

Raumakustik hat unter anderem Sprachverständlichkeit und Hörgenuss zum Ziel

Der Klang macht's

Wir sind umgeben von Geräuschen, leisen oder lauten, natürlichen oder künstlich erzeugten, angenehmen oder störenden. Akustik ist überall – die Akustik in Innenräumen wird daher von versierten Fachingenieuren in detail geplant.

Wenn wir in Produktionshallen oder in Büros von lästigen Geräuschen umgeben sind, in vielen Freizeiträumen die Lautstärke als unbehaglich empfunden wird, die Sprachverständlichkeit in Besprechungsräumen und Klassenräumen als unbefriedigend und der Genuss kultureller Veranstaltungen in Mehrzweckräumen als mäßig eingestuft wird, müsste klar sein, wie wichtig es ist, Räume akustisch zu gestalten. Und dennoch wird der Raumakustik oftmals zu wenig oder zu spät Aufmerksamkeit geschenkt.

Raumakustik hat verschiedene Ziele: Pegelminderung, Sprachverständlichkeit, Vertraulichkeit, Hörgenuss. Die Raumakustik wird nachfolgend an wenigen Beispielen gezeigt.

Raumakustik und Pegelminderung:

Räume, in denen die Schallpegel begrenzt und die Schallausbreitung vermindert werden sollen, müssen durch gleichmäßig verteilte Absorber gedämpft werden. Exemplarisch können Produktionshallen, Sporthallen und Foyers in dieser Raumgruppe genannt werden.

Der Schallabsorptionsgrad ist frequenzabhängig

Wesentliche Kenngröße ist die äquivalente Schallabsorptionsfläche pro Raumvolumen, die berechnet oder mittels der Nachhallzeit gemessen werden kann. Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A je Raumboberfläche wird bestimmt aus der Oberfläche S und dem zugehörigen Schallabsorptionsgrad α mit $A = \alpha \times S$.

Gute Schallabsorber weisen Absorptionsgrade von über 0,7 auf. Der Schallabsorptionsgrad ist fre-



Optimale Raumakustik im Hörsaal, Hörsaalzentrum Frankfurt.

FOTO: IFB SORGE, NÜRNBERG

quenzabhängig, daher wird in der Planung die Abhängigkeit zwischen den Schallquellen und den Schallabsorptionsgraden berücksichtigt.

Die Halligkeit eines Raums wird mittels der Nachhallzeit gekennzeichnet. Den einfachsten Zusammenhang hat Wallace C. Sabine 1898 durch Experimente in Räumen mit einem Volumen V herausgefunden und mit $T = 0,163 \times V/A$ [in s] formuliert.

Die Bedämpfung von Räumen ist für das Wohlbefinden von großer Bedeutung, obgleich die erzielbaren Pegelminderungen durch Bedämpfungen nur auf wenige Dezibel (dB) begrenzt sind.

Theoretisch wird bei einer Verdoppelung der Schallabsorptionsfläche der Schallpegel lediglich um 3 dB gesenkt, aber festzustel-

len ist auch, dass sich Personen in Gaststätten, Casinos, Foyers von Theatern oder auch in Klassenräumen und Kindertagesstätten dann leiser verhalten, wenn die Räume bedämpft sind und daher Raumbedämpfungen stärker wirken, als theoretisch zu erwarten ist. Zur Reduzierung der Lautstärke werden Schallabsorber gleichmäßig verteilt und zum Beispiel als Deckenbekleidungen montiert.

Raumakustik für Sprachverständlichkeit:

Komplexer ist raumakustische Gestaltung von Räumen, in denen die Hörsamkeit und Sprachverständlichkeit im Mittelpunkt steht, wie in Unterrichtsräumen, Konferenzräumen, Tagungsräumen.

In den Räumen für Kommunikation ist die Nachhallzeit eine

entscheidende Kenngröße. Zusätzlich ist die geometrische Gestaltung der Räume und die Abschirmung von Störgeräuschen für eine gute Raumakustik zu beachten.

Sprache benötigt geringe Nachhallzeiten. Zuhören fällt in halligen Räumen bedeutend schwerer als in bedämpften Räumen. Während Muttersprachler Sprache in diesen wenig bedämpften Räumen noch verstehen können, wird dies Hörgeschädigten und Nicht-Muttersprachlern kaum mehr möglich sein.

Bei typischen Raumabmessungen bis zu etwa 250 Kubikmeter Raumvolumen werden Nachhallzeiten von 0,5 s bis 0,75 s nicht überschritten. Diese Räume erhalten schallabsorbierende Deckenbekleidungen und Rückwandab-

sorber für eine gute Sprachverständlichkeit.

Raumakustik in Großraumbüros:

In Großraumbüros sollen gegensätzliche Anforderungen erfüllt werden: alles offen, aber keine störenden Schallübertragungen zwischen den Arbeitsplätzen. Die Raumakustik in Großraumbüros kann allein mit Raumbedämpfungen nicht gelöst werden. Zusätzlich muss durch den Grundgeräuschpegel eine gewisse Überdeckung von individuellen Gesprächen erreicht und durch Abschirmungen zwischen Arbeitsgruppen eine deutliche Pegelabsenkung von Sprachpegeln aus „fremden“ Bereichen bewirkt werden. Gut gestaltete Großraumbüros weisen eine genügend große Fläche je Mitarbeiter auf, um die Schallpegel

nicht übermäßig ansteigen zu lassen.

In dem Bild sind die raumakustischen Wirkungen von Raumbedämpfungen und Abschirmungen als Ergebnisse von Simulationsberechnungen dargestellt. Die Schallquelle „mehrere sprechende Personen“ befindet sich im oberen rechten Teilraum. In den angrenzenden Räumen wird die Schallpegelverteilung für unterschiedliche Planungsfälle (Abschirmwände aus Glas oder Absorbermaterial und nahezu raumhoch oder halbhoch) zur Optimierung der Gesamtplanung gegenübergestellt.

Raumakustik in Kulturbauten: Kulturbauten wie Theater, Opernhäuser und Konzerthallen erfordern individuelle raumakustische Maßnahmen.

Echos müssen vermieden werden

Das erforderliche Raumvolumen und die Geometrie müssen festgelegt, die optimale Nachhallzeit und die Schallenergieverteilung geplant werden. Zuhörer sollen gut mit Direktschall versorgt werden, insbesondere in Sprechtheatern. Reflektionen, die durch Reflektoren an der Decke gezielt gelenkt werden, sollen die Schallpegel im Auditorium anheben, sodass die Schallpegel an allen Plätzen gleich hoch sind. Echos müssen vermieden werden.

In Räumen für Musik müssen viele seitliche Reflektionen für einen „einhüllenden, voluminösen“ Klang sorgen. Die Oberflächen sollen nicht (nur) absorbierend, sondern insbesondere reflektierend und schallstreuend wirken. Eine Aufgabe, die Spezialisten, die in der Bayerischen Ingenieurkammer-Bau organisiert sind, erfordert. Raumakustik muss integraler Bestandteil in einem gesamtheitlich wirkenden Raum sein. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem Akustiker ist eine Voraussetzung für Räume mit Wohlfühlklima.

> WOLFGANG SORGE

Akustik von Konzertsälen

Raumform, Raumgröße und Materialität

In der glücklichen Verbindung von Raum und Klang kann die Musik ihre besten und schönsten Potenziale entfalten. Was sind nun die bautechnischen Einflussgrößen für einen guten Klang in einem Konzertsaal? Es sind dies die Raumformen und die Raumgrößen sowie die vielfältige Materialität der Oberflächen.

Gerade bei der Raumform, der wichtigsten Einflussgröße, ist eine erhebliche Verunsicherung bei Bauherren und Planern eingetreten. Die extreme Sportstätten- und Zirkusbauweise für Konzertsäle, die zum Beispiel in der Hamburger Elbphilharmonie zu mäßigen akustischen Eindrücken in vielen Platzbereichen geführt hat, hat die Diskussion „Rechtecksaal versus freie Raumform“ wieder aufbrechen lassen. Dass dies in Hamburg trotz der gewaltigen Marketing-Offensive zum ersten Mal öffentlich diskutiert wird, ist neu.

Was ist nun die Konsequenz für Bauherren, Architekten und Ingenieure? Leider keine offenen Betrachtungen zu unterschiedlichen Saalformen, sondern die „Rolle rückwärts“. Dies kann aus den neuesten Konzertsaal-Wettbewerben in Bayern sehr gut abgelesen werden: Sowohl der Konzertsaal in Nürnberg als auch die Ersatzspielstätte der Münchner Philharmoniker sowie das neue Konzerthaus im Werkviertel für das Symphonieorchester des Bayerischen Rundfunks werden wieder als brave, traditionelle Rechtecksäle gebaut.

Jetzt heißt die Devise: Nur ja kein Risiko! Für kleine und mittelgroße Konzertsäle sind Rechteckformen

durchaus sehr zu empfehlen – für engagierte Musiker und musikliebende Zuhörer. Größere Säle sollten sich jedoch neuen, moderat freien Raumformen nicht vollständig verschließen.

Gibt es wenigstens bezüglich der Baumaterialien jetzt neue Interpretationsspielräume? Ja, durchaus! Gipsplatten und Gipstafeln stehen auch im Konzertsaalbau immer mehr im Vordergrund. Basis für diesen Erfolg sind die gute Formbarkeit, die einfache Oberflächenbehandlung sowie die Beliebtheit bei Brandschützern und Fluchtwegspezialisten, da Gips ein nicht brennbarer Baustoff ist. So sind die Elbphilharmonie und das Konzerthaus in Kopenhagen vollständig aus Gipstafeln erstellt, in Hamburg weißgrau sichtbar, in Kopenhagen teilweise hellbraun gestrichen, teilweise mit dünnem

Holz furnier beschichtet. Bei der Gipsbauweise müssen jedoch besondere akustische Regeln beachtet werden, da deren akustische Eigenschaften nicht jedem Saal gut tun.

Vielfältige Materialitäten

Auch spezielle Betonoberflächen können heute im Konzertsaalbau ohne akustische Nachteile eingesetzt werden, wie zum Beispiel im kleinen Konzertsaal in Blaubach oder im großen Festspielhaus Baden-Baden. In beiden Fällen wurden jedoch die Oberflächen besonders bearbeitet, um gute Schallreflexions-Eigenschaften zu schaffen und die Diffusität, das heißt das frequenzmäßige breit-

bandige Rückstrahlen der Schallwellen, für die Klangmischung zu optimieren.

Auch im Holzinneausbau tut sich vieles: Die neuen Verbundwerkstoffe aus Mehrschichtplatten sind kostenmäßig attraktiv und können den akustisch geforderten Massivholzeinsatz erfüllen. Dieser ist für die Raumakustik notwendig, um entsprechende Flächengewichte für eine stabile und tonal breit gefächerte Klangreflexion in einem Konzertsaal zu erreichen.

Vergessen beziehungsweise verdrängt wird bei den raumakustischen Diskussionen häufig, dass es auch akustisch-elektronisch hervorragende Möglichkeiten gibt, um die klangliche Qualität von Sälen zu verbessern. Solche Systeme lassen den Musikern vollständige Gestaltungsfreiheit – wenn schlecht intoniert und falsch interpretiert wird, bilden gute elektronische Raumakustiksysteme dies genauso ab wie traumhaft gelungene Interpretationen. Mit solchen Systemen wurden schon – häufiger als man denkt – Werkhallen, Sporthallen, Freilichtbühnen und „schwierige“ Säle in faszinierende Konzert- und Opernhäuser verwandelt.

Wie geht es im Konzertsaalbau weiter? Die Experimentierfreudigkeit bei Raumformen ist durch neue, akustisch nicht absolut glückliche Säle eher zum Stillstand gekommen; andererseits nimmt die Materialvielfalt aktuell eher deutlich zu und elektronische Raumakustiksysteme werden künftig eine noch größere Rolle spielen.

> KARLHEINZ MÜLLER



Ein moderner Konzertsaal.

FOTO: MÜLLER-BBM GMBH

Raumakustik in Bildungsbauten

Lehren und Lernen werden unterstützt

Gute Raumakustik in Schulen und anderen Bildungsbauten unterstützt das Lehren und Lernen.

Für Standard-Klassenräume stehen genügend Lösungen in Form von Decken- und Rückwandabsorbern sowie eine große Palette von Baustoffen und Baukonstruktionen für die Gestaltung der Raumakustik zur Verfügung.

In Schulen werden aber für neue pädagogische Konzepte vermehrt offene Lernlandschaften gefordert, auf die eine übliche Klassenraumakustik nicht übertragen werden kann.

Öffnungen zwischen Lernfluren und Klassen oder offene Lernbereiche führen zu akustischen Störungen zwischen den Gruppen. Offene Lernlandschaften müssen daher durch akustische Maßnahmen in Gruppenbereiche aufgeteilt werden.

Eingestellte Gruppenräume, bewegliche Schirmwände, Regale und Vorhänge schaffen Teilräume, die simultan genutzt werden können. Laute und leise Bereiche werden soweit wie möglich voneinander getrennt. Offene Lernlandschaften benötigen genügend Platz, um Störungen zu vermeiden. Die Kombination von Bedämpfungen und Abschirmungen ermöglicht konzentriertes Arbeiten.

Sonderbereiche wie Werk- und Musikräume können nicht in die offenen Bereiche einbezogen werden. Diese Nutzungen in abgetrennten Räumen machen angepasste Raumakustik möglich. Werkräume werden maximal be-

dämpft. Musikräume dagegen werden etwas halliger gestaltet. Mit beweglichen Absorbern, Vorhängen oder klappbaren Elementen, bei denen die eine Seite absorbierend, die andere Seite schallhart ist, kann die Raumakustik reguliert werden.

Jede Nutzung erfordert eine andere Raumakustik

Die wohl schwierigste Aufgabe für die Raumakustik in Schulen sind die Mehrzwecknutzungen, die in einem Raum vereinigt werden sollen: offene Lernlandschaften, Pausenhalle, Aula, Musik- und Chorproberaum. Alle einzelnen Nutzungen erfordern eine andere Raumakustik. Die Lernlandschaft soll ähnlich wie die Pausenhalle bedämpft werden, sodass es nicht zu laut wird. Die Aula soll eine gute Akustik für Theater- und Musikvorführungen haben und erfordert, neben einer angemessenen Bedämpfung, eine gute Schallpegelverteilung. Für Musik- und Chorprobe soll die Akustik variabel gestaltet werden. Für diese Mehrzweckräume ist die Entwicklung der optimalen Raumakustik eine besondere Aufgabe für versierte Akustiker.

Akustik in Bildungsbauten erfordert wegen der neuen pädagogischen Konzepte neue Wege der Raumakustik und eine frühzeitige Beratung und Planung.

> WOLFGANG SORGE