich damit unter anderem erreichen: markante Absenkungen des Schallpegels, auch bei tieffrequentem Dröhnen und Luftvibrationen; eine angenehme klangliche Dynamik mit relativ kleiner Differenz zwischen Grundgeräuschpegel und Pegelspitzen; die akustische Entflechtung von unterschiedlichen Raumbereichen, ohne sie baulich voneinander abzuriegeln; ein ausbalanciertes, transparentes Klangbild, das die räumliche Orientierung und das Lokalisieren und Einschätzen von Ereignissen erleichtert; Räume und Umgebungen mit authentischem Klang und stimmiger Gesamtwirkung.

Zum Ursprung des Gestaltungsansatzes

Der Gestaltungsansatz hat seine Basis in unserer mehrjährigen Grundlagenforschung zu den Zusammenhängen von Architektur/Städtebau und der akustischen Qualität von Umgebungen. Dabei konnten wir auf unseren Ausbildungen und unserer Berufserfahrung als Komponisten, Sound Designer, Instrumentenbauer und Akustiker aufbauen.

Unsere Forschung bezog sich insbesondere auf grosse, gemeinschaftlich genutzte Innen- und Aussenräume und umfasste unterschiedliche Arbeits- und Betrachtungsebenen: physikalisch-akustische Grundlagen, erkenntnistheoretische und psychologische Grundlagen, architekturtheoretische Grundlagen, Bauformen aus unterschiedlichen Epochen, Techniken des Urban Design, physische Modellanordnungen und zahlreiche Feldforschungsprojekte in europäischen Städten. Wichtige Entwicklungsgrundlagen waren insbesondere die (klassisch ausgerichtete) Konzertsaalakustik und der Musikinstrumentenbau. In Bezug auf den Aussenraum bot für uns im Weiteren die Arbeit des Cresson (Centre de re-

cherches sur l'espace sonore et l'environnement urbain) hilfreiche Anhaltspunkte. Das französische Institut in Grenoble beschäftigt sich seit den 1970er Jahren interdisziplinär mit den Zusammenhängen zwischen der gebauten Umgebung und ihrem Klang. In verschiedenen Publikationen des Instituts sind für den Städtebau relevante akustische Phänomene dargestellt (zum Beispiel in: *A l'écoute de l'environnement. Répertoire des effets sonores*, hg. Jean-François Augoyard und Henry Torgue, Marseille 1995).

Die jahrelange praktische Arbeit in der akustischen Planung und Gestaltung hat uns die kritische Überprüfung und kontinuierliche Weiterentwicklung der Ansätze und Lösungen ermöglicht. Die entscheidenden Kriterien sind für uns dabei die Nutzbarkeit und die Gesamtwirkung von Umgebungen, sowie das Wohlbefinden der Nutzer, seien es Menschen oder Tiere.

Städtebau ist Resonanzraumgestaltung

Stärker als allgemein angenommen, wird der Klang städtischer Umgebungen von gebauten Resonanzräumen geprägt. Wie im Hauptteil des Leitfadens bereits angesprochen, bildet jeder ganz oder teilweise umbaute Raum einen Resonanzraum mit spezifischen akustischen Eigenschaften: Die Grösse, Ausformung, Proportionen und Materialisierung eines Raums definieren seine Auswirkungen auf die Amplituden von Schallwellen und auf ihre Ausbreitungsmöglichkeiten.

Urbane Umgebungen bestehen aus Resonanzräumen sehr unterschiedlicher Grössenordnungen: von Räumen, wie sie durch die Anordnung von Bauwerken definiert werden, über Räume und Teilräume, wie sie durch Wände oder Gebäudeteile gebildet werden, bis hin zu kleinen und kleinsten Räumen, wie sie durch plastische Fassadendetails oder Oberflächentexturen entstehen. Die Komposition bzw. das Zusammenwirken dieser verschiedenen, ineinander verschachtelten Resonanzräume ist ausschlaggebend für die akustische Wirkung eines Raums.

Allgemein gesprochen, erweisen sich vielfältige, ausbalancierte Resonanzraum-Kompositionen als akustisch vorteilhaft, während monotone Resonanzräume zu akustischen Problemen führen. Monotone Resonanzräume verursachen eine überproportionale Betonung einzelner Schallfrequenzen (Grund- und Oberschwingungen). Der Schalldruck dieser Frequenzen kann den Grundpegel schnell um das Hundertfache übersteigen (also etwa 20 Dezibel), was auch den Gesamtschallpegel erhöht. Weiters können monotone Resonanzräume zu akustischer Intransparenz und anderen unangenehmen klanglichen Wirkungen führen. Es ist unsere Erfahrung, dass durch monotone Resonanzräume selbst leise und/oder klanglich gut gestaltete Quellen in einem Umfeld störend wirken und zum Problem werden können.

Demgegenüber lässt sich beobachten, dass ausbalancierte Resonanzräume zu geringeren Schallpegeln führen, das Entstehen von Dröhnen verhindern, sowie akustische Transparenz, ein vielfältiges Klangbild und die gute Lokalisierbarkeit und Identifizierbarkeit von Ereignissen ermöglichen.

Betrachtet man die akustisch ungünstige Wirkung von monotonen Resonanzräumen und die überaus positive Wirkung von vielfältigen, ausbalancierten Resonanzräumen, wird deutlich, dass es nicht nur sinnvoll, sondern notwendig ist, über die Schallquellen hinaus auch die sie umgebenden Resonanzräume zu betrachten und differenziert zu gestalten. Um zu akustisch angenehmen Umfeldern zu gelangen, sind Architektur, Städtebau und Raumplanung in neuer Weise gefordert. Gleichzeitig erhalten Planer und Gestalter in diesen Bereichen neue, leistungsfähige Ansätze, Werkzeuge und Argumente, die dazu beitragen, zu Gesamtwirkungen zu gelangen, die im Lichte der Nutzungs- und Wahrnehmungsrealität Bestand haben.

Vorteilhafte Resonanzräume durch geeignete Geometrien

Wie lassen sich in der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung die wünschenswerten vielfältigen und ausbalancierten architektonische Resonanzräume erreichen?

Über die Planung der Zusammensetzung der Raummasse in allen Grössenordnungen – also über die Geometrie – sind die akustischen Eigenschaften eines Innen- oder Aussenraums in Bezug auf das gesamte Schallfrequenzspektrum differenziert gestaltbar. Durch die Raumgeometrie werden Luftsäulen definiert, die mitschwingen (resonieren), sobald sie angeregt werden. Hierfür ist hilfreich zu wissen, dass Schall (für den Menschen hörbare mechanische Schwingungen) eine grosse Bandbreite unterschiedlicher Frequenzen umfasst. In der Luft reichen die Wellenlängen von als Ton wahrnehmbaren Schwingungen von etwa 20 Meter (17 Hertz) bis etwa zwei Zentimeter (17000 Hertz). Schallereignisse in der Alltagsumgebung bestehen im Normalfall aus einer Vielzahl unterschiedlicher Frequenzen (Partialschwingungen) mit entsprechend unterschiedlichen Wellenlängen.

So betrachtet, steht jedes Raummass – jede Distanz zwischen Begrenzungen – in einem konkreten Verhältnis zu Schallfrequenzen bzw. ihren jeweiligen Wellenlängen. Wenn Raummass und halbe Wellenlänge (Phasenlänge) gleich sind oder die Wellenlänge einer ganzzahligen Teilung des Raummasses entspricht, wird diese Frequenz – bildlich gesprochen – begünstigt (Grund- und Oberschwingungen); wenn Raummass und Wellenlänge die grösstmögliche Ungleichheit aufweisen, wird diese Frequenz verhindert. Das Verhältnis eines Raummasses zur Mehrzahl der Schallfrequenzen des Gesamtspektrums liegt zwischen diesen beiden Extremen.

Dementsprechend führen die vorhandenen Raummasse und ihre Konstellationen im Gesamtsystem zu den akustischen Grundeigenschaften des Raums, mit frequenzspezifischen Resonanz- und Auslösch-Eigenschaften bzw. Grund-/Obertonfrequenzen einerseits und im Spektrum abgesenkten „Lochfrequenzen" andererseits.

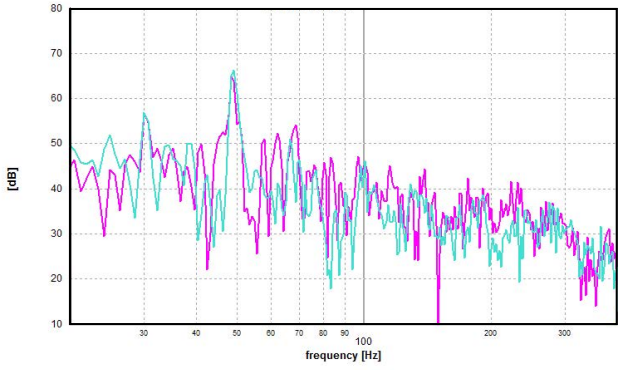
Je grösser und gleichförmiger die Luftsäulen sind, die sich aufgrund der Raumgeometrie ergeben, desto stärker beeinflussen sie das akustische Gesamtsystem der Umgebung. Grosse gleichförmige Luftsäulen entstehen zum Beispiel zwischen grossen

parallelen Flächen bzw. in gross dimensionierten „Kanälen“. Verkehrsräume, die durch grossflächige, ungegliederte Baukörper (Gebäude, Mauern etc.) begrenzt sind, bilden solche Kanäle. Die entstehenden Luftsäulen lassen sich durch Schallquellen wie Fahrzeuge leicht anregen; zwischen den parallelen Begrenzungsflächen bilden sich „stehende Wellen“ quer zur Fahrtrichtung, die mit wenig Energieverlust den Kanal füllen. Dies ist einer der Gründe, warum in solcherart umbauten Verkehrsräumen Fahrzeuge länger und aus grösserer Distanz zu hören sind als in vielfältig gegliederten Umgebungen. Dazu kommt, dass mit jeder Anregung der (monotone) Raumklang hörbar wird und die Fahrzeug- oder Umgebungsgeräusche dadurch an Vielfalt verlieren.

Als Faustregel für die Gestaltung guter (nicht-monotoner) Resonanzräume kann daher gelten, dass geometrische Monotonien in allen Grössenordnungen vermieden werden sollten. Ein rein chaotisch gestalteter Raum ist jedoch keine gute Lösung, da eine solche Umgebung für Nutzer nur mit Anstrengung erfassbar ist. Zudem erweist es sich in der Planung als schwierig, in solchen formalen Konstellationen versteckte Monotonien und ähnliche akustisch relevante Nachteile zu erkennen und auszuschliessen.

Akustisch und städtebaulich besteht die Herausforderung, eine gute Balance zwischen Regelmässigkeit und Prägnanz auf der einen Seite und Vielfalt auf der anderen Seite zu finden. Von Vorteil ist eine ausgewogene Komposition von kontrastierenden und sich ergänzenden raumgeometrischen Verhältnissen bzw. Luftsäulen in allen schallrelevanten Grössenordnungen. In der Sprache dieses Leitfadens sind dies aufeinander abgestimmte Teilräume, Unterräume mehrerer Generationen und Kleinsträume. Aufgrund der Oberschwingungseigenschaften von Schall ist es zielführend, beim Analysieren ebenso wie beim Entwerfen bei den Grundtönen zu beginnen und vom Grossen ins Kleine zu arbeiten.

Über die lärmmindernde Wirkung einer nach solchen Prinzipien gestalteten Architektur hinaus erhält die Umgebung einen ausgeprägten akustischen Charakter und erleichtert dem Menschen das Erfassen von Raum und Situation. Dies ist auch für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen relevant, da Luftdruckschwankungen nicht nur über die Ohren, sondern zum Beispiel auch über die Haut registriert werden können.



Um ausbalancierte Resonanzräume zu schaffen, arbeiten wir in unseren Planungen für bestehende Umgebungen standardmässig mit Spektralanalysen. Sie ermöglichen eine differenzierte Betrachtung des gesamten Schallspektrums bzw. von Einzelfrequenzen und helfen, Monotonien und andere Problemursachen zu erkennen, insbesondere bei gleichzeitiger Betrachtung der Geometrie (gross- und kleinformal) der Umgebung.

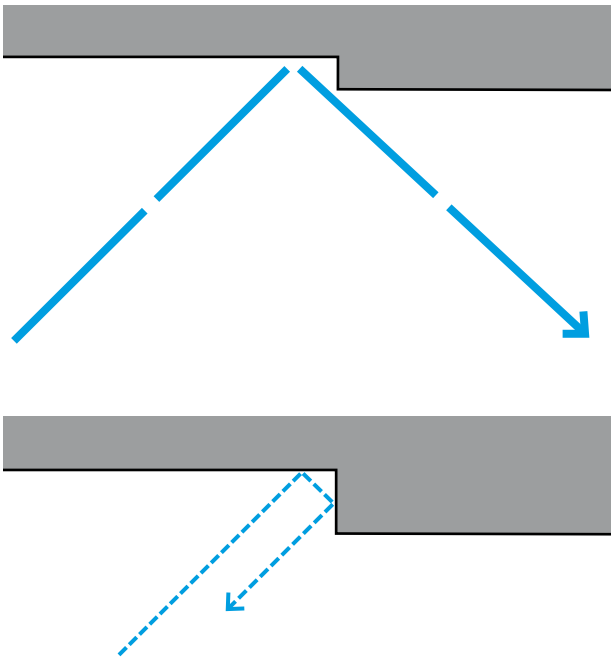
Vorteilhafte Reflexionseigenschaften durch geeignete Geometrien

Durch plastische Gliederungen von raumbegrenzenden Flächen werden zum einen Unterräume definiert, zum anderen haben sie Einfluss auf die Reflexionsmöglichkeiten von Schall. Auch dies kann effektiv genützt werden, um akustisch vorteilhafte Bedingungen zu schaffen: um den Schallpegel in der Umgebung zu senken; um eine „ungebremste“ Schallausbreitung zu verhindern; um dem Menschen ein schnelles Lokalisieren und Identifizieren von Ereignissen sowie ein müheloses Erfassen der Umgebung zu ermöglichen.

Geeignete Gliederungen von Flächen lassen sich im Einklang mit einer vorteilhaften Komposition von Luftsäulen (vgl. oben *Vorteilhafte Resonanzräume*) entwickeln. Eine geometrisch differenzierte Gliederung ist dabei für ein positives Resultat wichtig; ungünstig gewählte Gliederungen, zum Beispiel durch die häufige Repetition gleicher Elemente oder Masse, können Schallpegelerhöhungen und akustische Monotonien verursachen. Auch hier ist es zielführend, die unterschiedlichen Wellenlängen von Schall zu berücksichtigen.

Das konkrete Verhalten von Schall an einem Hindernis ist abhängig vom Verhältnis zwischen der Schallwellenlänge einer Schwingung mit ihrem Einfallswinkel einerseits und der Grösse, Form und Ausrichtung der Reflexionsfläche bzw. vorhandenen Gliederung oder Strukturierung der Fläche andererseits. Besondere Beachtung verdienen hier auch flachere Schalleinfallswinkel.

In Bezug auf das Reflexionsverhalten gibt es folgende Beziehungen zwischen Schallwellenlängen und der plastischen Gliederung einer Fläche:

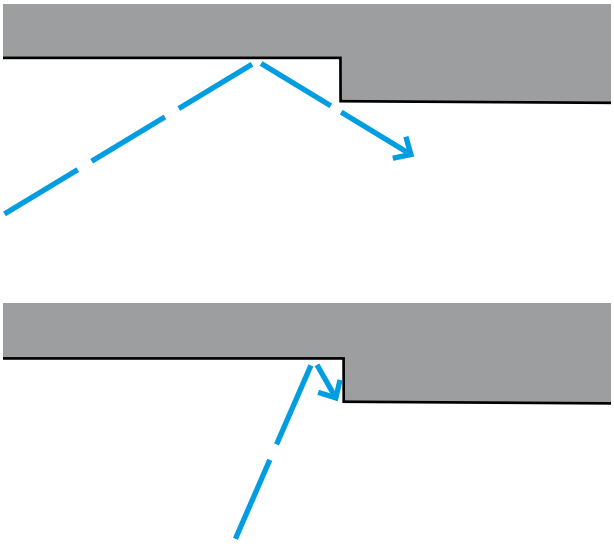


1. Ist die Dimensionierung der Gliederung relativ klein im Verhältnis zur Wellenlänge einer Schwingung, „bemerkt“ die Schwingung das Hindernis kaum – die Gliederung hat wenig Einfluss auf das Reflexionsverhalten an der Begrenzung; wie bei einer flachen Wand gilt annähernd Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel.

2. Ist die Dimensionierung der Gliederung relativ gross im Verhältnis zur Wellenlänge einer Schwingung, findet sich die Schwingung in einem Teil- oder Unterraum wieder und wird durch dessen Begrenzungsflächen potenziell umgelenkt.

3. Kontakt einer Schallwelle mit einer Gliederung korrespondierender Grössenordnung: Wenn sich in einen Teil-/Unterraum viele Masse einschreiben lassen, die zwischen etwa einem Viertel der Wellenlänge und einer ganzen Wellenlänge liegen, ergibt dies das akustisch interessanteste Verhältnis. Unser Erklärungsmodell hierzu ist Folgendes: Je nach konkreter Entsprechung bzw. Divergenz von Teilraummassen und Wellenlänge wird die Reflexion und damit

Ausbreitung der Schwingung tendenziell verhindert oder ermöglicht, selbst bei sehr nahe beieinanderliegenden Frequenzen. Zum Beispiel steht eine Schwingung mit einer Frequenz von 100 Hertz und einer Wellenlänge von 3,4 Metern in einem ganz anderen Verhältnis zu einem Fassadenversatz von zwei Metern Breite und 50 Zentimetern Tiefe als eine Schwingung mit einer Frequenz von 110 Hertz und einer Wellenlänge von 3,09 Metern. Daher lässt sich durch eine gezielt gewählte Geometrie mit komplementären räumlichen Gliederungselementen in den verschiedenen schallrelevanten Skalierungen die Wahrscheinlichkeit für grosse Verluste bei der Ausbreitung von Schall maximieren.



Welche Wirkung eine Gliederung schliesslich auf eine bestimmte Schwingung hat, hängt auch vom Ein- bzw. Ausfallswinkel ab, weil je nach Winkel die effektive Wegstrecke der Schwingung zwischen räumlichen Hindernissen stark variiert. Je nach Phasenlänge einer Schwingung wird diese in Folge entweder begünstigt oder aber verhindert.

So betrachtet sind grosse glatte Flächen akustisch nachteilig: Sie begünstigen verlustarme Schallreflexionen und einheitliche Ein- und Ausfallswinkel für Schallwellen des gesamten Frequenzspektrums. Dies führt zu einheitlichen Ausbreitungswegen und es können dichte „Klangströme“ entstehen (zum Beispiel durch die Summierung von flachwinkeligen Reflexionen entlang einer Wand; ein weiterer Grund für lange hörbare Fahrzeuggeräusche in Verkehrsräumen).

Auf Basis dieser Überlegungen ist es möglich, Raumgeometrien bzw. Gliederungen zu entwickeln, die akustisch vorteilhaft sind: durch die erstens die Wahrscheinlichkeit für das „Brechen“ von Schall im gesamten Frequenzspektrum erhöht wird und zweitens dichte „Klangströme“ aufgesplittet werden, wodurch der Klang transparenter, facettenreicher und angenehmer wird.

Sowohl in Bezug auf die Minimierung von Lärm als auch auf die Schaffung positiver raumakustischer Eigenschaften, welche die Erfassbarkeit von Umgebung und Ereignissen unterstützen, gilt, dass ein höherer Differenzierungsgrad im Sinne von abgestimmten, prägnanten räumlichen Gliederungen klare Vorteile bringt. Wichtig ist es dabei, nicht nur einzelne Ausschnitte, sondern das geometrische Gesamtsystem zu betrachten.

Für die Gestaltung eines akustisch vorteilhaften architektonischen Raumes ist es daher sinnvoll, alle geometrisch definierenden Möglichkeiten miteinzubeziehen, mit Vorteil in Kombination: Grossform, Gliederungen und plastische Details, Öffnungen, Möblierungselemente etc.

Vorteilhafte Resonanzräume und günstige Reflexionseigenschaften gehen Hand in Hand

Durch die Komposition von aufeinander abgestimmten, kontrastierenden Resonanzräumen und die gleichzeitig in Bezug auf Schallreflexionen vorteilhafte geometrische Ausformulierung von Umgebungen entsteht ein komplexes System, das akustisch ausgleichend, pegelmindernd und orientierungsfördernd wirkt. Die gegenseitige Anregung von (Teil-)Räumen wird minimiert und damit auch die lärmfördernde Schallübertragung zwischen ihnen. Es entstehen akustisch entflochtene Bereiche mit hervorragender Distanzabbildung bzw. Entfernungsstaffelung. Unsere Erfahrung ist es, dass dies den Nutzern einer Umgebung hilft und zur Entschärfung bzw. Lösung von Lärmproblemen beiträgt. Das unmittelbare und den Menschen direkt betreffende Nahfeld – und damit der primäre menschliche Aktionsradius – steht im Vordergrund; entferntere Ereignisse „bleiben am Ort", das heisst es ist wahrnehmbar, wo und wie weit entfernt sie sind. Das Umfeld wird so für den Menschen ohne grosse Anstrengung präzise einschätzbar und der Nahbereich wird gleichzeitig robuster gegenüber Geräuschen aus der weiteren Umgebung. Bereiche entflechten sich ohne Abschottung, und der Mensch wird entlastet.

Bauteile, Materialien

Was die Bauteile betrifft, aus denen die Begrenzungen eines architektonischen Raums bestehen, haben Art und Finish der Materialien sowie Dimensionierung und konstruktiver Einsatz der Bauteile Einfluss auf die akustischen Eigenschaften einer Umgebung und können in dieser Hinsicht gestalterisch genützt werden. Auch hier ist es zielführend, schallfrequenz- bzw. wellenlängenspezifisch zu denken. Die raumbegrenzenden Elemente haben als Festkörper mit räumlicher Ausdehnung spezifische akustische Eigenschaften aufgrund ihrer Geometrien im Grossen (Abmessungen) wie im Detail (Zellstruktur). Dementsprechend vielfältig und komplex sind die möglichen akustischen Auswirkungen auf den Luftraum, den sie begrenzen.

Unterschiedliche Materialien besitzen unterschiedliche Schallabsorptionseigenschaften. Die Stärke der Dämpfung von Schallwellen, die in Kontakt mit einem Material kommen, hängt unter anderem mit dem Grad der Porosität des Materials zusammen. Die Dicke des Bauteils hat dabei Einfluss auf den betroffenen Frequenzbereich: Je tiefer Schallwellen in die Poren eindringen können, desto tiefer sinkt die Untergrenze des Frequenzbereichs, auf den die Begrenzung potenziell dämpfend wirkt. Stark poröse Materialien (zum Beispiel Schaumstoffe) werden zur hochgradigen Schallabsorption eingesetzt, was allerdings in der Gestaltung architektonischer Räume nicht unheikel ist, unter anderem deswegen, weil Umgebungen dadurch akustisch schlechter erfassbar werden (mehr dazu siehe unten). Leicht poröse Materialien, so auch viele natürliche Materialien (zum Beispiel viele Holzarten, Naturgips, Lehm, Ziegel), wirken sich auf das Gesamtspektrum meist positiv aus, weil das Klangbild weniger „hart" beziehungsweise „wärmer" wird.

Durch die Abmessungen der Bauteile (Festkörper) und die Dichteverhältnisse im Material ergeben sich Resonanz- und Lochfrequenzen (begünstigte und ausgelöschte Frequenzen). Materialien

mit gleichmässigen Dichteverteilungen (beispielsweise homogene Materialien) unterstreichen die akustischen Eigenschaften, wie sie durch die Geometrie vorgegeben werden; Materialien mit vielfältigen Dichteverhältnissen (heterogene Materialien oder ungleichmässig gewachsene Stoffe wie Holz) wirken ausgleichend bzw. einer unerwünscht starken Ausprägung von Resonanzeigenschaften entgegen.

In unseren Lebensumgebungen kommen auch häufig Bauteile vor, die angeregt durch Luftschall als Ganzes in Resonanz versetzt werden. Insbesondere Flächen wie zum Beispiel Fensterscheiben, Bleche oder Holzplatten können zu Membranen mit ausgeprägten Grundfrequenzen und Obertönen werden. In Resonanz versetzt, können sie als Klangquelle für die angrenzenden Räume auf beiden Seiten der Membran ein Faktor sein. Es werden dabei bestimmte Schallfrequenzen betont und andere verhindert und dadurch der Umgebungsklang eingefärbt. Die Summierung akustisch gleichförmiger Bauteile kann daher zu akustischen Monotonien führen. Als Faustregel für die Gestaltung von architektonischen Räumen empfehlen wir, kleinere Flächen zu bevorzugen, auf allzu starre Einspannungen zu verzichten und auf Vielfalt bei den Abmessungen der Bauteile zu setzen.

Für raumbegrenzende Bauteile gilt gleich wie für die Geometrie, dass sich zu grosse Einheitlichkeit nachteilig auswirkt (dies betrifft Materialeigenschaften, Materialkombinationen, Verteilungen, Abmessungen von Einzelteilen etc.), während Vielfalt das Risiko der Entstehung von Lärmproblemen minimiert und positive akustische Eigenschaften stärkt.

Raumbildung „on the move“

An Verkehrswege angrenzende Bauwerke bzw. Wände sollten in Hinblick auf die Raumbildung auch im Zusammenspiel mit Fahrzeugen betrachtet werden – insbesondere solchen, die „fahrende Wände” bilden, wie Lastwagen und Züge. Wenn Verkehrswege parallel zu glatten baulichen Begrenzungen verlaufen, können sich zwischen der Begrenzung und der Fahrzeugwand stehende Wellen bilden. Dies ist gerade im städtischen Kontext eine häufige Ursache für tieffrequentes Dröhnen im Umfeld von Strassen und Bahnlinien. Bereits zwischen einer niedrigen Wand von einem Meter Höhe und einem Fahrzeug kann dieser Effekt entstehen.

Warum nicht einfach absorbieren?

Wenn, wie oben dargestellt, Resonanzräume zur Erhöhung des Schallpegels führen können, liegt vielleicht die Idee nahe, die Raumbegrenzungsflächen mit hochabsorbierenden Materialien auszustatten. Hier ist aus unserer Sicht jedoch Vorsicht geboten, denn abgesehen vom grossen Aufwand kann dies unerwünschte Nebenwirkungen haben:

- Dröhnen kann trotzdem entstehen: Realistisch dimensionierte, breitbandig wirksame Absorber sind im tiefsten Frequenzbereich wenig effektiv.
- Durch unnatürlich stark absorbierende Flächen verschlechtern sich Raumwahrnehmung, Orientierungsmöglichkeit und Erfassbarkeit von Ereignissen. Das Umfeld wird akustisch quasi

unsichtbar, auch hilfreiche Schallreflexionen sind minimiert.
- „Stillgelegte“ Räume und Bereiche sind anfällig für Lärm von aussen: Weil das Nahfeld dumpf klingt, können Geräuschimmissionen von entfernten Quellen überpräsent erscheinen und stören.
- Geisterhaus: Ein Gebäude mit einer schallabsorbierenden Fassade würde wie ein Loch im städtischen Ensemble wirken.

Richtig eingesetzt können schallabsorbierende Massnahmen als „Filter“ zur akustischen Entkopplung von Räumen oder Bereichen praktikabel sein, wie zum Beispiel an Tiefgaragen-Ausfahrten oder Tunnelportalen. Wichtig ist dabei die passende Dimensionierung; bei den erwähnten Beispielen bedeutet das eine Auslegung auf entsprechend tiefe Frequenzen. Noch wirksamer werden Filter durch die Kombination von geeigneten Gliederungen und gut konzipierter Absorption. Ein anderes Beispiel sind Brückenunterseiten, die häufig mit absorbierenden Flächenelementen bestückt werden, um vielfache Reflexionen des Verkehrslärms unter der Brücke zu reduzieren. Auch hier wäre eine geometrische Ausformulierung der Brückenunterseite eine Alternative mit mehreren Vorteilen in Bezug auf Frequenzgang und Wirkung.

Unserer Erfahrung nach ist es an Aufenthaltsorten und Gehwegen – also „in Ohrnähe“ – besser, statt hochgradiger Absorption das effektive Mittel der differenzierten Resonanzraumgestaltung einzusetzen. So lassen sich für den Menschen bessere Voraussetzungen für die Raumwahrnehmung erreichen.

Notiz zu den A-bewerteten Schallpegelmessungen

In diesem Kontext noch eine Notiz zu den heute üblichen A-bewerteten Schallpegelmessungen: Bei der A-Bewertung (dB(A)) werden Pegel unterschiedlicher Frequenzen verschieden gewichtet. Die höhere Bewertung des Frequenzbereichs zwischen 1000 und 5000 Hertz und die geringere Bewertung des restlichen, darüber und darunter liegenden Spektrums kann jedoch aus mehreren Gründen kritisch betrachtet werden, insbesondere als Grundlage für Planungen.

Die Praxis zeigt, dass durch den Fokus auf einen bestimmten Frequenzbereich Massnahmen entwickelt werden, die genau dort wirksam sind. Gleichzeitig bleiben mögliche unerwünschte Effekte in anderen Frequenzbereichen dadurch häufig unbeachtet. Gerade im Tieftonbereich ist dies problematisch, da beispielsweise Dröhn-Phänomene entstehen können, die bereits bei niedrigen Pegeln grosses Störpotenzial haben.

Weiters ist die A-Bewertung als Planungsbasis kritisch zu betrachten, weil der pegelmässig höher bewertete Frequenzbereich derjenige ist, in dem die Hörfähigkeit des Menschen besonders ausgeprägt und für die Lokalisation und Identifikation von Schallereignissen wichtig ist. Werden nun Massnahmen gesetzt, die in diesem Bereich starke Absenkungen bewirken, können für den Menschen unklare Situationen entstehen, in denen es erhöhte Anstrengung erfordert, Umgebung und Ereignisse zu erfassen und das eigene Sicherheitsbedürfnis zu befriedigen.

Bezug zum Menschen

Im Leitfaden wird mehrfach darauf Bezug genommen, dass die Akustik für den Menschen eine zentrale Rolle bei der Wahrnehmung seiner Umgebung spielt. Dazu an dieser Stelle noch einige Anmerkungen.

- Das menschliche Gehör arbeitet etwa zehn mal so schnell und hundert mal so differenziert wie der Sehsinn.
- Das Gehör deckt einen Radius von 360 Grad ab; es kann gleichzeitig in Bezug auf verschiedene Richtungen und unterschiedliche Distanzen aktiv sein. Auch entfernte Ereignisse können mit erstaunlicher Präzision erfasst werden.
- Der Mensch kann über das Gehör mehrere Ereignisse gleichzeitig differenziert verfolgen und mehrere Ebenen einer Situation parallel erfassen.
- Der Mensch nimmt Schall nicht nur über das Gehör, sondern auch über die Haut bzw. den Körper wahr (insbesondere tiefere und mittlere Frequenzen), was unter anderem für Menschen mit stark eingeschränktem Hörvermögen eine wichtige Informationsquelle ist.
- Über das Gehör überwacht der Mensch auch im Schlaf seine Umgebung.

Die meisten Aktivitäten des Gehörs laufen für uns unbemerkt im Hintergrund ab. Dies ist wohl einer der Gründe dafür, dass die Bedeutung des Gehörs für den Menschen, und damit einhergehend der akustischen Qualität einer Umgebung, oftmals unterschätzt wird. Bewusst wird uns die Höraktivität meist erst dann, wenn wir „zuhören“ oder „hinhören“ – dies ist jedoch nur eine kleine Spitze unserer akustischen Wahrnehmung. Die grosse Zahl von akustischen Wahrnehmungsprozessen, die unbewusst ablaufen, sind aber ebenfalls aktive Prozesse (also kein passives „Aufnehmen“). Durch das überaus rapide vor sich gehende Ausloten in gezielten, blitzschnellen Einzelaktionen kann der Mensch eine Situation hochdifferenziert erfassen. Sowohl räumliche Eigenschaften als auch Ereignisse werden so entschlüsselt. Als unwichtig eingestufte Elemente werden sofort ausgemustert und bleiben – solange keine Veränderungen eintreten – unberücksichtigt. Eine Ausnahme, die gerade für den Städtebau relevant ist, sind hier sehr tieffrequente Schallereignisse (Dröhnen). Entwicklungsgeschichtlich als Gefahr konnotiert, führen sie zu innerer Unruhe und damit zu negativem Stress (aufgrund von Hormonausschüttungen, die wir im Normalfall nicht kontrollieren können). Welche Auswirkungen tieffrequentes – oft kaum hörbares – Dröhnen oder Brummen auf die Nutzung und Funktionsweise von durchaus schön gestalteten städtischen Aufenthaltsorten wie Plätzen und Parks hat, konnten wir in unseren Feldforschungen immer wieder feststellen: Menschen finden an solchen Orten keine Ruhe, die Orte bleiben oftmals unbeliebt bzw. werden nicht angenommen.

Umfassende akustische Qualität und harmonische Gesamtwirkung

Die Frage der akustischen Qualität einer Umgebung geht weit über „laut und leise“ hinaus. Gute architektonische Resonanzräume führen nicht nur deswegen zu angenehmeren Umgebungen, weil sie die Entstehung und Ausbreitung von Lärm mindern sowie vielfältiger klingen, sondern auch weil sie gute Hörverhältnisse schaffen und den Menschen damit bei der Nutzung einer Umgebung unterstützen. In der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung hilft der direkte Einbezug der akustischen Wirkungsebene dabei, zu authentischen, sich unmittelbar erschliessenden Umgebungen mit einer auf allen Sinnesebenen harmonischen Gesamtwirkung zu gelangen.

Autoren

Inès Neuhaus MIOA

Inès Neuhaus (vormals Ines Kargel, geb. 1970 in Linz) ist Akustikarchitektin, Akustikerin und Komponistin. Sie absolvierte die Diplomstudien Schauspiel (Graz), Musiktheorie/Komposition (Graz, Linz) und Elektroakustik (Paris, Wien, Linz) und ist Mitglied des britischen Berufsverbands Institute of Acoustics (MIOA).

Fabian Neuhaus Lic. phil. MIOA

Fabian Neuhaus (geb. 1972 in Baden, Aargau) ist Akustikarchitekt, Akustiker und Komponist. Er studierte Musikwissenschaft und Philosophie (Abschluss Lic. phil., Universität Zürich) sowie Komposition bei Zoltàn Cserépy, ist in Instrumentenbau ausgebildet und Mitglied des britischen Berufsverbands Institute of Acoustics (MIOA).

Inès & Fabian Neuhaus, Akustische Architektur

Die Österreicherin Inès Neuhaus und der Schweizer Fabian Neuhaus führen seit 2001 das multidisziplinäre Atelier Inès & Fabian Neuhaus für Akustische Architektur, Spezialfelder der Akustik und Raummusik, mit Sitz im Raum Basel. Nach Solo-Laufbahnen als Komponisten, gefolgt von unabhängiger Grundlagenforschung zu Raum- und Stadtakustik, entwickelten Inès & Fabian Neuhaus mit der Akustischen Architektur einen architektonischen Denk- und Gestaltungsansatz, der konsequent vom Hörbaren ausgeht und das Entwerfen von präzise gestimmten Räumen, frei von künstlichen Massnahmen, ermöglicht.

Seither haben Neuhaus in allen Bereichen des gemeinschaftlichen Lebens Resonanzraum-Architekturen geschaffen, zum Beispiel die Neugestaltung der Aula der Universität Basel, die Kirche St. Franz Xaver in Münchenstein, den Industrie-Campus Silhouette International in Linz. Darauf aufbauend prägten Neuhaus den Begriff von Städtebau als Resonanzraumgestaltung, mit theoretischen Grundlagen und mit Pionierwerken wie dem Hof-Platz Rittergasse in Basel und dem Stadtquartier Chäsimatt-Rotkreuz in Zug. Für die Analyse von Störgeräuschen im Lebensraum entwickelten Neuhaus die heutige Standardmethodik. Musikalisch realisieren Inès & Fabian Neuhaus regelmässig Produktionen, die den hörbaren Raum zum elementaren Erlebnis werden lassen, wie die internationale Ereignisserie „Spectrosonaris“ für elektroakustische Metallplatten und architektonischen Raum. Die Werke des Duos sind in Architektur, Kunst und Musik ausgezeichnet worden.

ifneuhaus.com

Impressum

Herausgeber

Baudirektion Kanton Zürich
Tiefbauamt
Fachstelle Lärmschutz
8090 Zürich

Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt
Kanton Basel Stadt
Amt für Umwelt und Energie
Abteilung Lärmschutz
4019 Basel

Basel und Zürich 2016

© Copyright Inès & Fabian Neuhaus KLG 2016
Alle Inhalte dieses Werks, insbesondere Texte und grafische Darstellungen, sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, einschliesslich der Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung, bleiben vorbehalten. Ein Verstoss gegen das Urheberrecht ist strafbar und kann zivilrechtliche sowie strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen.

ifneuhaus.com