

Optimale Akustik im Klassenzimmer – unerlässlich nicht nur für hörgeschädigte Schüler

Eine ausgewogene Raumakustik fördert die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit von allen Schülern und Lehrern – und ist zudem die unabdingbare Voraussetzung dafür, dass chronisch hörgeschädigte Kinder überhaupt eine Regelschule besuchen können. Carsten Ruhe, Sachverständiger für Akustik und Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen zum Thema, erläutert, worauf Planer bei der Konzeption sowie Nachrüstung von Räumen für hörgeschädigte Schüler achten müssen.



Dipl. Ing. Carsten Ruhe
Jahrgang 1949, studierte Nachrichtentechnik an der Universität Hannover. Partner im Beratungsbüro für Akustik und Thermische Bauphysik „Taubert und Ruhe GmbH“. Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Akustik und Thermische Bauphysik.

Der Anteil hörgeschädigter Schüler/innen wird häufig unterschätzt. Nach der Hörscreening-Studie von Sohn ist bei Personen bis 20 Jahre etwa 1 % der Bevölkerung hörgeschädigt. Dies bedeutet, dass sich in etwa jeder vierten Klasse ein hörgeschädigter Schüler befindet, dessen Schwerhörigkeit möglicherweise gar nicht bekannt ist. Temporäre Hörschwellenverschiebungen durch Infektionskrankheiten kommen zu bestimmten Jahreszeiten bei bis zu 30 % der Schüler einer Klasse vor. Im Jahresmittel soll der Anteil bei etwa 12 % liegen. Dies bedeutet, dass ständig in jeder Klasse etwa drei Schüler eine zeitweilige Höreinschränkung haben. Auch sie werden durch akustisch gut gestaltete Räume besser in den Unterricht einbezogen.

Noch nicht untersucht: der Anteil schwerhöriger Lehrer

Die Sohn-Studie weist für die Altersgruppe zwischen 40 und 60 Jahren aus, dass bereits zwischen 15 und 20 % der Bevölkerung von Schwerhörigkeit betroffen ist. Da der Hauptanteil der Lehrer dieser Altersstufe angehört, ist damit zu rechnen, dass in etwa jeder fünften Klasse ein schwerhörender Lehrer unterrichtet (häufig ohne es zu wissen). In diesem Sinne ist barrierefreies Bauen für hörgeschädigte Schüler auch ein Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie für die Lehrerschaft und für ein besseres Verstehen der Schülerbeiträge. Hier stellt sich z. B. die Frage, wer denn wohl die schlechte Zensur erhält, wenn die Lehrerin die richtige Antwort des Schülers falsch verstanden hat.

Hören und Höreinschränkungen

Wichtig sind die hohen Töne. Bei der Innenohr-Schwerhörigkeit, die bei mehr als 80 % aller Hörgeschädigten vorliegt, treten Hör-

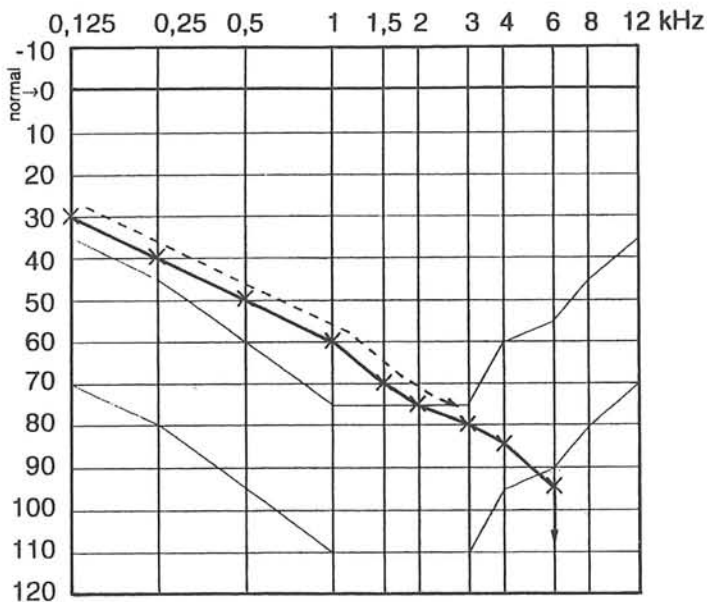


Abb. 1 Audiogramm: Die Null-Linie („normal“) entspricht dem normalen Gehör gut hörender Personen für verschiedene Tonhöhen (Frequenzen). Links wird der Hörverlust in deci-Bel für die verschiedenen Tonhöhen angegeben. Eingezeichnet ist beispielhaft eine Hörverlustkurve bei Innenohr-Schwerhörigkeit (nach Plath).

verluste vorwiegend im hochfrequenten Bereich auf, während häufig bei den tieffrequenten Tönen eine weitaus größere Gehörempfindlichkeit vorhanden bleibt. Dies bedeutet, dass entsprechend an den Hörverlust angepasste Hörgeräte vorwiegend die ausgefallenen mittleren und hohen Frequenzen verstärken müssen. Das typische Audiogramm von Innenohr-Schwerhörigen ist in Abbildung 1 dargestellt. Dort ist zu erkennen, dass bei den hohen Tönen (rechts im Bild) eine deutliche Absenkung der Hörempfindlichkeitskurve vorliegt.

Für die Sprachverständlichkeit sind insbesondere die Zisch- und Explosivlaute (p, t, k, f, β, z, sch) wichtig. Diese enthalten in ihrem Spektrum vorwiegend hochfrequente Signalanteile. Die Vokale, welche die Lautstärke der Stimme ergeben, sind dagegen vorwiegend niederfrequent. Sie sind für die Sprachverständlichkeit nicht gleichermaßen wichtig. Das lässt sich durch Flüstern gut demonstrieren. Dann fehlt im Sprachsignal das Schnarrgeräusch der Stimmbänder, denn geflüsterte Worte setzen sich nur aus Hauch-, Zisch- und Explosivlauten zusammen.

Trotz der fehlenden stimmhaften Vokalanteile ist geflüsterte Sprache ausgesprochen gut verständlich, sofern sie ausreichend laut im Verhältnis zum Störgeräusch ist. Deshalb müssen insbesondere die hochfrequenten Störgeräuschteile gut gedämpft werden. Auch für Hörgeschädigte muss das Nutzsignal der Sprache (S = signal) ausreichend hoch über dem Störgeräusch (N = noise) liegen. Das sogenannte Signal/Rausch-Verhältnis sollte mindestens $S/N = 15$ dB betragen. Da Hörgeräte Störgeräusche im allgemeinen in gleicher Weise verstärken wie Sprachsignale, muss zunächst mit baulichen und raumakustischen Maßnahmen für eine möglichst geringe Störgeräuschentstehung im Raum bzw.

Störgeräuschentstehung aus benachbarten Räumen gesorgt werden. Hier geht es vorrangig um Fragen des baulichen Schallschutzes.

Schwerhörige sind lärmempfindlich

Bei Hörgeschädigten verschiebt sich im Allgemeinen nur die Hörschwelle, nicht jedoch die Unbehaglichkeits- oder Schmerzschwelle. Der nutzbare Dynamikbereich des Gehörs wird damit eingeschränkt. Teilweise werden messbare Schallpegelunterschiede von Hörgeschädigten subjektiv erheblich krasser als Lautstärkeunterschiede empfunden, als von Guthörenden (so genanntes Recruitment). Dies bedeutet, dass die betroffenen Personen zwar hörgeschädigt, aber innerhalb des für sie hörbaren Pegelbereiches extrem lärmempfindlich sind. Von Recruitment betroffenen Personen müssen die Hörsignale möglichst mit gleichmäßiger Lautstärke angeboten werden, weil sonst bei leisen Signalen das Verstehen stark eingeschränkt ist, bei lauten Signalen aber bereits die Unbehaglichkeitsgrenze erreicht wird.

Baulicher Schallschutz

Der Störgeräuschpegel im Raum, der von außen oder aus benachbarten Räumen hereindringt oder von den im Raum anwesenden Personen selbst erzeugt wird, soll so niedrig wie möglich sein. Für den Schallschutz von Fenstern, Wänden und Decken gibt es in der Schallschutznorm DIN 4109 „Anforderungen“, die in Klassenräumen für Hörgeschädigte keinesfalls unterschritten werden dürfen, sondern günstigerweise etwa 5 dB übererfüllt sein sollten. Die Störgeräuschentwicklung durch die Schüler ist natürlich einerseits vom Unterrichtsgeschehen abhängig, andererseits sorgen aber auch die Bewegungen im Raum, z. B. Tische- oder Stühlerücken, Füßeschurren, Fallenlassen von Gegenständen, quietschende oder knirschende Sohlen – insbesondere auf harten Fußbodenbelägen – für Geräusche, die man mit einem weichen Oberbelag vermeiden kann.

Viel Direktschall, wenig Diffusschall

Personen, die darauf angewiesen sind, das Sprachsignal mit dem Hörgerät aus dem Raum heraus aufzunehmen, benötigen eine möglichst „trockene“ raumakustische Situation, die fast ausschließlich Direktschall-Anteile enthält, d. h. möglichst kurze Nachhallzeit und Einzelechos insbesondere von der Raumrückwand sind zu vermeiden. In der Neufassung von DIN 18 041 heißt es hierzu: *Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für Sprachkommunikation um so günstiger empfunden, je kürzer die Nachhallzeit ist. Nach heutigem Kenntnisstand im Bereich des Barrierefreien Planens und Bauens sollte für Hörgeschädigte die anzustrebende Nachhallzeit für Räume mit einem Volumen bis zu 250 Kubikmetern um 20 % unter der Kurve für Unterricht in Abbildung 1 liegen.* Die Diffusschall-Anteile sollen noch geringer sein, als dies für Guthörende günstig wäre. Jeder Diffusschall verschlechtert die Sprachverständlichkeit, weil er bereits wieder als Störgeräusch wirkt. Dies gilt bei Guthörenden erst für Schallsignale, die mehr als 35 ms gegenüber dem Direktschall verzögert sind. Bis etwa 35 ms wirken solche Schallanteile bei Guthörenden lautstärke- und verständlichkeitserhöhend.

Rückwandecho vermeiden

Eine stehende Lehrerin und die vorne sitzenden Schüler hören bei horizontaler Schallausbreitung über die Köpfe der anderen Schüler hinweg ein Rückwandecho mit einer Zeitverzögerung von fast 50 ms. Dieses verschlechtert die Sprachverständlichkeit. Bringt man ein schallabsorbierendes Rückwandpaneel an, so entstehen dadurch für diese Schallausbreitungsrichtung angenäherte Freifeldbedingungen, weil das Rückwandecho entfällt. Der Sprachschallpegel nimmt gemäß Abbildung 2 von 1 m Abstand bis zu den hinteren Plätzen um etwa 10 dB ab. Dies sind etwa 2,5 dB mehr als nach der Hallfeld-Theorie zu erwarten ist. Somit sind auf diese Weise entsprechend geringere Diffusschallanteile, welche die Sprachverständlichkeit verschlechtern würden, vorhanden. Der etwas geringere Nutzsignalpegel wird durch den deutlich geringeren Störgeräuschpegel mehr als wett gemacht. Zunächst erscheint es unglaublich, dass durch eine derartige Maßnahme das Signal/Rausch-Verhältnis sogar günstiger wird. Dies ist dadurch begründet, dass sich Schüler in gedämpften Klassenräumen erheblich ruhiger verhalten als in hallenden.

Auswirkung der Nachhallzeit auf den Schallpegel im Raum

Für einen Klassenraum von etwa $V = 200 \text{ m}^3$ mit einer in derartigen Räumen häufigen Nachhallzeit von etwa $T_m = 1,0 \text{ s}$ lässt sich errechnen, dass der vom Sprecher ausgehende Direktschallpegel am hintersten Platz in acht Metern Abstand etwa 6 dB niedriger liegt als in einem Meter Abstand vom Mund (Abnahme von -11 dB auf -17 dB in Abbildung 3, obere Kurve). Bei entspanntem Sprechaufwand liegt der Schallpegel in 1 m Abstand bei etwa 65 dB(A) , sodass hinten noch etwa 59 dB(A) ankommt. Das Signal/Rausch-Verhältnis am Hörerplatz soll für Hörgeschädigte $S/N = 15 \text{ dB}$ betragen. Der dort vorherrschende Störschallpegel muss also 15 dB leiser sein und darf damit nicht mehr als 44 dB(A) betragen. Sind die Schüler/innen lauter, so muss die Lehrerin den Sprechaufwand erhöhen, was über längere Zeit die Stimme sehr beansprucht und schädigen kann. Verringert man durch die beschriebenen Maßnahmen die Nachhallzeit auf einen Wert von etwa $T_m = 0,45 \text{ s}$, so liegt der Schallpegel am hintersten Platz etwa 9 bis 10 dB niedriger als in einem Meter Abstand vom Mund (von -11 dB auf -21 dB in Abbildung 4, untere Kurve), er ist also mit $S = 65 \text{ dB(A)} - 10 \text{ dB} = 55 \text{ dB(A)}$ noch leiser. Wo liegt also der Gewinn?

Durch die Verkürzung der Nachhallzeit geht der die Verständlichkeit erschwerende Diffusschall-Anteil des Sprachsignals (also ein Teil des Störsignals) zurück. Das ist einer der beiden wichtigen Effekte. Der zweite (häufig noch „durchschlagendere“) ist, dass die Störgeräuschentwicklung durch die Schüler abnimmt. Messungen haben gezeigt, dass nicht nur bei gleichem Stimmaufwand der Störer (durch die kürzere Nachhallzeit) der von ihnen erzeugte Schallpegel abnimmt, sondern dass darüber hinaus wegen des geringeren Störschallpegels auch der Stimmaufwand zurückgeht. Deshalb ist die insgesamt eintretende Pegelminderung im Allgemeinen doppelt so groß wie rechnerisch zu erwarten. Wenn aber durch eine Nachhallzeitverkürzung von $1,0 \text{ s}$ auf $0,45 \text{ s}$ eine Störgeräuschpegelminderung um 7 dB eintritt, dann beträgt der Störschallpegel nur noch $N = 44 \text{ dB(A)} - 7 \text{ dB} = 37 \text{ dB(A)}$. Man erreicht auf diese Weise bei gleichem

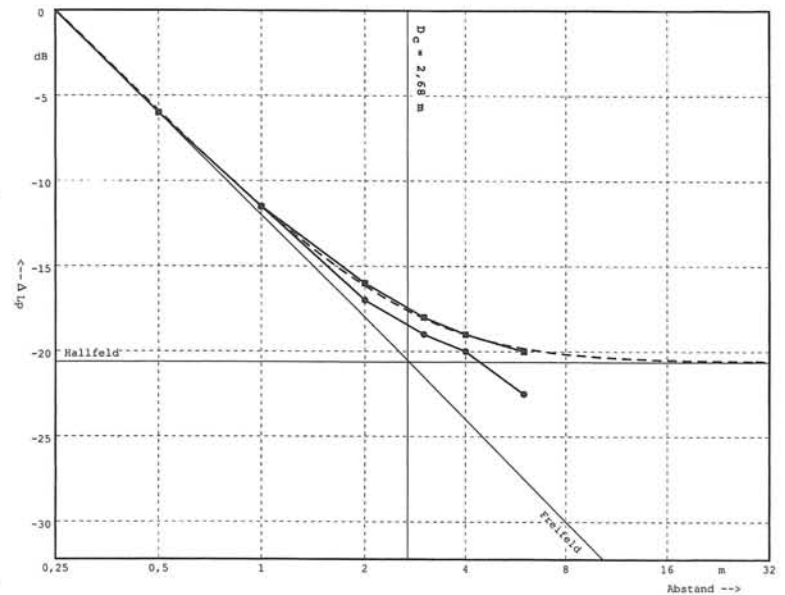


Abb. 2 Schallausbreitung in verschiedenen Klassenräumen:

Obere Kurve: Klassenraum ohne schallabsorbierendes Rückwandpaneel, hier liegt im hinteren Bereich eine Hallfeldsituation vor.
Untere Kurve: Klassenraum mit schallabsorbierendem Rückwandpaneel, hier liegen im hinteren Bereich näherungsweise noch Freifeldbedingungen vor.

Stimmaufwand der Lehrerin ein $S/N = 55 \text{ dB(A)} - 37 \text{ dB(A)} = 18 \text{ dB}$ und damit also eine größere Sicherheit gegen Störgeräusch-Verdeckung des Nutzsignals. Messtechnische Untersuchungen des Schallpegels in Klassenräumen haben gezeigt, dass die Vorgabe aus §15 der Arbeitsstättenverordnung, einen mittleren Schallpegel von 55 dB(A) bei überwiegend geistiger Tätigkeit einzuhalten, in Schulen im allgemeinen nicht erreicht wird. Dies gilt insbesondere, wenn die Klassenräume nicht den raumakustischen Erfordernissen entsprechen. Der oben beschriebene Rückkopplungseffekt nach Einbau von Schallabsorptionsmaterial wirkt sich natürlich auch in diesen Klassenpegelmindernd aus. Damit wird (für die beschäftigten Lehrer) zumindest der einleitende Satz aus §15 ArbStV erfüllt: In Arbeitsräumen ist der Schallpegel so niedrig zu halten, wie es nach Art des Betriebes möglich ist.

Beschaffenheit hörgeschädigtengerechter Klassenräume

Nachfolgend wird beschrieben, wie Klassenräume ausgestattet sein sollen, deren akustische Bedingungen für den Unterricht von Schülern mit Hörschäden gut sind. Dies bedeutet nicht, dass man derartige Klassenräume auf eine andere Art und Weise ausstatten muss, als dies typischerweise für akustisch gute Unterrichtsbedingungen ohnehin der Fall ist. Man muss alle auch dort notwendigen Maßnahmen lediglich ergänzen oder „etwas besser“ ausführen. Somit sind Klassenräume, deren Bedingungen für hörgeschädigte Schüler gut sind, in Bezug auf guthörende Personen sogar ausgezeichnet. In diesem Sinne ist Barrierefreies Bauen (mal wieder) auch „Bauen für Alle“. Klassenräume neuerer Bauart haben häufig eine Breite zwischen 7 und 8 Metern und eine Länge zwischen 8 und 9 Metern. Damit

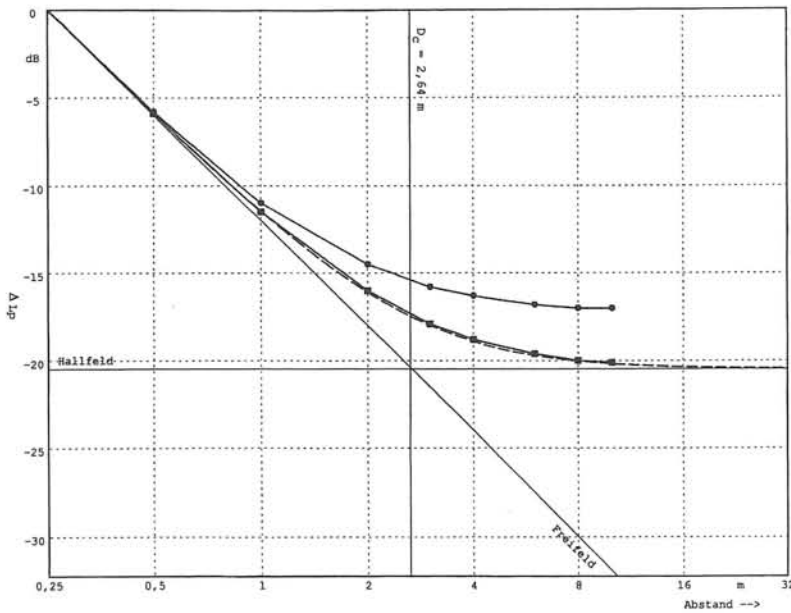
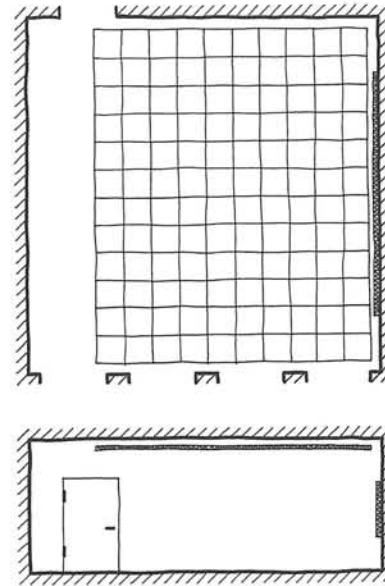


Abb. 3: Schallausbreitungskurven für zwei Klassenräume:
 obere Kurve: $T_m=1,00$ s, Pegelabfall bis 8 m um 6 dB gegenüber 1 m Abstand;
 untere Kurve: $T_m=0,45$ s, Pegelabfall bis 8 m um 10 dB gegenüber 1 m Abstand

liegt die Grundfläche im allgemeinen zwischen 60 und 70 Quadratmetern und zusammen mit einer üblichen lichten Raumhöhe von etwa drei Metern beträgt das Raumvolumen in etwa 200 Kubikmeter. Räume mit größerem Volumen haben nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht etwa eine größere Grundfläche, sondern oft eine unangemessen große Höhe. In den neuen Bundesländern ist nach den Untersuchungen von Behr und Schottke offenbar eine wesentlich größere Spannweite gegeben.

Nach den Vorgaben der 2003 neu überarbeiteten Raumakustik-Norm DIN 18 041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ soll die mittlere Nachhallzeit in Unterrichtsräumen nicht mehr als $T_m = 0,55$ s betragen. Für den Unterricht hörgeschädigter Schüler empfiehlt die Norm eine Nachhallzeit von etwa $T_m = 0,45$ s. Dann beträgt die erforderliche äquivalente Absorptionsfläche $A_{\text{erf}} = 70 \text{ m}^2$, das ist mehr als die Deckenfläche des Raumes. Um die Standardanforderungen von $T_m = 0,55$ s zu erfüllen ist es erforderlich, etwa die Hälfte der Deckenfläche im hinteren und seitlichen Raumbereich des Klassenzimmers mit hochgradig schallabsorbierenden Deckenplatten zu belegen oder zwischen 80 und 100 Prozent der Deckenfläche mit mittelgradig absorbierenden Schallabsorptionsmaterialien auszustatten. Der genaue Umfang ist abhängig von dem gewählten Materialtyp. Für die hörgeschädigtengerechte Ausstattung mit $T_m = 0,45$ s sind hochgradig schallabsorbierende Deckenplatten auf mindestens 80 % der Deckenfläche im hinteren und seitlichen Bereich vorzusehen. Nur in der Nähe der Schultafel verbleibt dann ein reflektierendes beziehungsweise tieffrequent absorbierendes Deckenfeld.



Beispiel für die Anordnung eines schallabsorbierenden „Deckensegels“ aus Mineralfaserplatten im Standardformat und eines Rückwandpanels in einem typischen Klassenraum.
 oben: Deckenspiegel, umlaufend offener Randfries, links Tafel, oben Flurseite, rechts Rückwand, unten Fensterseite
 unten: Längsschnitt mit Blick zur Flurwand, links Tafel, rechts Rückwand

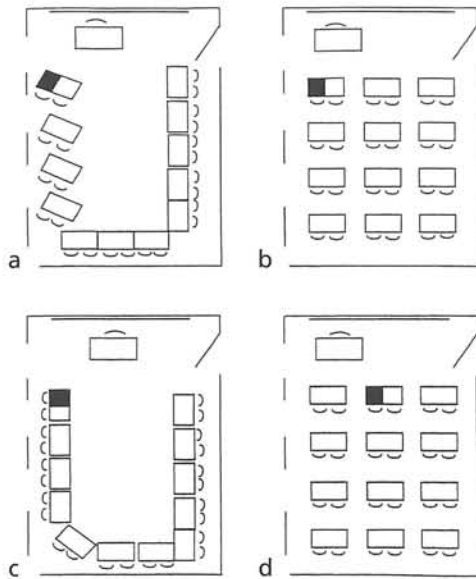
Zusätzlich sollte generell die der Schultafel gegenüber liegende Raumrückwand eine etwa fünf bis sechs Meter breite Schallabsorptionsfläche von etwa 1,0 bis 1,2 Metern Höhe über OFF bis zur Decke erhalten.

Keinesfalls darf man die Decke vollflächig hochgradig absorbierend verkleiden, wenn nicht gleichzeitig auch das schallabsorbierende Rückwandpaneel angeordnet wird. Sonst würde man das Rückwandecho sehr deutlich hören, weil es nicht mehr von dem Nachhall verdeckt wird. Außerdem ist es für derartige Räume – sowohl zur Schallabsorption als auch zur Störgeräuschvermeidung – sinnvoll, einen strapazierfähigen Teppichboden, zum Beispiel Nadelfilz oder Kugelgarn, zu verlegen.

Durch diese mit relativ geringem Aufwand zu realisierenden „Standardmaßnahmen“ werden nicht nur die anzustrebenden Nachhallzeiten erreicht, sondern durch die Verteilung des Schallabsorptionsmaterials auf mehrere Raumbegrenzungsflächen wird auch die Schallfelddiffusität verbessert. Die für Hörgeschädigte besonders störenden Echos mit langer Verzögerung gegenüber dem Direktschall werden vermieden.

Doch Klassenräume älterer Bauart sind häufig länger und höher als die oben beschriebenen. In derartigen Räumen müssen die Schallabsorptionsflächen deshalb proportional zur Zunahme des Raumvolumens größer hergestellt werden. Hilfreich ist darüber hinaus, wenn man das (im Vergleich zu den akustischen Anforderungen) unnötig große Raumvolumen zum Beispiel durch eine als Segel abgehängte Unterdeckenfläche verkleinert.

Bei Räumen mit einer Länge von mehr als neun Metern ist die schallabsorbierende Rückwandverkleidung zwischen circa 0,8 Metern über OFF und der Decke einzubauen.



Bestellungsvarianten für Klassenräume nach Löwe:

- a: im allgemeinen günstiger Sitzplatz
- b: möglich, wenn der Lehrer die konventionelle Sitzordnung bevorzugt oder beibehalten muss
- c: ungünstig, da der hörgeschädigte Schüler bei seinen in der Fensterreihe sitzenden Mitschülern nicht absehen kann.
- d: schlechteste Lösung, da der hörgeschädigte Schüler nur beim Lehrer, aber nicht bei den Mitschülern absehen kann.

Unterstützende Maßnahmen

Wie überall im Barrierefreien Planen und Bauen für Menschen mit sensorischen Beeinträchtigungen ist auch bei den hörgeschädigtengerechten Klassenräumen das Zwei-Sinne-Prinzip zu verwirklichen. Dies bedeutet, dass die Aufnahme und Verarbeitung akustischer Informationen optisch unterstützt werden muss. Mit einer entsprechenden Hörtaktik versuchen Hörgeschädigte, die fehlenden Schallsignale durch optische Ergänzungen auszugleichen. Hierzu gehören einerseits die Gebärdensprache, andererseits schriftliche Informationen und schließlich als ganz wesentliches Hilfsmittel (das unbewusst auch jede Guthörende benutzt) das Absehen vom Mund der Lehrerin bzw. der Mitschüler. Für die Erkennbarkeit des Mundbildes ergeben sich einerseits Anforderungen an die Beleuchtung und andererseits für eine optimale Anordnung des Schüler-Sitzplatzes. Über die räumlichen Bedingungen der Klassenausstattung hinausgehend müssen die Lehrenden sich daran gewöhnen, nicht zu sprechen, während sie etwas an die Tafel schreiben.

Darüber hinaus müssen sie sich auch dessen bewusst sein, dass nicht nur bei hörgeschädigten Schülern, sondern auch bei Lehrinhalten geringer Redundanz, z. B. mathematischen oder naturwissenschaftlichen Formeln, die Informationsaufnahme und Verarbeitung in drei Phasen nicht etwa parallel, sondern nacheinander abläuft. Durch diese aufeinander folgenden Schritte ist für Hörgeschädigte kein Mit-Schreiben (wie bei gut hörenden Menschen) möglich, sondern tatsächlich ist es Satz für Satz ein Nach-Schreiben. Die Informationsaufnahme und Verarbeitung dauert also wesentlich länger als bei einem gut hörenden Schüler. Insbesondere bei Diktaten muss deshalb deutlich langsamer und

mit den erforderlichen Pausen gesprochen werden. Die Lehrerin sollte dabei den hörgeschädigten Schüler im Blick behalten. In Schulen für Hörgeschädigte sind die Klassengrößen deutlich kleiner. Dann ist es möglich, dass die Schüler im Halbkreis um das Lehrerpult herum sitzen. Auf diese Weise können sie sich gegenseitig genau so gut sehen wie die Lehrerin. Diese Situation fördert das Unterrichtsgespräch sehr, weil alle von den Lippen absehen können. Wenn auch die Lehrerin an ihrem Pult sitzt, ist der Blick- und damit der Hörkontakt ebenfalls besser als in einer Standard-Schulklasse, bei der die Lehrerin (wegen des Sichtkontaktes zu den hinteren Plätzen) stehen muss und damit leicht über einen vorne sitzenden hörgeschädigten Schüler hinwegspricht.

Jetzt kommt noch die Technik dazu

Wenn ein hörgeschädigter Schüler mit einem Hörhilfsmittel, zum Beispiel in Form einer Funkübertragungsanlage, ausgestattet ist, wird der Abstand zwischen ihm und dem Lehrer durch die Funkübertragung ausgeglichen. Diese technischen Hilfsmittel bringen das Sprachsignal direkt zum Ohr/Hörgerät des hörgeschädigten Schülers. In diesem Fall kann der Schüler bei einer U-förmigen Tischanordnung durchaus auch der Tafel gegenüber sitzen und hat damit fast alle Mitschüler/innen und auch die Lehrerin im Blick. Die Gefahr, das Mundbild nur undeutlich von der Seite zu sehen, wird auf diese Weise auch geringer. Darüber hinaus ist bei der „echten“ U-Anordnung das Mikrofon auch einfacher und störgeräuschfreier zwischen den Schülern herumzugeben. Nachteilig ist daran, dass häufig für den Funkempfang am Hörgerät die dort eingebauten Mikrofone ausgeschaltet werden müssen. Damit wird ein Unterrichtsgespräch sehr erschwert, weil der hörgeschädigte Schüler jetzt nur das Schallsignal hört, welches von dem Mikrofon des Funksenders aufgenommen wurde. In diesem Fall muss also das Mikrofon von der Lehrerin im Unterricht herumgereicht werden, was den Unterrichtsablauf erheblich behindern kann. Dies erfordert bei den Lehrern die Bereitschaft, sich mit dieser „Technik“ zu befassen.

Was ist bei der Materialauswahl zu beachten?

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind die während der unterschiedlichsten Beratungsaufgaben diskutierten Anforderungen an die verwendeten Materialien nachfolgend aufgeführt:

- hochgradige und breitbandige Schallabsorption,
- gute Lichtreflexion,
- optisch ansprechend,
- hohe mechanische Stabilität,
- Brandschutz-Klassifizierung mindestens B1,
- Allergie, Hygiene und Reinigung,
- Umweltverträglichkeit,
- geringe Konstruktionshöhe (Decke ca. 150 bis 200 mm, Wand ca. 80 bis 100 mm),
- gängige Rastermaße mit wenig Verschnitt aber optimaler Ausnutzung der Flächen,
- schnelle Verfügbarkeit,
- handwerksübliche Konstruktionen,
- schneller Einbau (gegebenenfalls auch in Eigenhilfe),
- günstiger Preis.

Wie kann man bestehende Räume ergänzen?

Für Räume, die für eine Integrative Beschulung hörgeschädigter Schüler umgebaut und angepasst werden sollen, muss auch erfasst werden, welche Maßnahmen über den Bestand hinaus noch zusätzlich erforderlich sind. Dies ist im Standardfall sehr einfach möglich:

- Wo liegt der Klassenraum im Gebäude?
- Wie ist es mit der Himmelsrichtung?
- Liegt ein Standard-Klassenraum vor?
- Ist ein Teppich vorhanden?
- Ist eine schallabsorbierende Unterdecke vorhanden?
- Ist die schallabsorbierende Unterdecke noch wirksam?
- Wo muss die schallabsorbierende Unterdecke angebracht werden?
- Kann man Rückwandpaneele anbringen?
- Organisation und Technik.

Ein Appell zum Schluss

Die beschriebenen raumakustischen Verbesserungen wirken sich nicht nur für den hörgeschädigten Schüler, sondern auch für alle gut hörenden Schüler positiv aus und liefern für die Lehrer einen Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie. Auch für sie verbessert sich die Sprachverständlichkeit, wobei man insbesondere bedenken muss, dass hörgeschädigte Schüler häufig anders oder nicht so

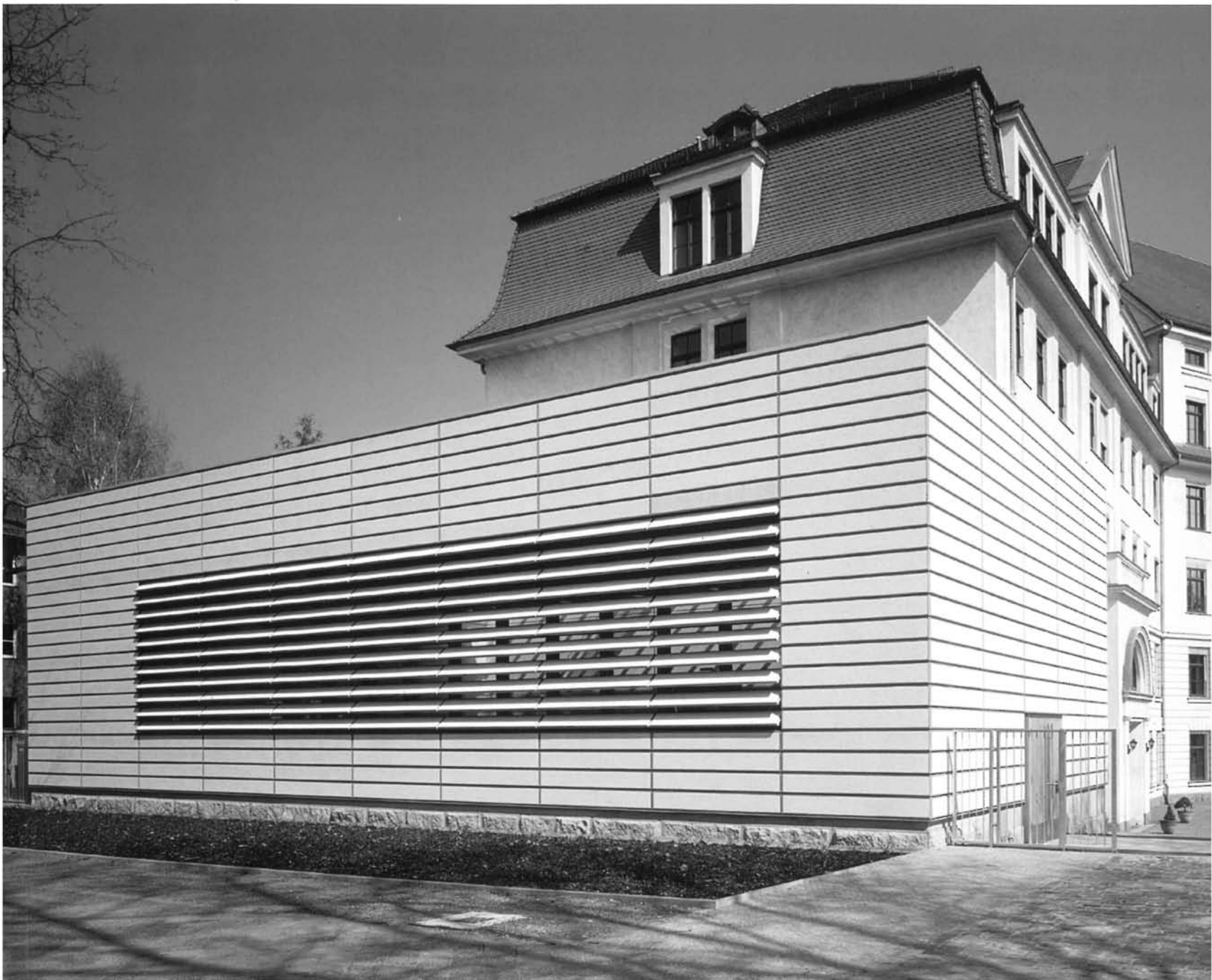
gut artikulieren wie ihre gut hörenden Mitschüler. Darüber hinaus muss nach den derzeit vorliegenden Kenntnissen davon ausgegangen werden, dass ein erheblicher Anteil der Lehrerschaft (zum großen Teil leider ohne es zu wissen) schwerhörig ist. Bei hochgradigen Hörschädigungen wird ein integrativ zu unterrichtender Schüler mit Ergänzungsgeräten zum Hörgerät, z. B. einer Funkübertragungsanlage, ausgestattet sein. Wenn derartige Geräte vorhanden sind, sollte die Lehrerin sie auch unbedingt einsetzen. Persönliche Befindlichkeiten („Wie sehe ich denn damit aus!“), sollten hinter dem angestrebten Unterrichts- und Lernerfolg zurückstehen. Vielmehr sollte die Lehrerin Vorbild für innovative Technik sein und ihren Schüler ermahnen, diese Geräte zu benutzen oder sich sogar zunächst zu beschaffen. Je entspannter der Schüler dem Unterricht folgen kann und je besser der „Hörstress“ vermieden wird, desto besser wird er das Dargebotene verarbeiten und desto größer wird auch die Freude und der Erfolg am Lernen sein.

Literatur:

- Ahnert, Wolfgang und Reichardt, Walter: Grundlagen der Beschallungstechnik, VEB Verlag Technik, Berlin 1981
- ArbStättV, Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung) vom 20. März 1975 zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung zur Umsetzung von EG-Einzelrichtlinien zur EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz vom 4. Dezember 1996
- Behinderten-Gemeinschaft Bonn: Veranstaltungen barrierefrei genießen, Leitfaden für Organisatoren, 2001-02
- Behr, Thomas: Raumakustische Maßnahmen bei der Sanierung von Altbauten der Baualtersgruppe 1860 - 1920, IEMB 2001
- Berndt, Jörg et al.: Belastung und Beanspruchung von Lehrerinnen und Lehrern, 9. Oldenburger Symposium zur psychologischen Akustik, 2002
- BIAP-Empfehlung 15/1: Vorschulische und schulische Integration hörbehinderter Kinder in Klassen hörender, Gesves 1985-05, www.biap.org
- BIAP-Empfehlung 15/2: Integration, Madrid 1998-05, www.biap.org
- Bradley, J.S.: On the combined effects of signal-to-noise ratio and room acoustics on speech intelligibility, J.Acoust.Soc.Am 106 (4), Pt.1, October 1999, pages 1820 - 1828
- Brand, Thomas: Sprachverständlichkeit und Raumakustik aus audilogischer Sicht, 9. Oldenburger Symposium zur psychologischen Akustik, 2002
- Darron A.Chin-Quee: Acoustical Design Parameters for Hearing Impaired Classrooms: A Case Study, Noise-Con 97, The Pennsylvania State University, 1997 June 15-17, pages 423 - 426
- DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise“, 1989-11
- DIN 18 030 „Barrierefreies Bauen“ Entwurf 2002-11
- DIN 18 031 „Hygiene im Schulbau“, DIN-Fachbericht

„Umgebungsbedingungen in Schulräumen, Grundlagen für die Bewertung“, 2. Auflage 1983

- DIN 18 041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ Entwurf 2003-04
 - DIN EN ISO 354 „Akustik, Messung der Schallabsorption im Hallraum“, 2003-12
 - DIN EN ISO 3382 „Akustik, Messung der Nachhallzeit in Räumen mit Hinweis auf andere akustische Parameter“, 2000-03
 - DIN EN ISO 11 654 „Akustik, Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden, Bewertung der Schallabsorption“, 1997-07
 - DSB-Ratgeber Nr. 11: Technische Hilfen für Hörgeschädigte, 2002-11,
 - DSB mit GN-ReSound: Veranstaltungen hörgeschädigtengerecht planen, 2001-11
 - Ecophon (Hrsg.): Schule, Schall und Licht, Lübeck 1996
 - Gefahrstoffverordnung, Änderung der, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2000 Teil I Nr. 24, ausgegeben zu Bonn am 31. Mai 2000, Seite 747-749 zur Gefahrstoffverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. November 1999 (BGBl. I S. 2233, 2000 I S. 739)
 - Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen und zur Änderung anderer Gesetze (Bundes-Behinderten-Gleichstellungsgesetz, BBGG) vom 27. April 2002, Bundesgesetzblatt 2002 Teil I Nr. 28 vom 30. April 2002
 - Hodgson, Murray: Measurement and prediction of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures, J. Acoust.Soc.Am. 105 (1), 1999-01, pages 226 - 233
 - Huber, Kahlert, Klatt (Hg.): Die akustisch gestaltete Schule, auf der Suche nach dem guten Ton, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2002, ISBN 3-525-48002-4
- Die vollständige Literaturliste kann auf der Internet-Seite des Autors (www.taubertundruhe.de) eingesehen werden.



Architektur macht Schule

Mit Beiträgen von Klaus Kada, schulz & schulz, Ernst Kasper, Kai Haag, Carsten Ruhe, Christian Kandzia ...