

AKUSTIK

Mit die häufigsten, oft als sehr gravierend empfundenen Störfaktoren am Arbeitsplatz werden über das Ohr wahrgenommen. Dabei spielt es keine Rolle, ob es nun um Lärmeinwirkungen von Verkehrswegen, Bürogeräten oder Klimaanlage geht oder die erschwerte Sprachverständigung aufgrund einer mangelhaften Raumakustik Lärm führt so oder so stets zu psychischen Fehlbeanspruchungen, Stress und herabgesetzter Konzentrationsfähigkeit. Lassen sich äußere Lärmbeeinträchtigungen noch relativ leicht bemessen und mit schalldämmenden Maßnahmen beseitigen, so ist die Raumakustik ein weitaus komplexeres Feld. Umso sorgfältiger sollte bei der Planung von Büroräumen darauf geachtet werden, den unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen der Menschen eine jeweils geeignete Raumakustik zuzuweisen.

GRUNDSÄTZE

Generell ist die Akustik eines Raumes meistens dann zufriedenstellend, wenn ein ausgewogenes Verhältnis zwischen schallabsorbierenden und schallreflektierenden Materialien vorliegt. Das gilt für Konzerthallen ebenso wie für Büroräume.

- Unter Schall versteht man eine mechanische Schwingung in einem Medium. Schall breitet sich in der Luft mit einer Geschwindigkeit von 340m/s (1.200 km/h) kugelförmig aus. Hierbei besteht eine Wellenlänge aus einer Überdruckzone, also einer Sinuskurve, die je nach Frequenz unterschiedlich lang ist.
- Die Raumakustik beschäftigt sich mit dem Frequenzbereich zwischen 125 und 4.000 Hz. Der menschliche Hörbereich liegt zwischen 16 und 16.000 Hz. Die menschliche Sprache liegt zwischen 250 und 8.000 Hz.
- Gute Raumakustik ist die Summe aller akustisch wirksamen Flächen/Elemente und deren Anordnung im Raum.
- In Büroräumen darf der Lärm über einen 8-Stunden-Arbeitstag gesehen, bei überwiegend geistiger Tätigkeit, nicht über 55 dB(A) betragen.
- Die Sprachverständlichkeit im Büro ist abhängig von dem Hintergrundgeräuschpegel, den Störgeräuschen, der Nachhallzeit und dem Sprachpegel.
- In kleinen Büroräumen sollte aus Gründen der akustischen Behaglichkeit die Halligkeit gering sein. Bei einer üblichen Möblierung und dem Einsatz einer akustisch wirksamen Decke sind in der Regel keine zusätzlichen Absorber nötig.
- Unter dem A / V Verhältnis versteht man die Summe aller äquivalenten Flächen im Raum zum gesamten Raumvolumen. $A / V = 0,30$ bis $0,35$ besagt, dass 1/3 aller Flächen zu 100% schallabsorbierend sein müssen, um eine gute Raumakustik zu erzielen.
- Zu viele akustische Maßnahmen können im Einzelfall auch kontraproduktiv wirken, wenn dadurch der Grundgeräuschpegel zu stark gesenkt wird, die Sprachverständlichkeit zunimmt – was im Büro für entfernter liegende Arbeitsbereiche zu vermeiden ist – und das eigen Hör- und Sprachempfinden gestört werden.
- Oft verwechselt werden die Begriffe Schalldämmung und Schalldämpfung. Unter Schalldämmung versteht man die Eingrenzung der Schallübertragung von Raum zu Raum. Bei Schalldämpfung geht es um akustisch wirksame Maßnahmen im Raum.

FAKTOR MENSCH

Die Hörfähigkeit ist wie die Sehfähigkeit bei einzelnen Menschen unterschiedlich. Deshalb empfinden Personen gleiche Geräusche nicht immer als gleich störend. Die Intensität der Störung ist insbesondere abhängig von deren Frequenz und Lautstärke. Bei störenden Gesprächen spielt der Gesprächsinhalt oft eine größere Rolle als die Lautstärke.

- Wenn jemand dauernd gestört oder in seiner Arbeit unterbrochen wird, tritt der sogenannte Sägeblatteffekt ein. Die Unterbrechung der Aufgabe erfordert eine erneute Anlauf- und Einarbeitungszeit. Durch diesen Leistungsverlust können bis zu 28% der Zeit verloren gehen.
- Hohe Töne mit Frequenzen oberhalb 1.000 Hz werden generell als störender empfunden als tiefe.
- Bürolärm beeinflusst die Konzentrations- und somit die Leistungsfähigkeit, ist Auslöser für Stress und somit für Fehlerquellen und hat eine hohe Auswirkung auf den Erfolg von Teamarbeit. Eine aktuelle Studie zeigt nach der Schalloptimierung eines Büros folgende Ergebnisse:

-allgemeine Arbeitsleistung	+ 9 %
-Schreibfehler	-29 %
-Rechenfehler	-52 %
-Krankheitsfälle	-37 %
-Personalfuktuation	-47 %

LÄRM IM BÜRO

Lärm senkt die Effektivität – gleich, ob er von Geräten oder Kollegen verursacht wird. Bei konzentrierter Tätigkeit am Arbeitsplatz wird jegliche Geräuschbelästigung, die von anderen Personen verursacht wird, als störend empfunden.

- Der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz in Arbeitsräumen darf auch unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche höchstens betragen:
 - 55 dB (A) bei überwiegend geistiger Tätigkeit
 - 70 dB (A) bei einfachen, überwiegend mechanisierten und vergleichbaren Bürotätigkeiten
 - 80 dB (A) bei sonstigen Tätigkeiten
- Die Wirkung von Lärm auf das Ohr kann nicht einfach addiert, sondern muss durch entsprechende logarithmische Formeln berechnet werden:
 - 3 dB Unterschied zur Ausgangssituation sind leicht bis nicht wahrnehmbar
 - 5 dB Unterschied zur Ausgangssituation sind klar wahrnehmbar
 - 10 dB Unterschied zur Ausgangssituation werden als doppelt so laut empfunden

NACHHALLZEIT

Nur schalltote Räume wie sie von Wissenschaftlern zur Bewertung der akustischen Eigenschaften bestimmter Materialien benutzt werden, sind gänzlich frei von Echo- und Nachhalleffekten. Ansonsten müssen Nachhallzeiten in Büroräumen im Sinne einer optimalen Sprachverständlichkeit genau reguliert werden.

- Die Nachhallzeit T ist diejenige Zeit in Sekunden, in der – nach Beenden der Schallabstrahlung in einen Raum – der Schalldruckpegel um 60 dB gesunken ist.
- Für kleine Büroräume sollte aus Gründen der Sprachverständlichkeit und einer akustischen Behaglichkeit die Halligkeit gering sein.
- Bei der Planung von größeren Büroräumen oder Mehrpersonenbüros ist neben der Nachhallzeit auch die Schallausbreitung besonders zu berücksichtigen.
- Die Berechnung mit der Formel nach Sabine ist vor allem Räumen zugewiesen, deren Länge und Breite dem 0,3 bis 3-fachen der Raumhöhe und die Länge höchstens das 2-fache der Raumbreite betragen:
 - $T = 0,163 \times V / A$
 - T= die Nachhallzeit in Sekunden
 - 0,163= „Faktor von Sabine“
 - V= das gesamte Raumvolumen in m³
 - A= die äquivalente Schallabsorptionsfläche in m²
- Für Flachräume, besondere Raumformen wie kreisförmige, elliptische Grundrisse und gekoppelte Räume können bei den tatsächlich gemessenen Zeiten Abweichungen auftreten.
- Die Nachhallzeiten sind abhängig vom Raumvolumen und der Nutzungsart und sollten sich in folgenden Bereichen bewegen:
 - bei Verkehrsflächen 1,5 s
 - bei Einzelbüros 8,8 s
 - bei Mehrpersonenbüros 0,5 s

SCHALLABSORBER

Ein geradezu beispielhafter Schallabsorber in Büroräumen ist die Decke. Als größte freiliegende Fläche im Raum ist sie durch den Einsatz unterschiedlicher Materialien, Aufbauhöhen und Konstruktionen in der Lage, optimale Absorptionseigenschaften zu bieten.

- Die Einteilung der Absorber erfolgt in Klassen nach DIN EN ISO 11654, deren Grundlage die α_w -Werte sind. Diese Klassifizierung stellt eine Hilfestellung dar, um akustisch wirksame Produkte zu kennzeichnen. Es empfiehlt sich jedoch, die vollständige Kurve des Absorbers in allen Frequenzbereichen zu betrachten.
- Poröse Absorber für die hohen und mittleren Frequenzen: Diese Absorber wandeln die auftreffende Schallenergie in Wärmeenergie um.
- Resonanzabsorber für die tiefen und mittleren Frequenzen: Diese Absorber wandeln die auftreffende Schallenergie in Bewegungsenergie um. Zu ihnen zählen Platten-, Lochplatten-, und Helmholzresonatoren.
- Die größte freiliegende Fläche im Raum ist die Decke, die durch den Einsatz unterschiedlicher Materialien, Aufbauhöhen und Konstruktionen optimale Absorptionseigenschaften bietet.
- Die Schallpegelabnahme durch übliche textile Fußbodenbeläge erfolgt nur in den hohen Frequenzbereichen. Trotzdem erzielt man eine subjektive Verbesserung der akustischen Behaglichkeit. Das große Augenmerk bei textilen Bodenbelägen liegt auf der Reduzierung von Geräuschen beim Gehen sowie bei der Bewegung von Drehstühlen mit Rollen. Die Trittschalldämmung zu darunter liegenden Räumen wird dadurch verstärkt.
- Die Schallpegelabnahme durch Vorhänge erfolgt durch großflächige schwere gefaltete Stoffvorhänge im nicht zugezogenen Zustand.

SCHALLABSORPTION

Der Begriff Schallabsorption bezeichnet das Vermögen von Raumbegrenzungs- oder -gliederungselementen wie Stellwänden oder Mobiliar, Schall zu absorbieren. Der nicht reflektierte Teil der auftreffenden Schallleistung wird absorbiert und reduziert damit den Gesamtschallpegel im Raum.

- Die Fähigkeit eines Absorbers, Schall zu absorbieren, wird durch eine akustische Prüfung (DIN EN 20354) im Hallraum ermittelt und mit dem Schallabsorptionsgrad α oder der tatsächlichen äquivalenten Absorptionsfläche in m² dokumentiert.
- $\alpha = 0$ bei vollständiger Schallreflexion
- $\alpha = 1$ bei vollständiger Schallabsorption
- Äquivalente Schallabsorptionsfläche ist die gedachte Fläche mit vollständiger Schallabsorption, die den gleichen Teil der Schallenergie absorbieren würde wie die gesamte Oberfläche eines Materials. $\alpha = 0,8$ bedeutet, dass 80% der Fläche schallabsorbierend sind.
- Die Schallabsorption muss für jede Frequenz im Raum isoliert betrachtet werden, um eine akustische Behaglichkeit zu erreichen.
- α_w = der bewertete Schallabsorptionsgrad ist eine Frequenz unabhängige Einzahlangabe, die dem Wert der Bezugskurve nach DIN ISO 11654 bei 500 Hz entspricht. Es empfiehlt sich daher immer, die vollständige Kurve des Schallabsorptionsgrades zu verwenden und somit jeden Frequenzbereich zu betrachten.

SCHALLSCHIRME

In Mehrpersonenbüros gibt es stets eine Anzahl von Schallquellen, die störend wirken. Um solche Schallquellen besser isolieren und Personen vor störenden akustischen Einflüssen schützen zu können, werden Schallschirme eingesetzt. Gleichzeitig können diese auch als Absorber eingesetzt werden, um die Direktschallausbreitung zu verhindern.

- Schallschirme mit Absorptionseigenschaften sind neben den akustisch wirksamen Decken die wichtigsten Flächen, um die akustische Behaglichkeit in Mehrpersonenbüros zu erreichen.
- Schallschirme kommen in unterschiedlichen Formen zum Einsatz:
 - als Raumgliederungselement (flexible Trennwandsysteme)
 - als Stellwände
 - als Mobiliar mit akustischen Eigenschaften
- Faktoren, die die Eigenschaften von Schallschirmen beeinflussen:
 - je größer die zusammenhängende Fläche und die Anbindung an die benachbarten Bauteile wie z.B. Fassade, Wände, Boden und Decke ist, umso besser ist die einfügungsdämmende Wirkung von Schallschirmen
 - die Höhe sollte mind. 1,5 m betragen
 - die Bodenfreiheit sollte nicht über 0,2 m betragen
 - der Abstand zur Schallquelle sollte gering gehalten werden
 - die Eigenschaft, Schall zu absorbieren, sollte berücksichtigt werden