



LÄRMSCHUTZ IN SCHULEN UND KINDERBETREUUNGS- EINRICHTUNGEN

Es geht auch etwas leiser.

Problemstellung

Die Zukunft unserer Gesellschaft liegt in unseren Kindern. Wir können sie durch eine gute Erziehung und Ausbildung in eine positive Zukunft begleiten. Eine zentrale gesellschaftliche Aufgabe ist daher eine gesundheitsförderliche und lernfreundliche Umgebung zu schaffen. Ein lange vernachlässigter Aspekt ist dabei die Raumakustik von Bildungs- und Betreuungseinrichtungen.

Wir alle kennen die Situation aus eigenem Erleben: Hallige Räume.

Wir finden sie in Schulen und Kindertagesstätten oft noch vor. Sie erzeugen unnötig hohe Geräuschpegel, obwohl aus technisch-wissenschaftlicher Sicht die Frage der Herstellung guter raumakustischer Bedingungen längst beantwortet ist.

Wir wissen, was zu tun ist, aber bei der Umsetzung dieser Erkenntnisse gibt es erhebliche Mängel. Die Folgen der unnötig hohen Geräuschpegel sind dauerhafte Lern- und Konzentrationsprobleme sowie erhebliche Beeinträchtigungen des Wohlbefindens und der Gesundheit von Kindern, Erziehern und Lehrkräften.

Die vorliegende Informationsschrift spricht daher in erster Linie Architekten und Bauverantwortliche von Bildungs- und Betreuungseinrichtungen an, um Hinweise für die Herstellung einer guten bis hervorragenden Raumakustik zu liefern.

Sprachverständlichkeit und Lärm

Bei der Raumakustik stehen zwei Aspekte im Vordergrund: Zum einen die Lärmreduzierung als wichtigem Beitrag zum Gesundheitsschutz und zum anderen die Schaffung positiver akustischer Randbedingungen für die Informationsübertragung als wichtigem Beitrag zu einer lernfreundlichen Umgebung.

Wichtigste Maßnahme zur Anpassung der raumakustischen Verhältnisse ist die Regulierung des sogenannten Nachhalls. Als Nachhall bezeichnet man die Schallanteile, die über Vielfachreflexion an den Raumbegrenzungsflächen vom Sender, zum Beispiel dem sprechenden Lehrer, zum Empfänger, zum Beispiel den Schülern, geleitet werden. Nachhall verringert nicht nur die Kommunikationsfähigkeit auf Grund „schlechter Akustik“. Er ist darüber hinaus die maßgebliche physikalische Ursache für die Entstehung von übermäßigem Lärm.

Zudem zeigte sich in zahlreichen Untersuchungen, dass sich ein weiterer Effekt negativ auf die Lärmentstehung durch Nachhall auswirkt, der sog. Lombard-Effekt: In halligen Räumen ist der diffuse Störpegel des Nachhalls so hoch, dass nicht nur Lehrer und Erzieher durch lauterer Sprechen die Situation zu verbessern suchen, sondern auch die Kinder ein wesentlich lauterer Verhalten zeigen.

Es wird lauter und unkontrollierter gesprochen und beispielsweise mehr getobt. Diese Rückkopplung des Nachhalls auf das eigene „akustische“ Verhalten erhöht ihrerseits den Lärmpegel und verschlechtert die Situation.

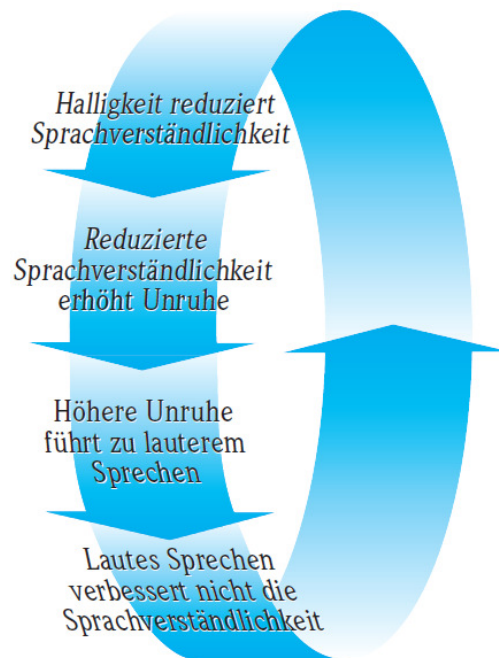


Abb. 1: Lärmkaskade oder Lombardeffekt

Für eine gute Sprach- und Informationsübertragung in Klassen- und Spielräumen sollten neben dem Direktschall möglichst kein Nachhall und darüber hinaus möglichst viele frühe Reflexionen vorhanden sein, da diese den Direktschall stärken und somit die Sprachverständlichkeit positiv unterstützen.

Leider ist es sowohl geometrisch als auch physikalisch undenkbar, dass Raumbegrenzungsflächen zwar frühe Einfachreflexionen zulassen, nachhallende Mehrfachreflexionen aber vermieden werden.

Aus dieser Erkenntnis heraus folgt, dass die wichtigste Aufgabe zur optimalen Einstellung der akustischen Eigenschaften von Räumen ist, den Nachhall hinreichend zu begrenzen. Ziel ist, den Anteil des Direktschalls und der frühen Reflexionen entsprechend ihrer Energieanteile gegenüber dem verbleibenden Nachhall überwiegen zu lassen.

Begrenzung des Nachhalls

Zur Kennzeichnung der Länge des Nachhalls wird die Nachhallzeit benutzt. Die Nachhallzeit ist Maß für das zeitliche Abklingverhalten der Schallenergie in einem Raum. Sie beschreibt die Zeit die vergeht, bis die Schallenergie in einem Raum nach Abschalten eines stationären Signals auf den millionsten Teil der Anfangsenergie abgesunken ist.

Wichtigste bauliche Maßnahme zur Verringerung der Nachhallzeit ist die Auskleidung der Decken und/oder Wände mit Schall absorbierenden Materialien.

Als hervorragende Planungsgrundlage für Bauherrn, Planer und Träger von Einrichtungen steht dabei die DIN 18041 mit dem Titel „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ zur Verfügung. In ihr sind unter anderem die Sollnachhallzeiten in Abhängigkeit von der Raumgröße für Unterrichtsräume sowie für Sport- und Turnhallen, siehe nachfolgend Abb. 2, sowie ein Toleranzbereich der empfohlenen Nachhallzeit in Abhängigkeit von der Frequenz für Sprache, siehe nachfolgend Abb. 3, festgelegt.

Für Schulen kann dabei eine Nachhallzeit in der Mitte des Toleranzbereiches angestrebt werden. Für Kindertagesstätten sollte die Untergrenze des Toleranzbereiches als Anforderung definiert werden, da die Verstehensleistung bei jüngeren Kindern noch wenig ausgeprägt ist und daher eine möglichst geringe Halligkeit der Räume anzustreben ist.

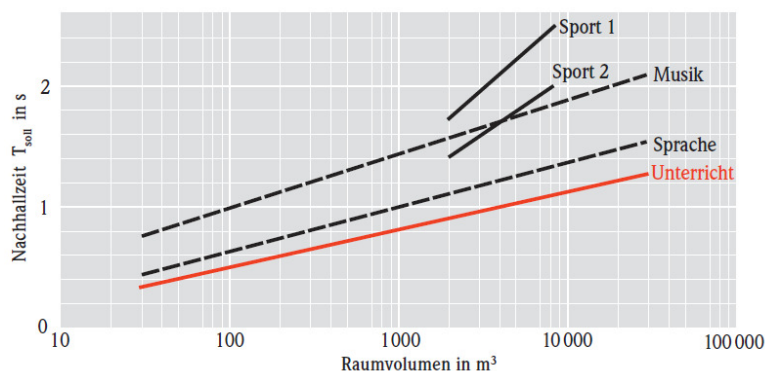


Abb. 2:
Sollnachhallzeit T_{soll} von Unterrichtsräumen nach DIN 18041
in Abhängigkeit des Raumvolumens

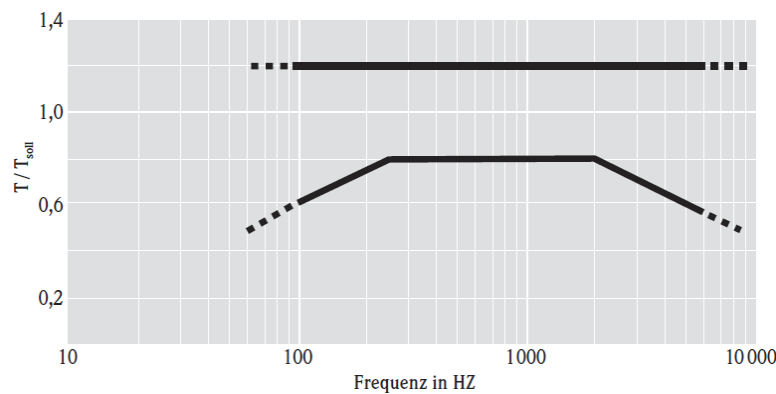


Abb. 3:
Toleranzbereich der empfohlenen Nachhallzeit in Abhängigkeit
von der Frequenz für Sprache gemäß DIN 18041

Für die Planerin oder den Planer sind in der DIN 18041 in sehr kompakter Weise die wichtigsten Zielvorgaben formuliert, die bei der akustischen Gestaltung von Klassenräumen zu berücksichtigen sind. Die Norm gibt nicht nur rechnerische Zielvorgaben. Sie erläutert auch, wie die Zielvorgaben planerisch erreicht werden können. Die Nachhallzeit in Räumen kann unter Kenntnis des Volumens und des Absorptionsvermögens der Teilflächen wie Decken, Wände und Böden berechnet werden.

Zur Berechnung der Nachhallzeiten stellt die DIN 18041 im Anhang B eine ausführliche Liste der Absorptionsgrade in Oktaven vieler Materialien, Gegenstände und auch Personen zur Verfügung, so dass bei Verwendung der in der Liste aufgeführten Materialien bereits eine genaue Berechnung der zu erwartenden Nachhallzeit gelingt.

Bezüglich der einzubringenden absorbierenden Decken- und Wandverkleidung sind in DIN 18041 außerdem beispielhaft günstige und ungünstige Absorberverteilungen abgebildet, die sicherstellen, dass möglichst viele, den Direktschall stärkende, frühe Reflexionen erhalten bleiben.

Verbesserungsmöglichkeiten

In vielen Klassen- und Gruppenräumen, bei deren Bau kein Augenmerk auf die raumakustische Gestaltung gelegt wurde, werden nicht selten Nachhallzeiten von 1 bis über 2 Sekunden gemessen. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass sich durch die Regulierung der Nachhallzeit auf ein optimales Niveau mit vertretbarem Aufwand gute Ergebnisse erzielen lassen.

Bei typischen Klassenräumen mit einem Volumen von 200 m^3 , wie in der Abbildung unten, entspricht das einer Reduzierung der Nachhallzeit auf ca. 0,55 s. Aufgrund der physikalischen Lärmpegelsenkung und der dadurch verursachten Rückwirkungen auf das Verhalten von Lehrkräften, Erziehern und Kindern lässt sich in der Praxis eine Lärmpegelminderung von typischerweise $> 10 \text{ dB}$ gegenüber akustisch nicht gestalteten Räumen erzielen. Eine Pegelminderung von 10 dB entspricht einer Reduktion der vormals vorhandenen Lärmenergie um 90 Prozent und einer Halbierung des subjektiven Lautstärkeempfindens.



Abb. 4:
Klassenraum mit Akustikdecke aus Mineralfaserplatten

Konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik

Wenngleich die Akustik von Klassen- und Gruppenräumen in Zweifelsfall individuell gestaltet und optimiert werden sollte, lässt sich für standardmäßige Räume eine gute Raumakustik ohne weiteren Planungsaufwand erreichen. In ihnen ist die Regulierung der Nachhallzeit mit marktüblichen Mitteln aus technischer Sicht sehr einfach. In der Regel sind die Klassen-, Gruppen- bzw. Spielräume so hoch, dass ohne größere Schwierigkeiten eine akustisch wirksame, abgehängte Decke eingebracht werden kann. Der Vorteil des Einbaus einer abgehängten Decke besteht darin, dass so eine große Fläche mit „insgesamt viel Absorption“ eingebracht wird. Ferner ist eine Deckenkonstruktion gegenüber einer vorgesetzten Wandkonstruktion weniger anfällig für Beschädigungen bzw. Vandalismus. Zudem kann der Deckenaufbau meist ohne zusätzliche mechanisch verstärkende Elemente erfolgen.

Sowohl die theoretischen Rechnungen als auch unzählige Vor-Ort-Messungen in Räumen zeigen, dass für Standardräume - Volumen $< 300 \text{ m}^3$, Höhe $< 4 \text{ m}$ und annähernd quaderförmige Raumform – bereits der Einbau einer einfachen Akustikdecke mit einer Schallabsorption von „nur“ ≥ 65 Prozent bei einer Deckenfläche je nach Raumgröße von ca. $50\text{--}80 \text{ m}^2$ ausreicht, um die Nachhallverhältnisse im Sinne der Normvorgaben vollständig zu regulieren.

Die Empfehlungen bzw. Anforderungen der DIN 18041 für normal hörende Schüler werden sicher erfüllt. Der Einbau einer einfachen Akustikdecke bedarf daher in der Regel keiner weiteren Planung.

Sollen die Räume stärker bedämpft werden - untere Toleranzgrenze der DIN 18041 – können Materialien mit einer Schallabsorption ≥ 80 Prozent eingesetzt oder weitere Flächen, wie beispielsweise die Rückwand des Klassenraumes zusätzlich absorbierend ausgestaltet werden.

Alle namhaften Hersteller von Akustikabsorptionsmaterialien haben so genannte Akustikdecken in ihren Programmen. Der Preis für den Einbau einer einfachen Akustikdecke beginnt bei ca. 25 Euro/m^2 inkl. MwSt. für eine fertig montierte Decke, Materialkosten inklusive Einbau. Die für die akustische Gestaltung bzw. Sanierung beispielsweise eines Klassenraumes entstehenden Kosten betragen somit cirka 1.500 Euro . Dabei sei hier ausdrücklich empfohlen, dass eine Bauüberwachung einen sachgerechten Einbau der Akustikdecke sicherstellt.

Fazit

Angesichts der eindeutigen Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung und den gegenüber anderen Baukosten vergleichsweise geringen finanziellen Aufwand erscheint es völlig unverständlich, dass die Umsetzung solch einfacher Maßnahmen, die maßgeblich zu einer gesundheitsförderlichen und lernfreundlichen Umgebung unserer Kinder beiträgt, nicht standardmäßig erfolgt.

Alleine durch die konsequente Umsetzung der DIN 18041 ließe sich die raumakustische Situation in den Bildungs- und Betreuungseinrichtungen entscheidend verbessern.