



Die akustisch gestaltete Schule:

Ein Traum wird Wirklichkeit

Erfahrungen des Sonderpädagogischen Dienstes des Bildungs- und Beratungszentrums für Hörgeschädigte Stegen mit der akustischen Sanierung von acht Klassenräumen im südbadischen Eichstetten Ein Bericht von Ada Jacobsen

Montag Morgen, 8.30 Uhr, Grund- und Hauptschule Eichstetten: Viele Schülerinnen und Schüler stehen auf dem Schulhof und warten auf das Klingeln zum Unterrichtsbeginn. Ganz vorn an der Eingangstür haben sich Sarah und ihre Freundin aufgestellt. Sarah ist hochgradig hörgeschädigt und besucht gemeinsam mit 24 anderen Kindern die zweite Klasse der Grundschule in ihrem Heimatort. Ich dränge mich durch die Kinderschar und begrüße das Mädchen, das ich als Mitarbeiterin des Sonderpädagogischen Dienstes des Bildungs- und Beratungszentrums für Hörgeschädigte Stegen (BBZ Stegen) betreue. Der Anlass meines Kommens ist heute ein ganz besonderer: In den Sommerferien wurden acht Klassenzimmer der Schule akustisch saniert und jetzt, eine Woche nach Schulbeginn, haben sich die Kinder in ihren Räumen wieder häuslich eingerichtet. Ich bin gespannt, wie sich die Maßnahme auf die Raumakustik ausgewirkt hat.

WIE ALLES ANFING

Ihren Anfang nahmen die Bemühungen um die Verbesserung der Akustik im Schulgebäude, als Sarah im letzten Jahr eingeschult wurde. Die Schulleitung und die Lehrkräfte hatten sich bereiterklärt, das hörgeschädigte Mädchen in ihrer Schule aufzunehmen, um ihr eine wohnortnahe Beschulung zu ermöglichen. Als Begleitung forderten sie die Beratung und Unterstützung des Sonderpädagogischen Dienstes des BBZ Stegen an. Als zuständi-

ge Beratungslehrerin nahm ich kurz vor der Einschulung Verbindung mit dem Schulleiter auf. Wir vereinbarten einen „Runden Tisch“, zu dem die in der Klasse unterrichtenden Lehrkräfte, die Eltern der Schülerin sowie ich als Sonderpädagogin für Hörgeschädigte eingeladen wurden. Bei diesem Treffen informierte ich u.a. über die Hörschädigung und deren Auswirkung auf das Lern- und Leistungsvermögen des Kindes und beschrieb die Möglichkeiten der Zusammenarbeit. Weiterhin erhielt ich die Gelegenheit, den Unterrichtsraum kennen zu lernen.

Wie in vielen Schulen unseres Einzugsgebietes wirkte das Klassenzimmer extrem hallig. Nach meinen Erfahrungen würde es ein hochgradig hörgeschädigtes Kind hier sehr schwer haben, dem Unterrichtsgeschehen akustisch folgen zu können. Auch die Mutter des Mädchens reagierte skeptisch. Ich teilte den Beteiligten meine Bedenken zur Raumakustik mit und machte den Vorschlag, zunächst mit einem Teppichboden die Hörbedingungen für das hörgeschädigte Kind natürlich auch für alle anderen Kinder und die Lehrkräfte zu verbessern. Mit dieser Maßnahme würden Trittschall, Scharrgeräusche von Stühlen und Schultaschen sowie Geräusche von herunterfallenden Gegenständen wie Federmäppchen, Füller, Stifte etc. reduziert. Den starken Nachhall im Raum kann ein Teppichboden allerdings nicht reduzieren. Hierfür empfahl ich die Anbringung von schallabsorbierenden Werkstoffen an den Wänden und an der Decke (Akustikdecke).



Die Autorin des Artikels, **Ada Jacobsen**, ist Mitarbeiterin des Sonderpädagogischen Dienstes des Bildungs- und Beratungszentrums für Hörgeschädigte Stegen.

Anschrift:

Bildungs- und Beratungszentrum für Hörgeschädigte Stegen
Erwin-Kern-Str. 1-3
79252 Stegen



Foto: ECOPHON

Für die integrative Beschulung hörgeschädigter Kinder gehen einige Schulen mit gutem Beispiel voran und lassen Klassenräume akustisch sanieren wie die Volksschule Zeitlarn in Bayern.

Wie fast überall waren die Lehrkräfte der Schule zunächst skeptisch, ob ein so großer Aufwand für ein einziges Kind überhaupt gerechtfertigt wäre. Die Akustik in den Unterrichtsräumen wäre immer so gewesen und man käme damit zurecht. Das Erleben des Hörens mit Hörgeräten stimmte sie schließlich um: „Das ist ja schrecklich“, „man hört ja jedes Geräusch ganz laut“, „mit diesen Dingen im Ohr würde ich es keine fünf Minuten aushalten“ waren die Kommentare der Kolleginnen und Kollegen. Der Schulleiter bemühte sich umgehend bei der Gemeinde um einen Teppichboden für Sarahs Klassenraum. Völlig unbürokratisch und zügig reagierte der Bürgermeister. Innerhalb weniger Tage war der Boden beschafft und verlegt. Die Atmosphäre im Klassenzimmer hatte sich erheblich verbessert und wurde sowohl von den Lehrkräften als auch von den Kindern als angenehm erlebt.

Die weitergehenden Maßnahmen zur Raumakustik – schallabsorbierende Decke und Wände – waren zunächst jedoch kein Thema mehr. Für uns Beratungslehrkräfte, die immer mehr hörgeschädigte Kinder und Jugendliche in allgemeinen Schulen begleiten und betreuen, rückt dagegen dieses Thema ins Zentrum unserer Betrachtung und Bemühungen.

Im Zuge unserer vielfältigen Recherchen bildeten wir uns auf dem Gebiet der Akustik in Unterrichtsräumen fort. Wir führten in Stegen eine Veranstaltung zum Thema Klassenraumakustik durch. Als Referenten gewannen wir den Mitarbeiter

einer Firma für Akustikdecken. Er berichtete über die in Großbritannien durchgeführte Herriot-Watt-Studie, die u.a. nachgewiesen hat, dass sich hoher Nachhall in Klassenräumen negativ auf das Lernen und auf das Verhalten der Schülerinnen und Schüler auswirkt sowie mitverantwortlich ist für Erkrankungen der Lehrkräfte (Stimmstörungen, stressbedingte Erkrankungen). Zu unserem Erstaunen nahmen an dieser Veranstaltung fast ausschließlich Lehrkräfte teil, nicht aber die ebenfalls eingeladenen Vertreter von Bauämtern oder Architekten aus der Region.

„HÖRSAMKEIT IN KLEINEN UND MITTLEREN RÄUMEN“

Im Rahmen der regelmäßigen Besuche der Schule in Eichstetten erfuhr ich, dass die Gemeinde plante, acht Klassenräume akustisch zu sanieren. Um eine möglichst optimale Raumausstattung zu erreichen, unterbreitete ich dem Schulleiter den Vorschlag, einem Fachmann die Gelegenheit zu geben, sich die Gegebenheiten genau anzusehen und Vorschläge zur Sanierung zu machen. Dem Schulleiter gefiel meine Idee. Leider hatte ich versäumt, darauf hinzuweisen, dass es sich bei dem Fachmann um keinen unabhängigen Sachverständigen, sondern um den Vertreter einer Firma für Akustikdecken aus Mineralwolle handelte. Wie sich im Nachhinein herausstellte, sorgte dies für weitreichende Irritationen beim Schulleiter und auch bei dem eilig hinzugezogenen Bürgermeister. Beide waren angetan von der Fachkompetenz des Akustikers und begrüßten sehr, dass ihnen eine Nachhallzeitberechnung für den vorgesehenen Klassenraum kostenlos zur Verfügung gestellt wurde. Die Nachhallzeit lag im Übrigen mit 2,39 Sekunden weit über dem maximalen Wert (1,2 Sekunden) der DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen und mittleren Räumen“ von 1968.

Die Gemeinde bat um ein Angebot der Akustikdeckenfirma zu Händen des mit dem Bauprojekt beauftragten Ingenieurbüros. Zusätzlich wurde das Angebot einer örtlichen Baufirma eingeholt, die die Schallabsorption mit einer abgehängten Decke aus

Gipskarton-Lochplatten lösen wollte. In der Zusammenstellung des Ingenieurbüros schnitt die Mineralfaserdecke (Glasfaser) mit einem NRC-Wert (US-amerikanische Norm zur Ermittlung des Absorptionsverhaltens verschiedener Baumaterialien, bei der die Absorptionskoeffizienten der Oktavbänder 250, 500, 1000 und 2000 Hz addiert und gemittelt werden) von 0,95 erheblich besser ab als die Decke aus Gipskarton-Lochplatten mit einem Wert von 0,75. Betrachtet man außerdem die Leistungen der Absorber über die einzelnen Frequenzen bis 4000 Hz, wird die wesentlich höhere Leistungsfähigkeit des Mineralfaserprodukts überdeutlich: Im sprachrelevanten Bereich (250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz) erreicht die Mineralfaser einen Schallabsorptionsgrad von $\alpha = 0,86; 0,98; 1,00; 1,00; 0,98$, während die Gipskarton-Lochplatten lediglich auf Werte von $\alpha = 0,70; 0,85; 0,70; 0,70; 0,60$ kommen.

Nach der seit einigen Jahren im europäischen Raum gebräuchlichen Klassifizierung der Materialien in die Absorptionsklassen A bis E, die in das deutsche Normenwerk (DIN EN ISO) aufgenommen wurde, liegt das Mineralfaserprodukt (Klasse A) vor den Gipskarton-Lochplatten (Klasse C). Die höhere Leistungsfähigkeit drückt sich in der zu erwartenden Nachhallzeit aus: Nach Berechnungen der Akustikplattenfirma garantiert die Mineralfaserdecke eine Nachhallzeit von 0,51 Sekunden, die Gipskarton-Lochplattendecke reduziert den Nachhall dagegen nur auf 0,75 Sekunden.

Nach der Neufassung der DIN 18041 vom Mai 2004 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“, die jedoch bei Baubeginn in Eichstetten noch nicht vorlag, soll die mittlere Nachhallzeit in Unterrichtsräumen nicht mehr als 0,55 Sekunden betragen. Für den Unterricht mit hörgeschädigten Schülerinnen und Schülern empfiehlt die Norm eine Nachhallzeit von 0,45 Sekunden.

Die Leistungsfähigkeit der Gipskarton-Lochplatten ist danach bei weitem nicht ausreichend, die Mineralfaserplatte erfüllt gut die Norm für guthörende Kinder und Jugendliche.

Bei etwa gleichen Kosten für beide Decken entschied sich der Gemeinderat für den Einbau der Gipskarton-Lochplattendecke. Als Grund wurde angegeben, dass Mineralwolle gesundheitlich nicht unbedenklich wäre. In den 70`er Jahren hatte dieser Werkstoff tatsächlich auf dem Index der Stoffe gestanden, die Krebs erregen könnten. Man war damals vorsichtig, weil zu der Zeit keine Untersuchungsergebnisse über jene Dämmstoffe vorlagen. Inzwischen wurden diese Werkstoffe rehabilitiert und sind in den skandinavischen Ländern als besonders umweltfreundliche Dämmmaterialien ausgezeichnet worden. Darüber wurde der Gemeinderat offenbar nicht informiert.

Der Besuch in Sarahs neugestaltetem Klassenraum versöhnte mich trotz der „zweitbesten Lösung“:

Beim Betreten des Raumes nahm ich die „trockene“ Atmosphäre wahr und spürte beim Unterrichtsbesuch, wie viel besser ich jetzt die Kinder der Klasse verstehen konnte. Die Schülerinnen und Schüler schienen sich ruhiger zu verhalten. Raschel- und Räumgeräusche wurden schnell weggefiltert.

Die Gemeinde Eichstetten gab für den Einbau der Akustikdecken in acht Klassenräumen 83.000 Euro aus. Zählt man die Kosten von 32.000 Euro für die neue Beleuchtung hinzu, entstanden der Gemeinde Kosten von insgesamt 115.000 Euro. Dieser hohe finanzielle Einsatz in Schulgebäuden für Akustik ist in Südbaden wegen der knappen Finanzen der Gemeinden selten. Er wird sich jedoch langfristig durch gute Lernergebnisse und durch weniger durch Lärm geplagte Schülerinnen und Schüler und Lehrkräfte auszahlen.

Meine Erfahrung, dass ein firmenabhängiger Fachmann große Irritationen hervorrufen kann, hat mich auf die Suche nach einem unabhängigen Gutachter gehen lassen.

Ich lernte Carsten Ruhe aus Halstenbek im Schleswig-Holsteinischen Landkreis Pinneberg kennen, der seit sieben Jahren im DSB-Referat „Barrierefreies Planen und Bauen“ tätig ist und seit mehr als 27 Jahren als freiberuflicher, beratender Ingenieur für Akustik über 150 Schul- und Hochschulneubauten bzw. -sanierungen betreut hat.

Zur Klassenraumgestaltung für die integrative Beschulung hörgeschädigter Kinder hat Carsten Ruhe ein ausführliches Referat ausgearbeitet, das im DSBreport nachfolgend gekürzt und zusammengefasst vorgestellt wird.

Klassenraumgestaltung für die integrative Beschulung hörgeschädigter Kinder

Von Carsten Ruhe

Menschen mit Behinderungen haben für die aktive Teilhabe am täglichen Leben (Bundes-Behinderten-Gleichstellungsgesetz vom 1. Mai 2002) spezielle Bedürfnisse. Dies gilt nicht nur für Menschen mit eingeschränkter Mobilität, sondern in gleicher Weise auch für Menschen mit eingeschränkter Sensorik (Hör- und Sehschäden). Wenn ein hörgeschädigtes Kind in seiner Heimatgemeinde den Regelunterricht besuchen und somit integrativ beschult werden soll, so sind häufig zunächst die baulichen und technischen Unterrichtsbedingungen im Klassenraum darauf anzupassen. Dieser Bericht will dazu die Kenntnisse des DSB-Referates „Barrierefreies Planen und Bauen für Hörgeschädigte“ zur Verfügung stellen, um positive Erfahrungen weiterzugeben und kosten- und zeitaufwändige Fehlschläge (zum Nachteil der Kinder, Jugendlichen und der Kommune) zu vermeiden.

Der erste Abschnitt beschreibt die Bedingungen des Hörens und die Veränderungen bei Hörgeschädigten gegenüber den Hörfähigkeiten guthörender Personen. Im zweiten

Teil werden die technischen Begründungen für spezielle Maßnahmen hergeleitet und im dritten Teil folgt eine Beschreibung, wie man derartige Maßnahmen baulich/handwerklich umsetzen kann. Zu allen Themenbereichen gibt es umfangreiche, hörakustische bzw. raumakustische Spezialliteratur. Die vorliegende Schrift beschreibt

in kurzer und allgemein verständlicher Form die wesentlichen Aspekte, ohne dass sich die Planerin oder der Planer vertieft in die Thematik einarbeiten muss. Damit besteht natürlich die Gefahr, ein „Kochbuch“ mit sehr einfachen Rezepten zu erstellen. Sie wird aber im Sinne einer größeren Verständlichkeit und einer einfachen, aber guten Umsetzung bewusst in Kauf genommen.

Bei der Diskussion über bestehende Notwendigkeiten wird zum einen vergessen, dass nach der Hörscreening-Studie von Wolfgang Sohn bei Personen bis 20 Jahre etwa ein Prozent der Bevölkerung hörgeschädigt ist. Dies bedeutet, dass sich in etwa jeder vierten Klasse eine hörgeschädigte Schülerin oder ein hörgeschädigter Schüler befindet, deren Schwerhörigkeit möglicherweise gar nicht bekannt ist. Temporäre Hörschwellenverschiebungen durch Infektionskrankheiten kommen zu bestimmten Jahreszeiten bei bis zu 30 Prozent der Kinder und Jugendlichen einer Klasse vor. Im Jahresmittel soll der Anteil bei etwa zwölf Prozent liegen.



Dipl. Ing. Carsten Ruhe
TAUBERT und RUHE GmbH
und

DSB-Referatsleiter
Barrierefreies Planen und Bauen
Kontakt:

Deutscher Schwerhörigenbund
Referat Barrierefreies Planen und Bauen
Breite Straße 23
13187 Berlin
Tel.: 030 47541114,
Fax: 030 4754116

<http://www.schwerhoerigkeit.de>
dsb@schwerhoerigkeit.de



Foto: ECOPHON

Dies bedeutet, dass ständig in jeder Klasse etwa drei Schülerinnen und Schüler eine zeitweilige Höreinschränkung haben. Auch sie werden durch akustisch gut gestaltete Räume besser in den Unterricht einbezogen.

Zum anderen weist die Sohn-Studie für die Altersgruppe zwischen 40 und 60 Jahren aus, dass bereits zwischen 15 und 20 Prozent der Bevölkerung von Schwerhörigkeit betroffen ist. Da nach der derzeitigen Personalstruktur in Schulen der Hauptanteil der Lehrerinnen und Lehrer dieser Altersstufe angehört, ist damit zu rechnen, dass in etwa jeder fünften Klasse eine schwerhörende Lehrkraft unterrichtet (häufig ohne es zu wissen). In diesem Sinne ist Barrierefreies Bauen für hörgeschädigte Schülerinnen und Schüler auch ein Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie für die Lehrerschaft.

HÖREN UND HÖREINSCHRÄNKUNGEN

Bei mehr als 80 Prozent aller Hörgeschädigten treten Hörverluste vorwiegend im hochfrequenten Bereich auf. Die Hörgeräte müssen vor allem diese Frequenzen verstärken.

Viele Störgeräusche enthalten ebenso wie Sprache stark hochfrequente, spektrale Anteile. Für die Sprachverständlichkeit sind insbesondere die stimmlosen Konsonanten (z.B. Zisch- und Explosivlaute wie p, t, k, f, ß, z, sch) wichtig. Sie

wirken bedeutungsunterscheidend (Tisch/Fisch). In ihrem Spektrum enthalten sie vorwiegend hochfrequente Signalanteile. Damit besonders diese Sprachlaute gut verständlich sind, müssen die hochfrequenten Störgeräuschanteile wirkungsvoll gedämpft werden.

Für Hörgeschädigte muss das Nutzsignal der Sprache ($S = \text{signal}$) ausreichend hoch über dem Störsignal ($N = \text{noise}$) liegen. Das so genannte Signal/Rausch-Verhältnis sollte mindestens $S/N = 15 \text{ dB}$ betragen. Da Hörgeräte Störgeräusche im Allgemeinen in gleicher Weise verstärken wie Sprachsignale, muss zunächst mit baulichen und raumakustischen Maßnahmen für eine möglichst geringe Störsignalentstehung im Raum bzw. Störsignaleinstrahlung aus benachbarten Räumen gesorgt werden. Hier geht es vorrangig um Fragen des baulichen Schallschutzes. Da viele Hörgeräte (zum Ausgleich des individuellen Hörverlustes) die hohen Töne besonders verstärken müssen, um auf diese Weise die Verständlichkeit der Konsonanten zu erhöhen, kommt den Fragen des baulichen Schallschutzes und der raumakustischen Maßnahmen gerade für die hohen Töne besondere Bedeutung zu.

Schwerhörige sind lärmempfindlich

Bei Hörgeschädigten verschiebt sich im Allgemeinen nur die Hörschwelle, nicht jedoch die Unbehaglichkeits- oder Schmerzschwel-

Optimale Lern- und Lehrbedingungen in der Friedrich-List-Schule, Frankfurt

le. 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.

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. Die Diffusschall-Anteile sollen noch geringer sein, als dies für Guthörende günstig wäre. Jeder Diffusschall verschlechtert die Sprachverständlichkeit, weil er bereits wieder als Störsignal wirkt. Eine stehende Lehrkraft und die vorne sitzenden Schülerinnen und Schüler hören bei horizontaler

Schallausbreitung über die Köpfe der anderen Kinder und Jugendlichen hinweg ein Rückwandecho mit einer Zeitverzögerung von fast 50 ms. Dieses verschlechtert – insbesondere für hörgeschädigte Personen – die Sprachverständlichkeit. Bringt man ein schallabsorbierendes Rückwandpaneel an, so entstehen dadurch für diese Schallausbreitungsrichtung angenäherte Freifeldbedingungen, weil das Rückwandecho entfällt.

WAS MUSS MAN TUN?

Baulicher Schallschutz

Der Störgeräuschpegel im Raum, der von außen oder aus benachbarten Räumen hereindringt und/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 fünf dB übererfüllt sein sollten. Die Störgeräuschentwicklung durch die Schülerinnen und Schüler ist natürlich einerseits vom Unterrichtsgeschehen abhängig, andererseits sorgen aber auch die Bewegungen im Raum, z.B. Tische oder Stühlerücken, Füßescharren, Fallenlassen von Gegenständen, quietschende oder knirschende Sohlen – insbesondere auf harten Fußbodenbelägen – für Geräusche, die man mit einem weichen Oberbelag vermeiden kann.

Raumakustik

Zu den für hörgeschädigte Menschen störenden Geräuschen gehören auch die diffusen Signalanteile des Nachhalls und gegebenenfalls auch auffällige Einzelechos. Deshalb sollen Unterrichtsräume für Hörgeschädigte eine möglichst kurze Nachhallzeit aufweisen und Einzelechos, insbesondere von der Raumrückwand, sind zu vermeiden.

In DIN 18 041 heißt es hierzu: Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für Sprachkommunikation umso 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 m³ um 20 Prozent unter der Nachhallzeit liegen, die in einem herkömmlich gestalteten Klassenraum erreicht wird.

WIE SOLLTEN HÖRGESCHÄDIGTENGERECHTE KLASSENRÄUME BESCHAFFEN SEIN?

Bauliche Maßnahmen

Nachfolgend wird beschrieben, wie Klassenräume ausgestattet sein sollen, deren akustische Bedingungen für den Unterricht von Schülerinnen und 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 Schülerinnen und 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 sieben und acht Meter und eine Länge zwischen acht und neun Meter. Damit liegt die Grundfläche im Allgemeinen zwischen 60 und 70 m² und zusammen mit der typischen, lichten Raumhöhe von etwa drei Metern beträgt das Raumvolumen etwa 200 m³. 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 beiden Untersuchungen von Thomas Behr und H. Schottke offenbar eine wesentlich größere Spannweite gegeben.

Nach den Vorgaben der 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 $A_{erf} = 70$ m², das ist mehr als die Deckenfläche des Raumes.

Um die Standardanforderungen von $T_m = 0,55$ s zu erfüllen, ist es erforderlich, etwa 50 Prozent der Deckenfläche im hinteren und seitlichen Raumbereich mit hochgradig schallabsorbierenden Deckenplatten zu belegen und bei kleinen Räumen zwischen 80 und 100 Prozent der Deckenfläche mit mittelgradig absorbierenden Schallsorptionsmaterialien 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 etwa 80 Prozent der Deckenfläche im hinteren und seitlichen Bereich vorzusehen. Nur in Tafelnähe verbleibt dann ein reflektierendes bzw. tieffrequent absorbierendes Deckenfeld.

Zusätzlich sollte generell die der Tafel gegenüber liegende Raumrückwand eine etwa fünf bis sechs Meter breite Schallsorptionsfläche von etwa 1,0 bis 1,2 m 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 Schallsorption als auch zur Störgeräuschvermeidung – sinnvoll, einen strapazierfähigen Teppichboden, z.B. Nadelfilz oder Kugelgarn, zu verlegen. Mit diesen „Standardmaßnahmen“ werden nicht nur die anzustrebenden Nachhallzeiten erreicht, sondern durch die Verteilung des Schallsorptionsmaterials auf mehrere Raumbegrenzungsflächen wird auch die Schallfelddiffusität verbessert. Die für Hörgeschädigte besonders störenden Echos mit langer Verzögerung gegenüber dem Direktschall (etwa durch Schallreflexion der Raumrückwand) werden vermieden. Klassenräume älterer Bauart sind

häufig länger und höher. In derartigen Räumen müssen die Schallabsorptionsflächen proportional zur Zunahme des Raumvolumens größer hergestellt werden. Hilfreich ist darüber hinaus, wenn man das (im Vergleich zu den akustischen Anforderungen) unnötig große Raumvolumen z.B. durch eine als Segel abgehängte Unterdeckenfläche verkleinert. Bei Räumen mit einer Länge von mehr als neun Metern ist die schallabsorbierende Rückwandverkleidung zwischen ca. 0,8 m über OFF und der Decke einzubauen.

WIE SIND DIE AKUSTISCHEN MAßNAHMEN HANDWERKLICH AUSZUFÜHREN?

Teppiche

Für den schallabsorbierenden Bodenbelag haben sich an vielen Stellen Nadelfilz- oder Kugelfarnbeläge bewährt. Wenn man glatte und insbesondere harte Bodenbeläge durch derartige Teppichbeläge austauscht oder abdeckt, so ergibt sich nicht nur eine schallabsorbierende Wirkung, sondern darüber hinaus werden auch die Störgeräusche ganz erheblich geringer. Dadurch hebt sich das Sprachsignal besser aus dem Störgeräusch hervor.

Für den handwerklichen Einbau ist zunächst nichts anderes zu beachten als bei jeder anderen Verlegung von Teppichböden. Nach heutiger Kenntnis sollte man dazu lösungsmittelfreie Kleber verwenden.

Bisweilen werden gegen diese akustisch sehr sinnvolle Maßnahme die Argumente vorgebracht, dass Teppichböden schlechter zu reinigen seien als glatte Oberbeläge und deshalb sei die Gefahr größer, dass sich allergieauslösende Stoffe und/oder Hausstaubmilben darin festsetzen könnten. Auch sei die Reinigung von Teppichböden teurer

als die glatter Oberbeläge. Von den Reinigungsunternehmen war dazu zu erfahren, dass tatsächlich die Reinigung von Teppichen aufwändiger ist. Sie kann aber in größeren Abständen erfolgen, während glatte Oberbeläge täglich gereinigt werden müssen. Dadurch kompensieren sich die Kosten, sodass beides etwa gleich teuer ist.

Hinsichtlich des Festsetzens allergieauslösender Stoffe wurde mehrfach von Krankenhaus-Hygienikpersonal mitgeteilt, dass nach deren Kenntnissen Teppichböden (mit dem geeigneten Reinigungsgerät) besser und dauerhafter von Allergenen befreit werden können als glatte Beläge, bei denen sich die Partikel bei jedem Wischvorgang nur an anderen Stellen verteilen, ohne dass man ihrer habhaft wird. In einigen Krankenhäusern ist man deshalb schon wieder dazu übergegangen, die Allergikerzimmer mit Teppichböden auszustatten.

Deckenverkleidungen

Für die schallabsorbierende Decke kommen alle Mineralfaserplatten (Glasfaser- oder Basaltfaser-Material) mit offenerporiger Oberfläche in Frage, deren längenbezogener Strömungswiderstand zwischen 5 und 50 kNs/m⁴ liegt und die als selbsttra-

gende Deckenplatten ohne weitere Abdeckung eingebaut werden können. Derartige Platten weisen dann typischerweise mittlere Schallabsorptionsgrade auf und sind somit der Absorptionsklasse A nach DIN EN ISO 11 654 zugeordnet. Solche Mineralfaser-Deckenplatten, wie sie u.a. von den Firmen Ecophon und Rockfon geliefert werden, werden als quadratische oder rechteckige Platten auf ein sichtbares Schienensystem aufgelegt oder in ein verdecktes Schienensystem eingebaut. Die Abhängehöhe sollte mehr als 20 cm betragen. Wenn aus gestalterischen Gründen härter gepresste Mineralfaserplatten verwendet werden, dann muss eine deutlich größere Fläche – häufig die gesamte Deckenfläche – mit diesem Material verkleidet werden. Dieselbe Aussage gilt auch für Gipskarton-Lochplatten und zwar auch dann, wenn sie den aus schalltechnischer Sicht optimalen Lochflächenanteil von 20 Prozent oder mehr aufweisen. Aufgrund der Materialdicke und der relativ breiten Stege zwischen den Löchern wird die schallabsorbierende Mineralwollauflage so stark abgeschirmt, dass der Absorptionsgrad im Mittel auf etwa 0,7 zurückgeht. Lochplatten, die nur rückseitig mit einem Vlies beklebt sind, haben einen noch geringeren Schallabsorptionsgrad.



Foto: ECOPHON

Nach der Hörscreening-Studie von Wolfgang Sohn sind etwa ein Prozent der Personen bis 20 Jahre hörgeschädigt. Das bedeutet, dass sich in etwa jeder vierten Klasse eine hörgeschädigte Schülerin oder ein hörgeschädigter Schüler befindet, deren Schwerhörigkeit möglicherweise gar nicht bekannt ist.

Die vollständige Fassung des Textes von Carsten Ruhe steht unter der folgenden Internet-Adresse zum download bereit:
www.taubertundruhe.de/literatur/text_klassenraumakustik.pdf

Gesundheitsgefahr durch Mineralwolle?

Bisweilen werden auch heute noch Mineralfaserplatten verdächtig, krebserregend zu sein, nachdem vor vielen Jahren durch das Bundesgesundheitsamt eine Einstufung „als ob krebserregend“ vorgenommen worden war, weil man keine entsprechenden Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu Asbest hatte. Dann wurde im Hinblick auf Lungengängigkeit und -verweildauer ein „Karcinogenitätsindex $KI > 40$ “ gefordert, der von allen im Handel erhältlichen Mineralfaserprodukten erfüllt wird. Man weiß inzwischen auch, dass keine dem Asbest in irgendeiner Weise vergleichbare Gefährdung vorliegt. Genaueres ist z.B. bei Wirtz oder in den entsprechenden Sicherheitsdatenblättern der Hersteller nachzulesen. Mineralfaserdämmplatten, die nach dem 1. Juni 2000 in den Handel kamen, erfüllen die „Freizeichnungskriterien“ des Anhangs IV Nr. 22 Abs. 2 der Gefahrstoffverordnung und sind als nicht krebserzeugend eingestuft.

Schallabsorbierendes Rückwandpaneel

In Ergänzung zur Schallabsorption am Fußboden und an der Decke ist auch an der rückwärtigen Stirnwand gegenüber der Tafel eine Schallabsorptionsfläche erforderlich. Aus praktischen Gründen hat es sich bewährt, diese nicht bis zum Fußboden herunterzuführen, sondern in etwa 1,0 bis 1,2 m Höhe bzw. oberhalb der Stuhllehnenhöhe zu beginnen und dann mit serienmäßigen Platten den Höhenbereich bis zur Decke abzudecken. Damit befindet sich dieses schallabsorbierende Paneel im Bereich der Kopfhöhe (und somit Mund- und Ohrhöhe) sowohl sitzender als auch stehender Personen.

Die Platten sollen einerseits einen hohen Schallabsorptionsgrad von im Mittel 0,8 oder mehr aufweisen und müssen andererseits für den rauhen Schulbetrieb auch ausreichend mechanisch widerstandsfähig sein. Darüber hinaus soll das Material für Ergänzungsausstattungen oder Nachbesserungen

(ggf. auch im Eigenbau) preisgünstig und auch kurzfristig lieferbar sein. Hierfür haben sich in der Vergangenheit zwei Materialien als besonders geeignet erwiesen. Dies sind einerseits Mineralfaser-Wandpaneel des Fabrikates Ecophon. Sie sind unter der Bezeichnung „Super G“ mit einer weißen oder grauen Glasfaser-Gewebekaschierung oder unter „Colorado“ mit Stoffbespannungen in acht verschiedenen Farben erhältlich. Alternativ ist es auch denkbar, mit feinwolligen Mehrschicht-Leichtbauplatten mit Mineralfaserkern zu arbeiten, die von der Firma Heraklith unter der Bezeichnung „Tektalan F“ geliefert werden.

Mineralfaser-Paneele

Die Ecophon-Wandpaneel Super G oder Colorado werden mit einem Metall- oder Holzrahmen gefasst und mit einer Bautiefe von 100 mm (40 mm Materialdicke und 60 mm Hohlraumtiefe) vor der Wandfläche angebracht. Die Platten werden im Großformat 0,6 m x 2,7 m geliefert und überdecken bei Quereinbringung von drei Elementen übereinander den schon erwähnten Höhenbereich zwischen 1,2 und 3,0 m. Wenn man weiterhin zwei Elemente nebeneinander anbringt, kann man die mittlere und schalltechnisch wichtige Rückwandfläche abdecken.

Mehrschicht-Leichtbauplatten

Die Mehrschicht-Leichtbauplatten, Typ Tektalan F, werden in 50 oder 60 mm Dicke geliefert. Auch hier ist ein Einbau in einen entsprechenden Holz- oder Metallrahmen möglich, der die Kanten gegen Abrieb des innenliegenden Mineralfasermaterials sichert. Die Platten mit feinwolligen Deckschichten können durch Spritzen farbig behandelt werden, ohne die Poren unzulässig abzudichten. Ein Anstreichen mit der Lammfellrolle ist aber nicht zulässig, weil dann durch die Dispersionsfarbe die Poren verschlossen werden. Die mit Stufenfalz gelieferten Platten haben ein Achsmaß von 0,5 m Breite und 2,0 m Länge. Man kann die Platten zwischen 1,0 m und 3,0 m Höhe anordnen und eine entsprechende Anzahl nebenein-

ander in den umlaufenden Rahmen einstellen. Bei Bedarf ist mittig eine Aussteifung mit einer hinterlegten Dachlatte vorzunehmen. Dabei kann man die Verschraubung durch die Tektalan-Platten hindurch vornehmen. Die Schraubenköpfe sind nach der Montage und insbesondere nach einer farbigen Oberflächenbehandlung praktisch nicht mehr zu erkennen.

Bei guter und breitbandiger Schallabsorption sind beide Materialien mechanisch sehr widerstandsfähig gegen stumpfen Schlag oder Stoß. Das Glasfasergewebe der Ecophon-Wandpaneel ist jedoch empfindlich gegen spitze Ecken und scharfe Kanten; andererseits ist es gut für eine Verwendung als Pinnwand geeignet, da sich Stecknadeln sehr leicht eindrücken lassen.

PINNWÄNDE ALS RÜCKWAND-PANEELE?

An dieser Stelle ist auf ein häufiges Missverständnis einzugehen:

Die beiden beschriebenen Schallabsorptionsplatten sind zwar auch als Pinnwände nutzbar, aber nicht jede Pinnwand ist auch ein Schallabsorptionselement. So ist der längenbezogene Strömungswiderstand z.B. von Holz-Weichfaserplatten oder von Kork wesentlich zu hoch, und die Platten sind erheblich zu dünn. Deshalb kann an ihnen keine nennenswerte Schallabsorption bewirkt werden. Derartige Platten sind also aus schalltechnischer Sicht nicht als Rückwandverkleidungen geeignet.

Platzbedarf für Schallabsorber

Für eine möglichst breitbandige Wirkung der Schallabsorber sind generell große Bautiefen notwendig, die an der Decke mindestens 150 bis 200 mm betragen und auch an der Rückwand wären ebenfalls 150 mm anzustreben. Dort wird häufig aber aus Platzgründen auf 80 bis 100 mm reduziert.

Bei den abgehängten Decken sind die Sturzhöhen der Fenster zu beachten, wenn die Deckenplatten vollflächig angebracht werden sollen. Keine baulichen Komplikationen gibt es, wenn man die Decke freischwebend wie ein „Segel“ einhängt.

Welche Anforderungen bestehen für die Materialauswahl?

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind die während der unterschiedlichen Beratungsaufgaben diskutierten Anforderungen 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...200 mm, Wand ca. 80...100 mm)
- ◆ gängige Rastermaße mit wenig Verschnitt, aber optimaler Ausnutzung der Flächen
- ◆ schnelle Verfügbarkeit
- ◆ handwerksübliche Konstruktionen
- ◆ schneller Einbau (gegebenenfalls auch in Eigenhilfe)
- ◆ günstiger Preis

Abschließend sind die für den Neubau oder die Ergänzung von Klassenräumen zur integrativen Beschulung hörgeschädigter Schülerinnen und Schüler erforderlichen Maßnahmen noch einmal stichwortartig zusammengestellt:

- der Störgeräuschpegel von außen oder aus benachbarten Räumen soll so niedrig wie möglich sein.
- der Störgeräuschpegel im eigenen Klassenraum soll durch Verlegung eines Teppichbodens so niedrig wie möglich sein; dadurch ergeben sich auch erste Auswirkungen auf die Nachhallzeit.
- die Nachhallzeit ist für die integrative Beschulung hörgeschädigter Schülerinnen und Schüler nicht „optimal nach DIN“ auszu legen, sondern sie soll so kurz wie möglich sein. Deshalb Einbau einer hochgradig schallabsorbierenden Decke auf etwa 80 Prozent der Fläche (die 20 Prozent schallharten Flächen sollen sich vorzugsweise in Tafelnähe befinden) oder einer mittelgradig absorbierenden Decke auf 100 Prozent der Fläche.

- Schallreflexionen von der Rückwand sind zu vermeiden, dazu absorbierende oder (z.B. durch offene Regale) diffus reflektierende Wandfläche gegenüber der Tafel.

Zum Schluss ist darauf hinzuweisen, dass die beschriebenen raumakustischen Verbesserungen sich nicht nur für die hörgeschädigte Schülerin, sondern auch für alle guthörenden Kinder und Jugendlichen positiv auswirken und für die Lehrkräfte einen Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie liefern. Auch für sie verbessert sich die Sprachverständlichkeit, wobei man insbesondere bedenken muss, dass hörgeschädigte Schülerinnen und Schüler häufig anders oder nicht so gut artikulieren wie guthörende Mitschülerinnen und Mitschüler. Darüber hinaus muss nach den derzeit vorliegenden Kenntnissen davon ausgegangen werden, dass ein erheblicher Anteil der Lehrkräfte (zum großen Teil leider ohne es zu wissen) schwerhörig ist.



Vorsorge & Schutz als attraktive Verbandsleistung

Ein gutes Gefühl, vorgesorgt zu haben.

Seit dem 1.1.2004 entfallen die Sterbegeld-Leistungen der gesetzlichen Krankenkassen! Dies bedeutet, Sie bzw. Ihre Angehörigen müssen nun in voller Höhe für die Bestattungskosten selbst aufkommen. Deshalb ist eine private Vorsorge wichtiger denn je.

Als Mitglied im Deutschen Schwerhörigenbund genießen Sie besonders günstigen und speziellen Schutz

Beitritt bis zum 80. Lebensjahr ohne Gesundheitsfragen:

- Sterbegeld-Vorsorge
- Unfall-Vorsorge

Besondere Verbandsleistung:
■ Kaiser-Rente (Riesterrente)

Versicherungsträger: Hamburg-Mannheimer Versicherungsgesellschaften mit der Organisation für Verbandsgruppenversicherungen, Überseering 45, 22297 Hamburg



Bitte ausfüllen und einsenden an:

Deutscher Schwerhörigenbund e.V.
Breite Str. 23, 13187 Berlin
Tel.: 030 / 47 54 11 -14

Ja, ich möchte mehr über die Verbandsvorsorge wissen:

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____