Deutscher Schwerhörigenbund e.V.
Bundesverband der Schwerhörigen und Ertaubten

Referat Barrierefreies
Planen und Bauen

Klassenraumgestaltung für die Integrative Beschulung hörgeschädigter Kinder

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 Schülerin und der Kommune) zu vermeiden. In diesem Bericht gehen nicht nur die Kenntnisse aus einer 5jährigen Tätigkeit im DSB-Referat „Barrierefreies Planen und Bauen“ ein, sondern darüber hinaus auch Kenntnisse aus der inzwischen mehr als 25jährigen Tätigkeit des Referatsleiters als freiberuflicher Beratender Ingenieur für Akustik mit über 150 betreuten Schul- und Hochschul-Neubauten bzw. -Sanierungen.

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 Beschrei-

bung, wie man derartige Maßnahmen baulich/handwerklich umsetzen kann. Dabei wird auch darauf eingegangen, dass in vielen Fällen bestehende Schulgebäude oder Klassenräume (rechtzeitig vor dem Eintreffen der Schülerin und deshalb auch mit wenig Aufwand) nachgebessert werden müssen. Aus diesen Maßnahmen kann man auch eine Methode zur Einschätzung vorhandener Räume hinsichtlich ihrer Eignung für den Hörgeschädigten-Unterricht herleiten, ohne aufwändige Schallmessungen ausführen zu müssen.

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 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. Auch stehen hier nicht die gestalterisch optischen Aspekte im Vordergrund, sondern die akustisch funktionalen einer hörgeschädigtengerechten Raumausstattung. Nicht alle Vorschläge lassen sich bei jeder aktuell anstehenden Umbaumaßnahme konsequent umsetzen. Wichtig ist es deshalb, die „prinzipiell richtigen“ Maßnahmen zu treffen.

Die Mess- und Beratungsaufgaben der vorangegangenen 20 Jahre zeigen, dass Klassenräume im Mittel relativ einheitlich gestaltet sind (nur sehr moderne Bauten machen eine unrühmliche Ausnahme). Deshalb kann man auch recht einheitliche Maßnahmen anbieten, die - mit einer großen Bandbreite möglicher Baustoffe - durchaus auch zu optisch befriedigenden Lösungen führen. Hier ist allerdings die Offenheit der Architektin und der

Bauherrenschaft zu einer ausführlichen Erörterung und zur angemessenen Berücksichtigung der akustischen Belange gefordert.

Bei den Diskussionen über bestehende Notwendigkeiten wird noch immer vergessen, dass nicht nur Schüler/innen schwerhörig sein können, sondern dass (nach Sohn) in der Altersstufe zwischen 40 und 60 Jahren etwa 15 bis 20% der Bevölkerung (und damit auch der Lehrer/innen) schwerhörig sind. Akustisch gut gestaltete Klassenräume sind für diese Personen ein Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie und für ein besseres Verstehen der Schüler/innen-Beiträge.

Hören und Höreinschränkungen

Die hohen Töne sind wichtig

Bei der Innenohr-Schwerhörigkeit, die bei mehr als 80 % aller Hörgeschädigten vorliegt, treten Hörverluste 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.

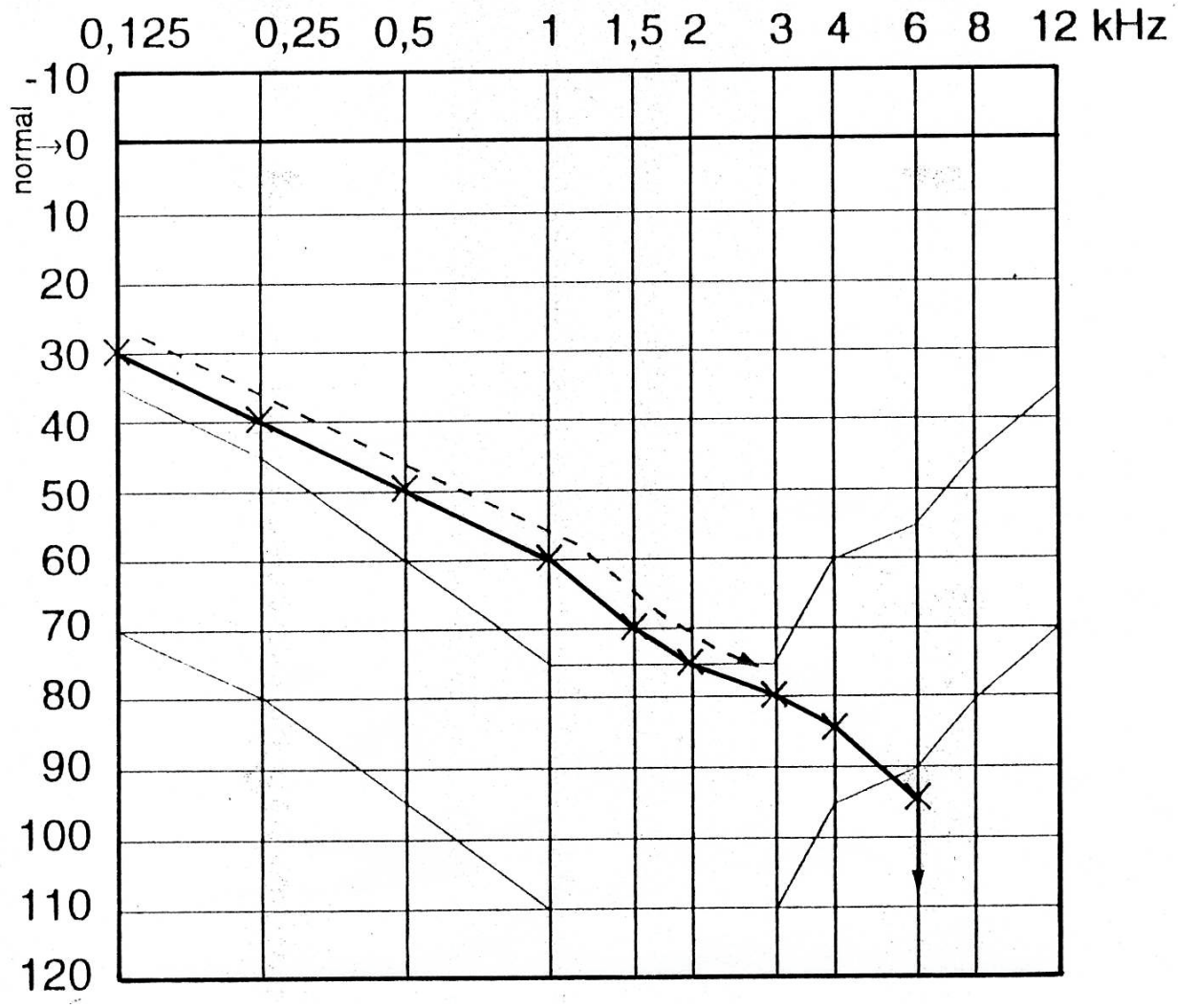

Abbildung 1: Audiogramm

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

Viele Störgeräusche enthalten ebenso wie Sprache starke hochfrequente spektrale Anteile. **Tabelle 1** enthält hierzu eine lautmalerische Übersicht von typischen Sprachäußerungen und Störgeräuschen. Die ersten Wörter haben beim Aussprechen einen hellen Klang, der zu den zuletzt angeordneten Wörtern immer dumpfer wird.

SPRACHE	STÖRGERÄUSCHE
	quietschen, niesen
wispern, flüstern, zischeln, artikulieren, deklamieren, rezitieren	knistern, knirschen, klimpern, wispern, zirpen, sirren, schrillen, bimmeln, zischen
schwätzen, näseln	plätschern
sprechen, reden, nennen	heulen, schlürfen
sagen, quasseln, quatschen, fragen, gackern, lallen, schnattern, brabbeln, babbeln	klappern, rasseln, rascheln, knacken
jaulen, plaudern	rauschen, jaulen
nörgeln	dröhnen
	tosen, grollen, poltern, donnern
nuscheln, tuscheln, knurren, summen, brummen	gurgeln, gluckern, summen, brummen

Tabelle 1: lautmalerische Übersicht von Sprache und Störgeräuschen

Für die Sprachverständlichkeit sind insbesondere die Zisch- und Explosivlaute (p, t, k, f, ß, z, sch) wichtig. Diese enthalten in ihrem Spektrum vorwiegend hochfrequente Signalanteile. Die Vokale, die die Lautstärke der Stimme ergeben, sind dagegen vorwiegend niederfrequent. Sie sind für die Sprachverständlichkeit nicht gleichermaßen wichtig. Dies 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 Störgeräuscheanteile gut gedämpft werden.

Auch für Hörgeschädigte muss das Nutzsignal der Sprache (S = signal) ausreichend hoch über dem Störsignal (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 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 diese hohen Töne besondere Bedeutung zu.

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 (sogenanntes 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.

Raumakustische Notwendigkeiten: 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. 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/innen hören bei horizontaler Schallausbreitung über die Köpfe der Schüler/innen 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. 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, die 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/innen in gedämpften Klassenräumen erheblich ruhiger verhalten als in hallenden.

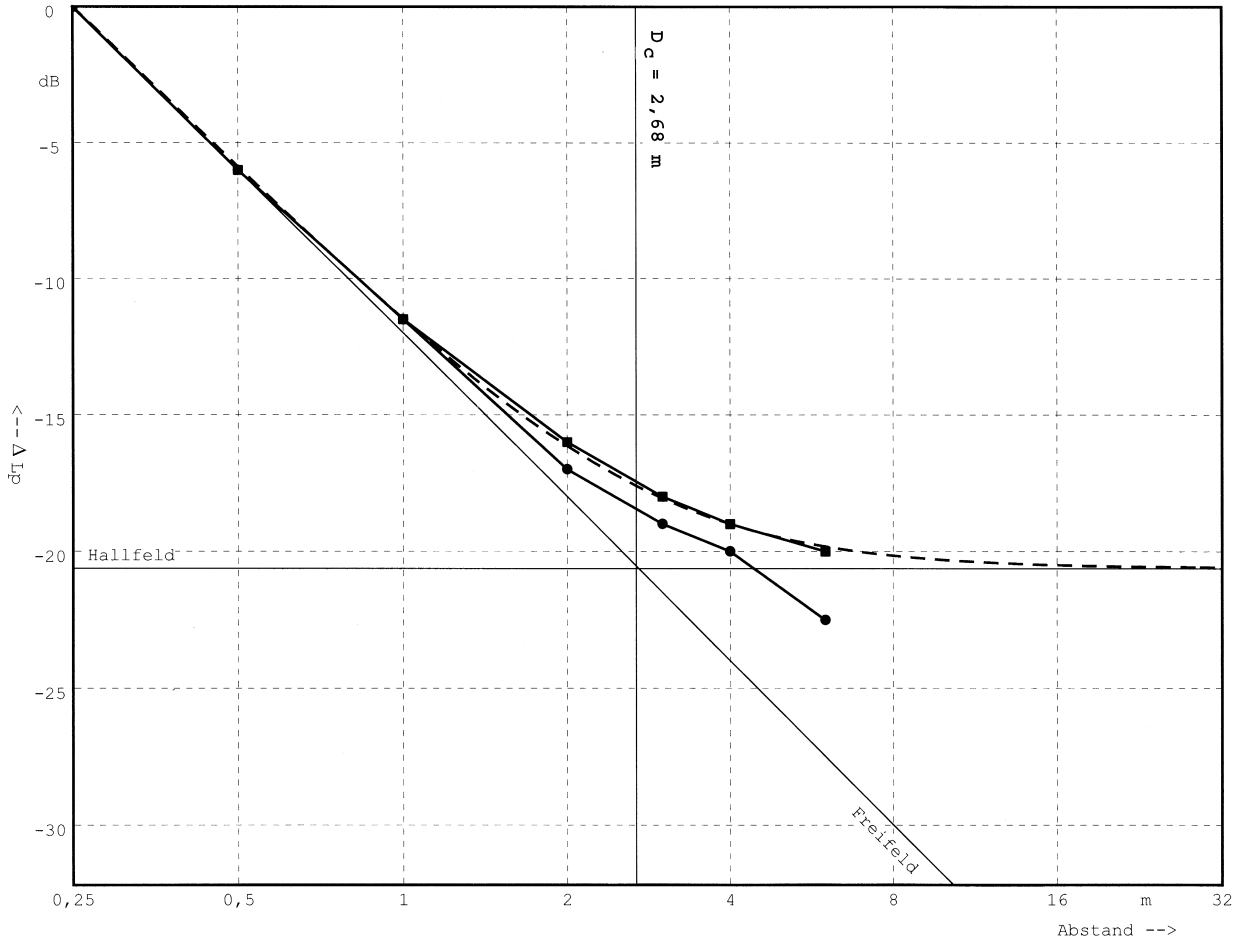

Abbildung 2: Schallausbreitung in verschiedenen Klassenräumen

oben: Klassenraum ohne schallabsorbierendes Rückwandpaneel, hier liegt im hinteren Bereich eine Hallfeldsituation vor

unten: Klassenraum mit schallabsorbierendem Rückwandpaneel, hier liegen im hinteren Bereich näherungsweise noch Freifeldbedingungen vor

„Absehen“: die Augen hören mit

Mit einer entsprechenden Hörtaktik versuchen Hörgeschädigte die fehlenden Schallsignale durch optische Ergänzungen auszugleichen. Hierzu gehören einerseits Gebärden (Deutsche Gebärdensprache oder lautsprachbegleitendes Gebärden), andererseits schriftliche Informationen und schließlich als ganz wesentliches Hilfsmittel (das unbewusst auch jede Guthörende benutzt) das Absehen vom Mund. Für die Erkennbarkeit des Mundbildes ergeben sich einerseits Anforderungen an die Beleuchtung und andererseits für eine optimale Anordnung des Schüler/innen-Sitzplatzes.

Direktschall zum Ohr: Übertragungsanlagen

Für die Übertragung von Schallsignalen zu den Hörgeräten hörgeschädigter Schüler/innen sind gegebenenfalls technische Zusatzmaßnahmen, z. B. in Form einer Funkübertragung vorzusehen. Nachteilig ist dann, dass häufig für den Funkempfang am Hörgerät die dort eingebauten Mikrofone ausgeschaltet werden müssen. Damit wird ein Unterrichtsgespräch sehr erschwert, weil die hörgeschädigte Schülerin 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. Bei einigen Geräten schalten die Hörgeräte zwischen Mikrofon und Funkempfänger hin- und her. In den Umschaltzeiten gehen Silben(-teile) verloren und es entstehen Lautstärkeschwankungen der Kanäle. Dieses Problem besteht zur Zeit insbesondere bei vielen CI-Geräten.

Oft unterschätzt: der Anteil hörgeschädigter Schüler/innen

Nach der Hörscreening-Studie von Sohn ist bei Personen bis 20 Jahre etwa 1 % der Bevölkerung hörgeschädigt. Dies bedeutet, dass sich in etwa jeder 4. Klasse eine hörgeschädigte Schülerin befindet, deren Schwerhörigkeit möglicherweise gar nicht bekannt ist. Temporäre Hörschwellenverschiebungen durch Infektionskrankheiten kommen zu bestimmten Jahreszeiten bei bis zu 30 % der Schüler/innen einer Klasse vor. Im Jahresmittel soll der Anteil bei etwa 12 % liegen. Dies bedeutet, dass ständig in jeder Klasse etwa 3 Schüler/innen eine zeitweilige Höreinschränkung haben. Auch sie werden durch akustisch gut gestaltete Räume besser in den Unterricht einbezogen.

Frühkindliche Hörstörungen, die nicht rechtzeitig erkannt und versorgt werden, können nach Walger u.A. zu nicht mehr kompensierbaren Spätfolgen führen. Aufgrund einer mangelhaften oder sogar fehlenden Aufnahme akustischer Reize kann es zu einer Reifungsverzögerung der Hörbahn kommen. Dies hat sekundäre Funktionsstörungen der Informationsverarbeitung zur Folge, die für die betroffenen Kinder lebenslange Konsequenzen haben können. Diese Kinder leiden unter anderem an Sprachentwicklungsverzögerungen. Fast die Hälfte der Hörstörungen der untersuchten Kinder ist nicht angeboren sondern erworben und betrifft in 75% der Fälle beide Ohren, seltener nur ein Ohr. Die Ursache sind in den meisten Fällen eine Mittelohrentzündung oder Kinderkrankheiten wie masern, Mumps, Röteln oder Scharlach.

Noch gar nicht untersucht: der Anteil schwerhöriger Lehrer/innen

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 nach der derzeitigen Personalstruktur in Schulen der Hauptanteil der Lehrer/innen dieser Altersstufe angehört, ist damit zu rechnen, dass in etwa jeder fünften Klasse eine schwerhörende Lehrerin unterrichtet (häufig ohne es zu wissen). In diesem Sinne ist Barrierefreies Bauen für hörgeschädigte Schüler/innen auch ein Beitrag zur Arbeitsplatz-Ergonomie für die Lehrerschaft und für ein besseres Verstehen der Schüler/innenbeiträge.

Was muss man tun?

Aus den oben beschriebenen Zusammenhängen lassen sich die Notwendigkeiten stichwortartig wie folgt beschreiben:

- bauliche Maßnahmen gegen Störgeräusche und Nachhall
- organisatorische Maßnahmen zur optimalen Einbindung der hörgeschädigten Schüler/innen in den Unterricht
- technische Maßnahmen mit Hörhilfsmitteln

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 günstiger weise 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.

Raumakustik

Zu den für Hörgeschädigte 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 um so günstiger empfunden, je kürzer die Nachallzeit 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 % unter der Kurve für Unterricht in Bild 1 liegen. Vergleichbare Anforderungen gelten auch für die Kommunikation in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde und/oder bei der Kommunikation mit Personen, die Deutsch als Fremdsprache sprechen.*

Anordnung der Sitzplätze im Raum

Für die Anwendung des Zwei-Sinne-Prinzips, bei dem der eingeschränkte Hör-Sinn (teilweise) durch den Seh-Sinn ausgeglichen wird, sind durch organisatorische Maßnahmen die **Sichtbeziehungen** zu den für die Kommunikation maßgeblichen Bereichen herzustellen bzw. zu optimieren. Zu diesen Bereichen gehören:

- die Tafel oder Projektionswand
- der Stand- oder Sitzplatz der Lehrerin
- die Sitzplätze der Mitschüler/innen

wobei Sichtlinien nicht oder nur wenig verdeckt und durch Kopfbewegungen auszugleichen sein sollen. Durch Optimierung der natürlichen und künstlichen Beleuchtung ist dafür zu sorgen, dass (auch bei wechselnden Beleuchtungssituationen, z. B. durch Tages- oder Jahreszeit) alle wichtigen Bereiche sichtbar sind und sich nicht im Schatten oder im Gegenlicht befinden.

Technische Hilfen für Hörgeschädigte

Hörhilfsmittel, z. B. in Form von Funkübertragungsanlagen bringen das Sprachsignal (vorwiegend das der Lehrerin) direkt zum Ohr/Hörgerät der hörgeschädigten Schülerin. Dies erfordert bei der Lehrerin die Bereitschaft, sich mit dieser „Technik“ zusätzlich zu befassen, was häufig als „zu belastend“ empfunden wird. Hier muss sich die Lehrerschaft dessen bewusst sein, dass persönliche Befindlichkeiten zum Nachteilsausgleich der Schülerin zurückstehen müssen.

Für Hörgeschädigte ungeeignete technische Hilfen

Seit einiger Zeit ist eine Beschallungsanlage erhältlich, die in Regelschulen zur Erhöhung des Schallpegels der Lehrerstimme eingesetzt werden soll (Soundfield-Anlage). Vom Hersteller wird behauptet, dass der Direktschallanteil zunehme, so dass die Sprachverständlichkeit verbessert werde. An eine derartige Anlage können bis zu acht Lautsprecher angeschlossen werden. Somit sind zusätzlich zu der Primärschallquelle (Lehrerstimme) acht Sekundärschallquellen im Raum vorhanden. Man erreicht auf diese Weise zwar einen höheren Direktschallpegel am Platz der Schüler/innen. Dies ist aber verbunden mit einer Zunahme des Diffusfeldpegels um bis zu 9 dB. Das für die Sprachverständlichkeit maßgebende Verhältnis von Direktschall zu Diffusschall wird also nicht wesentlich verbessert.

Der Hersteller schreibt, mit einer derartigen Anlage könne man bauliche Mängel (gemeint sind damit raumakustische Mängel) ausgleichen. Sinnvoller ist aber, derartige Mängel nicht auszugleichen sondern zu beseitigen, indem die raumakustischen Bedin-

gungen - wie nachfolgend beschrieben - erfüllt werden. Dies kommt allen Schüler/innen zugute und ist im allgemeinen preiswerter als die Beschaffung und der Betrieb (und Reparatur) einer derartigen Beschallungsanlage.

Zu der Frage, wie sich „Soundfield-Systeme“ von FM-Anlagen für Hörgeschädigte unterscheiden, schreibt der Hersteller: *Ein Soundfield-System für Klassenräume bietet ähnliche Vorteile für die ganze Klasse, wie ein FM-System für einen hörgeschädigten Schüler. Die zugrundeliegende Technologie beider Systeme ist ähnlich. Das FM-System überträgt die Lehrerstimme jedoch direkt an das Hörgerät eines einzelnen hörgeschädigten Schülers* [ohne Umweg über den Raum]*, während vom Soundfield-System alle* [übrigen] *Schüler profitieren.*

Und zu der Frage, ob man beide Systeme im selben Raum einsetzen kann, heißt es: *Ja, mit dem entsprechenden Zubehör können FM-Sender direkt an das Soundfield-System angeschlossen werden, so dass der Lehrer auch in dieser Konstellation nicht mehr als ein Mikrofon tragen muss.* Der Hersteller will also keinesfalls durch die Allgemeinbeschallung mit seinem System die Spezialbeschallung für hörgeschädigte Schüler/innen ersetzen.

Aufwändige neueste Längsschnittstudien, über die Meis et al. berichten, wurden bisher nur an Regelschulen mit guthörenden Kindern durchgeführt. Dabei wurde verglichen, wie sich raumakustische Maßnahmen allein oder Soundfield-Beschallungsanlagen allein oder raumakustische Maßnahmen mit Soundfield-Anlagen gemeinsam auf zahlreiche Kenngrößen des Unterrichts auswirken. So weit diese Untersuchungen schon veröffentlicht sind ist recht eindeutig herauszulesen, dass die deutlichste Wirkung durch raumakustische Verbesserungen in den Klassenräumen erreicht wurde. Für hörgeschädigte Schüler/innen dürfte das nach den bisherigen Erfahrungen aus der akustischen Beratungspraxis noch ausgeprägter gelten.

Wie sollen hörgeschädigtengerechte Klassenräume beschaffen sein?

Bauliche Maßnahmen

Nachfolgend wird beschrieben, wie Klassenräume ausgestattet sein sollen, deren akustische Bedingungen für den Unterricht von Schüler/innen 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/innen 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 m und eine Länge zwischen 8 und 9 m. Damit liegt die Grundfläche im allgemeinen zwischen 60 und 70 m² und zusammen mit der typischen lichten Raumhöhe von etwa 3 m 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 Behr und 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 % der Deckenfläche im hinteren und seitlichen Raumbereich mit hochgradig schallabsorbierenden Deckenplatten zu belegen und bei kleinen Räumen zwischen 80 und 100 % 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 schallabsorbie-

rende Deckenplatten auf mindestens etwa 80 % 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 5 bis 6 m breite Schallabsorptionsfläche 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 Schallabsorption als auch zur Störgeräuschvermeidung - sinnvoll, einen strapazierfähigen Teppichboden, z. B. Nadelfilz oder Kugelgarn, zu verlegen. Mit diesen „Standardmaßnahmen“ werden nicht nur die

	Standardklassenraum für guthörende Schüler/innen	Standardklassenraum für hörgeschädigte Schüler/innen
Raumbreite	ca. 7 bis 8 m	ca. 7 bis 8 m
Raumlänge	ca. 8 bis 9 m	ca. 8 bis 9 m
Grundfläche	ca. 60 bis 70 m²	ca. 60 bis 70 m²
Raumhöhe	ca. 3 m	ca. 3 m
Volumen	ca. 200 m³	ca. 200 m³
erforderliche Nachhallzeit	$T_m \leq 0{,}55$ s	$T_m \leq 0{,}45$ s
erforderliche äquivalente Absorptionsfläche	$A_{erf} \geq 60$ m²	$A_{erf} \geq 72$ m²
Anteil hochgradig absorbierender Platten ($\alpha_w = 0{,}85$)	U-förmig hinten und seitlich ca. 50 % der Decke	U-förmig hinten und seitlich ca. 80 % der Decke
Anteil mittelgradig absorbierender Platten ($\alpha_w = 0{,}6$)	U-förmig hinten und seitlich ca. 80 % der Decke	ca. 100 % der Decke
absorbierendes Rückwandpaneel	ca. 6 m breit, von 1,2 m über OFF bis zur Decke	ca. 6 m breit, von 1,2 m über OFF bis zur Decke
Bodenbelag	Nadelfilz oder Kugelgarn	Nadelfilz oder Kugelgarn

Tabelle 2: raumakustische Ausstattung von Standardklassenräumen

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 Verzö-

gerung gegenüber dem Direktschall (dies ist üblicherweise die Schallreflexion der Raumrückwand) werden vermieden.

Klassenräume älterer Bauart sind häufig länger und höher als oben beschrieben. 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 9 m ist die schallabsorbierende Rückwandverkleidung zwischen ca. 0,8 m über OFF und der Decke einzubauen.

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. Hierzu gehört nicht nur (wie für jede Schülerin) der freie Blick zur Tafel, sondern auch die freie Sicht zum Mund der Lehrerin und dessen Erkennbarkeit, um auf diese Weise das Absehen vom Mund zu unterstützen. Der Mund darf sich deshalb bei natürlicher Beleuchtung nicht im Gegenlicht befinden. Der Sitzplatz der hörgeschädigten Schülerin muss also so angeordnet sein, dass sie die Fenster im Rücken hat. Auch bei Beleuchtung mit Kunstlicht während der dunklen Jahreszeit muss der Lehrer/innenmund hell genug erkennbar sein.

Organisatorische Maßnahmen

Über die räumlichen Bedingungen der Klassenausstattung hinausgehend müssen die Lehrenden sich daran gewöhnen, nicht zu sprechen, während sie etwas an die Tafel schreiben, sondern nur dann, wenn ihr Mund für die hörgeschädigte Schülerin sichtbar ist. Darüber hinaus müssen sie sich auch dessen bewusst sein, dass bei hörgeschädigten Schüler/innen die Informationsaufnahme und Verarbeitung in drei Phasen nicht etwa parallel, sondern nacheinander abläuft:

- Hören der Information und Absehen vom Mund
- kognitive Verarbeitung des Gehörten und Zusammensetzen mit den vorangegangenen Informationen zu einem fortlaufenden Gedankengang
- Aufschreiben der so erarbeiteten Kenntnisse

Durch diese drei aufeinander folgenden Schritte ist für Hörgeschädigte kein Mit-Schreiben (wie bei guthörenden Menschen) möglich, sondern tatsächlich ist es Satz für Satz ein Nach-Schreiben. Die Informationsaufnahme und Verarbeitung dauert also wesentlich länger als bei einer guthörenden Schülerin. Dies hat aber nichts mit einer mangelnden Intelligenz der Hörgeschädigten zu tun, sondern ausschließlich mit ihren Kommunikationsproblemen. Insbesondere bei Diktaten muss deshalb deutlich langsamer und mit den erforderlichen Pausen gesprochen werden. Die Lehrerin sollte dabei die hörgeschädigte Schülerin im Blick behalten.

Für die optimale sprachliche Kommunikation im Unterrichtsgespräch sind nicht nur die Hör- und Blickbeziehungen zwischen der Lehrerin und der hörgeschädigten Schülerin wichtig, sondern in gleicher Weise auch die Hör- und Sichtbeziehungen zu den Mitschüler/innen. Hieraus resultiert ein Vorschlag von Löwe für die Anordnung der Sitzplätze, wie er in **Abbildung 3, oben links** dargestellt ist. Wenn man - ausgehend von einer U-förmigen Anordnung der Tische um das Lehrerpult herum - auf der Fensterseite jeden Tisch um 30...40° dreht, so kann die in Pultnähe sitzende Schülerin beim Blick nach hinten auch die Münder der auf dieser Seite sitzenden Schüler/innen erkennen. Dies wäre bei einer echten U-förmigen Aufstellung nicht der Fall. Hilfreich ist für diese Schülerin ein Drehstuhl.

Ganz sicher werden diese Standardvorschläge für die Möblierung nicht jeder Hörgeschädigten gerecht. Schüler/innen mit einer einseitigen Ertaubung sind möglicherweise der Lehrerin gar nicht bekannt und tragen auch kein Hörgerät, weil sie mit dem anderen Ohr kompensieren. Sie haben wegen des nur monofonen Hörens mit einer verschlechterten Ortung und Sprachdiskrimination bei Störschall häufig bevorzugte Hörrichtungen und damit auch Hörplätze, die von den optimalen Sichtplätzen abweichen können. Dies gilt natürlich nur, wenn die Lehrerin einen relativ festen Standort oder Sitzplatz einnimmt. Durch Herumgehen werden die Sichtbeziehungen ständig verändert und das Absehen vom Mund wird schwierig.

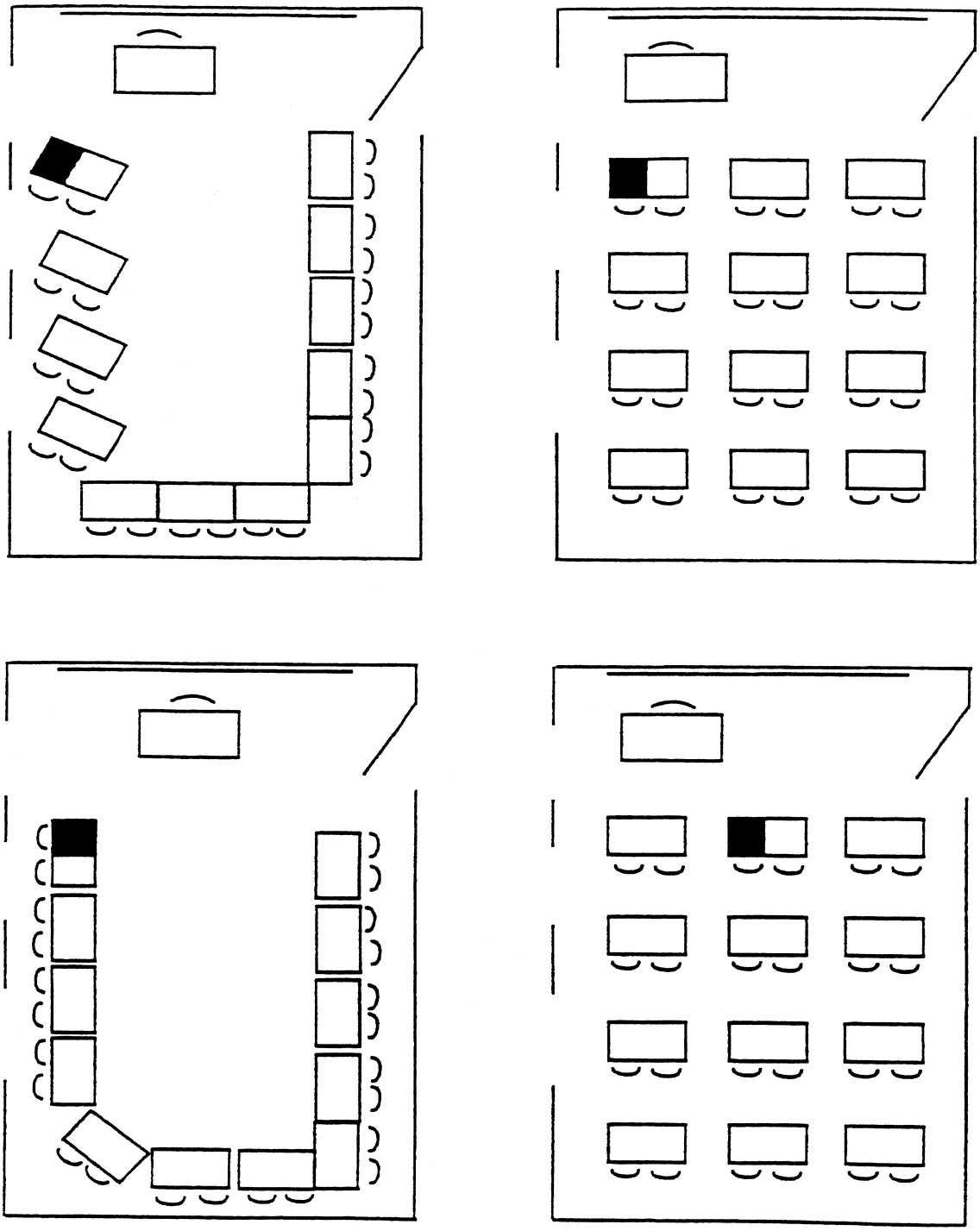

Abbildung 3: Bestuhlungsvarianten für Klassenräume nach Löwe:

oben links: im allgemeinen günstigster Sitzplatz
oben rechts: möglich, wenn die Lehrerin die konventionelle Sitzordnung bevorzugt oder beibehalten muss
unten links: ungünstig, da die hörgeschädigte Schülerin bei ihren in der Fensterreihe sitzenden Mitschüler/innen nicht absehen kann
unten rechts: schlechteste Lösung, da die hörgeschädigte Schülerin nur bei der Lehrerin aber nicht bei den Mitschüler/innen absehen kann

Die sich meldenden Schüler/innen sollten namentlich aufgerufen werden und nicht nur durch zeigen. Dann weiß die hörgeschädigte Schülerin, bei wem sie bei der Antwort vom Mund absehen kann. Früher war es üblich, dass Schüler/innen bei den Antworten aufstanden. Damit war eine wesentlich bessere Absehmöglichkeit gegeben.

In mehreren Fällen hat es sich bewährt, bei den Mitschüler/innen wiederholt an deren Fürsorgepflicht gegenüber der hörgeschädigten Schülerin zu appellieren. Auf die sozialen Aspekte eines derartigen Appells kann hier nicht eingegangen werden. Die Mitschüler/innen artikulierten aber nach den Beobachtungen deutlicher und wandten sich der hörgeschädigten Schülerin zu. *Erziehung an sich ist weder gut noch schlecht. Deshalb ist es wichtig, dass die Lehrer mutig, aufrichtig und gerecht sind. Ob es nun die Eltern zu Hause oder die Lehrer an den Schulen oder Universitäten sind - Erzieher dürfen sich nicht damit begnügen, nur Informationen zu vermitteln. Der Erwerb von Wissen muss mit dem Entwickeln von Mitgefühl verbunden sein. (Dalai Lama)*

In Schulen für Hörgeschädigte ist die Klassenfrequenz deutlich geringer. Dann ist es möglich, dass die Schüler/innen etwa 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 die vorne sitzende hörgeschädigte Schülerin hinwegspricht.

<u>Jetzt kommt noch die Technik dazu</u>

Wenn eine hörgeschädigte Schülerin mit einer FM-Anlage (MicroVox, MicroLink, Mikroport, Solaris o.ä.) ausgestattet ist, dann wird der Abstand zwischen ihr und der Lehrerin durch die Funkübertragung ausgeglichen. Dann kann die Schülerin 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 herumzugeben.

Welche Auswirkung hat die Nachhallzeit auf den Schallpegel im Raum?

Für einen Klassenraum von etwa V = 200 m³ mit einer in derartigen Räumen häufigen Nachhallzeit von etwa T_m = 1,0 s lässt sich errechnen, dass der vom Sprecher ausgehende Direktschallpegel am hintersten Platz in 8 m Abstand etwa 6 dB niedriger liegt als in einem Meter Abstand vom Mund (Abnahme von -11 dB auf -17 dB in **Abbildung 4**, obere Kurve). Bei entspanntem Sprechaufwand beträgt letzterer etwa 65 dB(A), so dass hinten noch etwa 59 dB(A) ankommt. Das Signal/Rausch-Verhältnis am Hörerplatz soll für Hörgeschädigte S/N = 15 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.

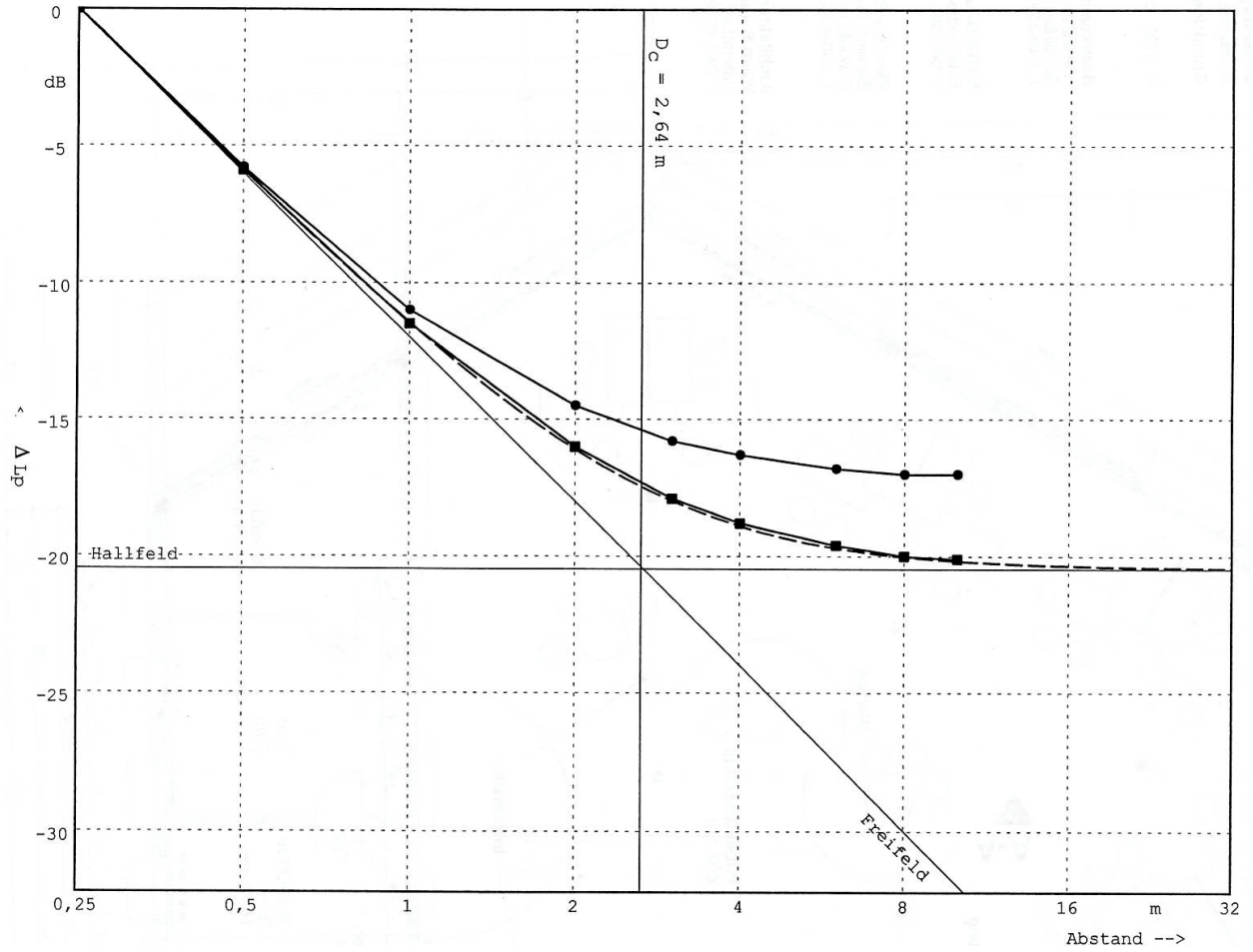

Abbildung 4: Schallausbreitungskurven für zwei Klassenräume

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

Verringert man durch die beschriebenen Maßnahmen die Nachhallzeit auf einen Wert von etwa T_m = 0,45 s, so liegt der Schallpegel am hintersten Platz etwa 9...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 dB(A) - 10 dB = 55 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/innen abnimmt. Messungen haben gezeigt, dass nicht nur bei gleichem Stimmaufwand der Störer/innen (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 s auf 0,45 s eine Störgeräuschpegelminderung um 7 dB eintritt, beträgt der Störschallpegel nur noch N = 44 dB(A) - 7 dB = 37 dB(A). Man erreicht auf diese Weise bei gleichem Stimmaufwand der Lehrerin ein S/N = 55 dB(A) - 37 dB(A) = 18 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 Rückkoppelungseffekt nach Einbau von Schallabsorptionsmaterial wirkt sich natürlich auch in diesen Klassen pegelmindernd aus. Damit wird (für die beschäftigten Lehrerinnen) 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.*

Wie sind die akustischen Maßnahmen handwerklich auszuführen?

Teppiche

Für den schallabsorbierenden Bodenbelag haben sich an vielen Stellen Nadelfilz- oder Kugelgarn-Beläge 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, so dass beides etwa gleich teuer ist.

Hinsichtlich des Festsetzens allergieauslösender Stoffe wurde mehrfach von Krankenhaus-Hygieniker/innen 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 offenporiger Oberfläche in Frage, deren längenbezogener Strömungswiderstand zwischen 5 und 50 kNs/m^4 liegt und die als selbsttragende Deckenplatten ohne weitere Abdeckung eingebaut werden können. Derartige Platten weisen dann typischerweise mittlere Schallabsorptionsgrade von $\alpha_m \geq 0{,}9$ auf und sind somit der Absorptionsklasse A nach DIN EN ISO 11 654 zugeordnet. Solche Mineralfaser-Deckenplatten, wie sie beispielsweise 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 keinesfalls unter 15 cm, besser mehr als 20 cm betragen.

Wenn aus gestalterischen Gründen härter gepresste Mineralfaserplatten verwendet werden sollen, so ist deren längenbezogener Strömungswiderstand deutlich größer als 50 kNs/m^4 und der Schallabsorptionsgrad liegt nur in der Größenordnung von etwa $\alpha_m = 0{,}6...0{,}7$. Dies entspricht der Absorptionsklasse C. Dann muss eine deutlich größere Fläche - häufig die gesamte Deckenfläche - mit diesem Material verkleidet werden. Siehe hierzu **Tabelle 2**. Dieselbe Aussage gilt auch für Gipskarton-Lochplatten und zwar auch dann, wenn sie den aus schalltechnischer Sicht optimalen Lochflächenanteil von 20 % 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.

Zu den weichen hochgradig absorbierenden Deckenplatten ist darauf hinzuweisen, dass z. B. der schwedische Hersteller Ecophon die Platten des Typs Focus sowohl in scharfkantiger Ausführung (Kante A) als auch mit einem Stufenfalz (Kante F) anbietet. Im ersten Fall werden die Platten auf das T-Schienen-System aufgelegt. Die Plattenebene liegt also höher als die Schienenebene. Im zweiten Fall stehen die Schienen um einige Millimeter gegenüber der Plattenebene zurück. Aus gestalterischen Gründen wir dieser Plattentyp oft bevorzugt. Diese beiden Varianten sind in den **Abbildungen 5** und

6 skizziert. Auch Systeme mit verdeckten Tragschienen sind möglich aber aufwändiger in der Montage.

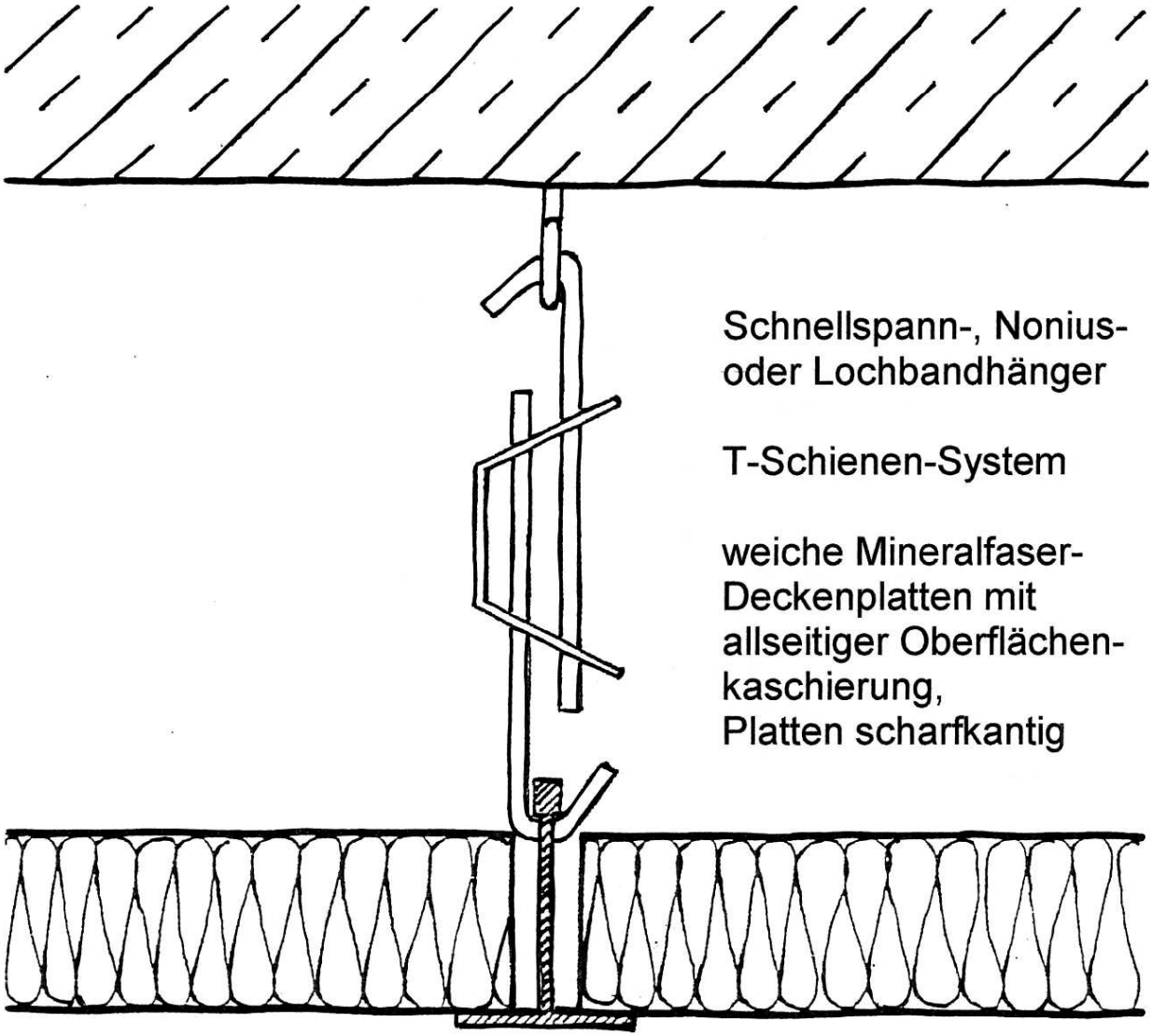

Abbildung 5: Schallabsorbierende Deckenverkleidung
selbsttragende weiche Deckenplatten im sichtbaren T-Schienen-System, Platten scharfkantig

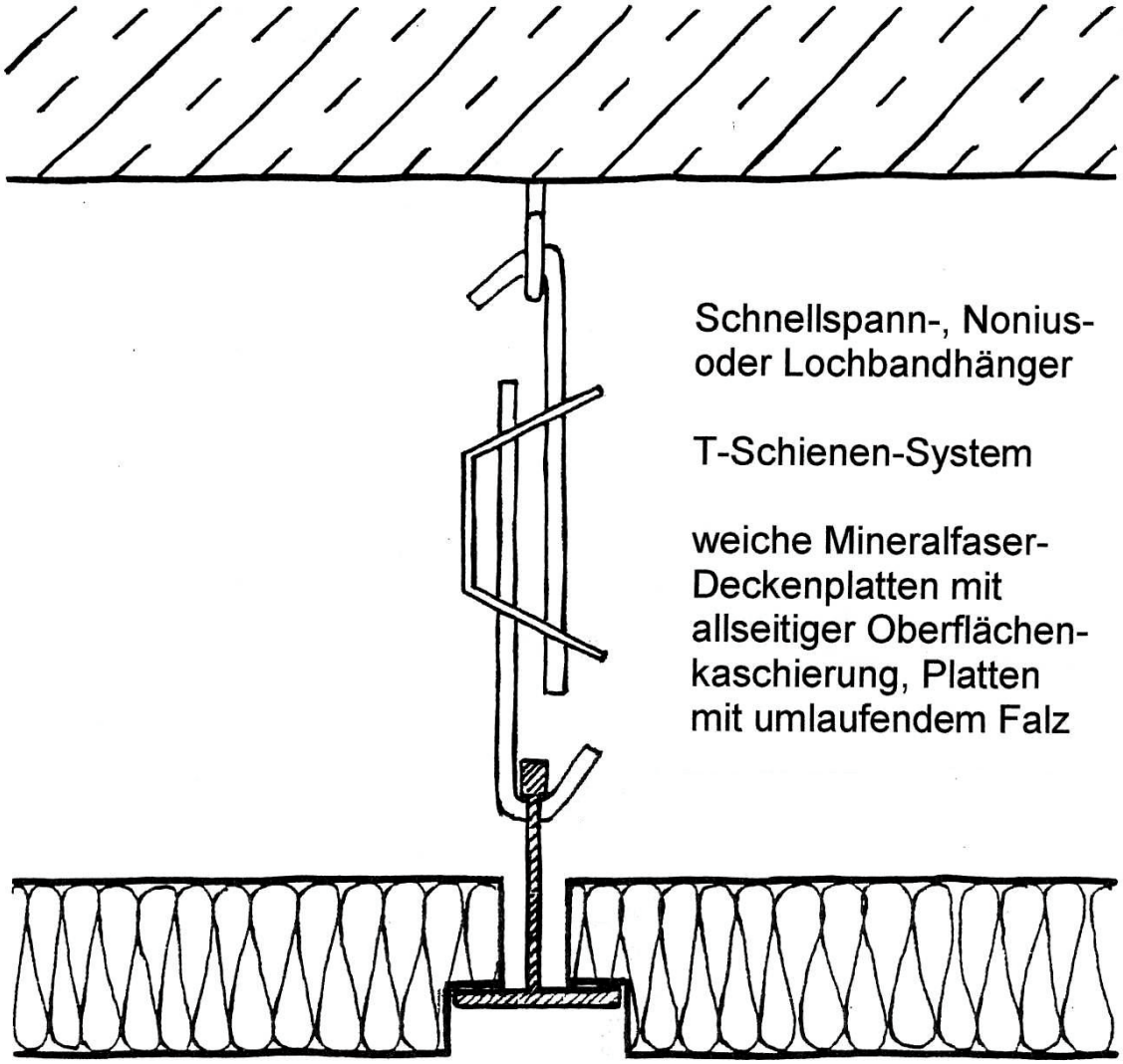

Abbildung 6: Schallabsorbierende Deckenverkleidung
selbsttragende weiche Deckenplatten im sichtbaren T-Schienen-System, Platten mit umlaufendem Falz

Gesundheitsgefahr durch Mineralwolle?

Bisweilen werden auch heute noch Mineralfaserplatten verdächtigt, krebsgefährdend zu sein, nachdem vor vielen Jahren durch das BGA eine Einstufung „als ob krebsgefährdend“ vorgenommen worden war, weil man keine entsprechenden Untersuchungsergebnisse im Vergleich zu Asbest hatte. Dann wurde im Hinblick auf Lungengängigkeit und -verweildauer ein „Kancerogenitätsindex $K_I > 40$“ 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.

Schallabsorbierende Rückwandpaneele

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-Wandpaneele 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-Wandpaneele 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. Siehe hierzu **Abbildung 7**. Die Platten werden im Großformat 0,6 m x 2,7 m geliefert und überdecken bei Queranbringung 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.

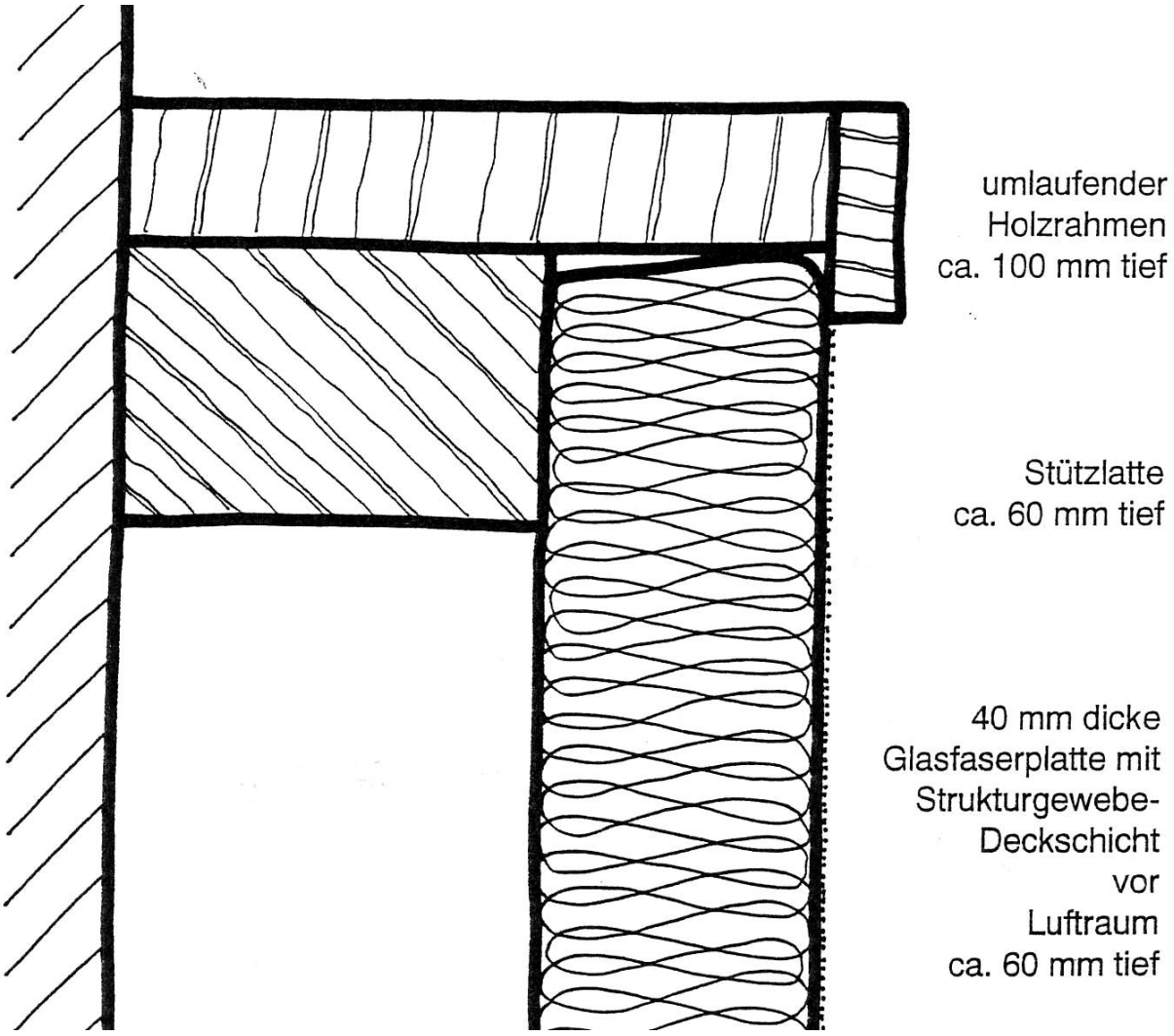

Abbildung 7: schallabsorbierendes Rückwandpaneel z.B. ECOPHON Super G

Mehrschicht-Leichtbauplatten

Die Mehrschicht-Leichtbauplatten, Typ Tektalan F, werden in 50 oder 60 mm Dicke geliefert. Auch hier ist, z. B. gemäß **Abbildung 8**, 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 nebeneinander in den umlaufenden Rahmen einstellen. Bei Bedarf ist mittig eine Aussteifung mit einer hinterlegten

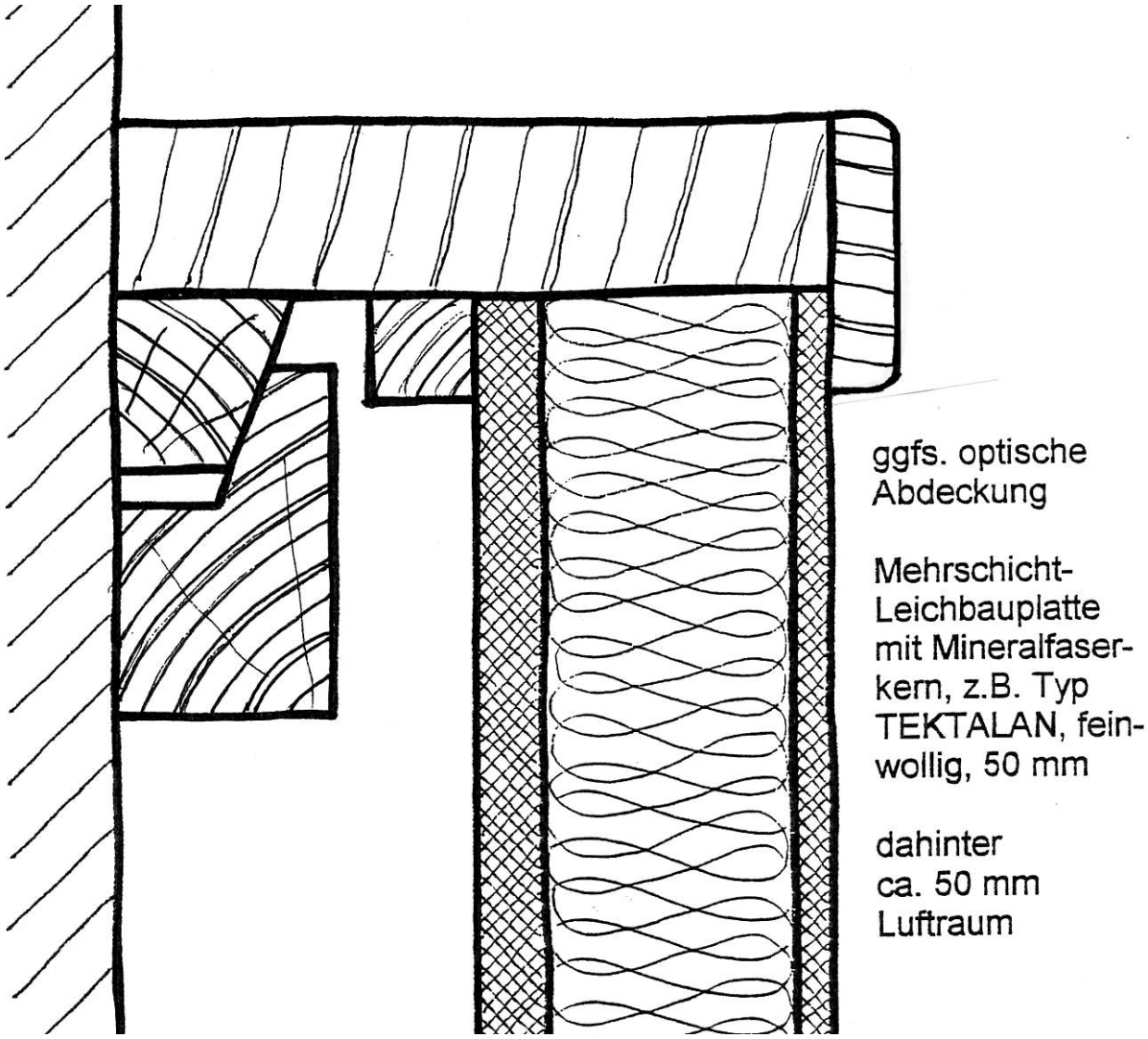

Abbildung 8: schallabsorbierendes Rückwandpaneel z.B. HERAKLITH Tektalan F

Dachlatte einzubringen. 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-Wandpaneele ist jedoch empfindlich gegen spitze Ecken und scharfe Kanten; andererseits ist es gut für eine Verwendung als Pin-Wand geeignet, da sich Stecknadeln sehr leicht eindrücken lassen.

Pinwände als Rückwandpaneele?

An dieser Stelle ist auf ein häufiges Missverständnis einzugehen:
Die beiden beschriebenen Schallabsorptionsplatten sind zwar auch als Pin-Wände nutzbar, aber nicht jede Pin-Wand 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 Rückwandbekleidungen geeignet.

Ungeeignete Eigenhilfe

Bisweilen wird in Eigenhilfe versucht, schallabsorbierende Rückwandpaneele aus Eierpappen herzustellen. Vor einer derartigen Maßnahme muss aus Brandschutzgründen sehr gewarnt werden, denn die Eierpappen sind B3-Material, also „leicht entflammbar“! Solche Maßnahmen sind in Schulen absolut unzulässig. Falls die Lehrer/innen die Kinder auffordern, diese Pappen zu bemalen, ist die Schallschluckwirkung wieder vollends dahin.

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 unterschiedlichsten 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

Wie kann man bestehende Räume ergänzen?

Für Räume, die für eine Integrative Beschulung hörgeschädigter Schüler/innen umgebaut und angepasst werden sollen, muss zunächst erfasst werden, welche Maßnahmen über den Bestand hinaus noch zusätzlich erforderlich sind. Dies ist im Zusammenhang mit der obigen Beschreibung im Standardfall notwendiger Maßnahmen sehr einfach möglich.

Wo liegt der Klassenraum im Gebäude?

Zur Störgeräuschvermeidung ist es hilfreich, wenn ein Klassenraum für Hörgeschädigte sich nicht an der vom Außenlärm beaufschlagten (z. B. Straßen-)Seite des Gebäudes befindet. Wegen der besonderen Empfindlichkeit gegen Störgeräusche könnte man dann nicht einmal zeitweise die Fenster öffnen, auch wenn dies wegen der gerade herrschenden Witterungsbedingungen wünschenswert wäre.

Wie ist es mit der Himmelsrichtung?

Wenn aufgrund der Klassenraumform damit zu rechnen ist, dass sich die Lehrerin oder Mitschüler/innen im Gegenlicht befinden können, so ist für das Absehen vom Mund ein

(günstiger weise außenliegender) Blendschutz notwendig. Die Lage auf der Außenseite führt zu einer geringeren Raumerwärmung bei Sonneneinstrahlung und der Sonnenschutz ist damit dem Zugriff durch die Schüler entzogen. Alternativ sind auch Vorhänge denkbar (sogar mit geringen akustischen Vorteilen). Sie lassen aber die Sonnenwärme zunächst ungehindert in den Klassenraum. Weiterhin ist die Gefahr der Beschädigung groß.

Liegt ein Standard-Klassenraum vor?

Wenn das Volumen des aktuell zu betrachtenden Klassenraumes etwa mit dem Standardvolumen übereinstimmt, können alle Flächenangaben direkt übernommen werden. In anderen Fällen sind sie proportional umzurechnen.

Ist ein Teppich vorhanden?

Wenn im Klassenraum ein Teppichbelag verlegt ist, ist damit eine Maßnahme erfolgt, die sich gleichermaßen auf die Störgeräuschvermeidung (Füßeschurren, Sohlenquietschen, Stühlerücken, Schnallenklappern und dergleichen) und auf die Schallabsorption einer der beiden größten Flächen des Raumes bezieht. Bei Räumen, die noch nicht mit Teppichboden ausgestattet sind, ist dessen Einbau generell als erste Maßnahme anzustreben. Filzbeläge unter Tisch- und Stuhlbeinen helfen zunächst vor dem gröbsten Lärm.

Ist eine schallabsorbierende Unterdecke vorhanden?

Als nächstes ist zu prüfen, ob der Raum bereits eine schallabsorbierende Unterdecke aufweist oder nicht. Wenn diese erstmalig eingebaut werden muss, gelten die für den Neubau beschriebenen Hinweise. Sofern eine Unterdecke bereits vorhanden ist, ist zu prüfen ob und wie weit diese den obigen Anforderungen entspricht. Hart vorgepresste Mineralfaserdeckenplatten (oder auch alte Holz-Weichfaserplatten mit Anstrich) haben häufig einen sehr hohen längenbezogenen Strömungswiderstand. Sie reflektieren deshalb einen größeren Anteil der auftreffenden Schallenergie, so dass der Absorptionsgrad geringer ist als bei den beispielhaft genannten weich gepressten Mineralfaserplatten. Auch perforierte Abdeckungen vor Schallabsorptionsmaterial (Gipskartonlochplatten) reflektieren in den Stegbereichen einen Teil der hochfrequenten Schallenergien,

deren Abbau zur Störgeräuschvermeidung für Hörgeschädigte besonders wichtig ist. Somit wird mit derartigen Platten nicht die optimale Situation erzielt.

Ist die schallabsorbierende Unterdecke noch wirksam?

Schließlich gibt es auch eine Situation mit der die Wirkung „eigentlich guter“ schallabsorbierender Deckenplatten zunichte gemacht worden sein kann. Dies ist dann der Fall, wenn bei Klassenraumrenovierungen (häufig durch die Elternschaft) auch die Schallabsorptionsplatten an der Decke mit angestrichen werden. Da die Platten sehr saugfähig sind, müssen häufig mehrere Anstriche aufgetragen werden, bis die Platten wieder fleckenlos sind. Durch den mehrfachen Farbauftrag werden aber die Poren verschlossen, der Schall wird an der Oberfläche reflektiert und nicht innerhalb des Plattengefüges absorbiert. Dadurch wird der Schallabsorptionsgrad der Deckenplatten ganz erheblich verschlechtert. In diesem Fall ist eine Sanierung der Deckenplatten nur durch Austausch möglich, gegebenenfalls unter Beibehaltung der Tragschienenkonstruktion. Generell sollte man dann bei einer Deckenerneuerung Platten mit einem möglichst hohen Schallabsorptionsgrad einbauen.

Wo muss die schallabsorbierende Unterdecke angebracht werden?

Hochgradig schallabsorbierende Deckenplatten sollten bei Standard-Klassenräumen mit 200 m³ für den hörgeschädigtengerechten Unterricht etwa 80 % der Raumgrundfläche umfassen. Die verbleibenden 20 % schallharter (oder nur tieffrequent absorbierender) Fläche sind entsprechend **Abbildung 9** vorzugsweise in Tafelnähe anzuordnen.

Die Schallabsorptionsplatten fast aller Hersteller haben Standardformate im Raster von 62,5 cm. Wenn die Raumbreite nicht dazu passt, so kann man bei einem z. B. 7,80 m breiten Raum acht vollformatige Platten (= 7,50 m) verwenden aber die restlichen 30 cm unbelegt lassen und auf beidseitig 15 cm ausmitteln. Auch an der Rückwand wird man dann einen entsprechenden Abstand wählen und auf diese Weise ein „eingehängtes Deckensegel“ schaffen. Damit vermeidet man einerseits Passelemente mit Platten- und Schienenzuschnitten, ist andererseits von Sturzhöhen unabhängig und kann schließlich auch die Vorhangschienen am Fenster unverändert lassen. Man „verschenkt“ damit aber die besonders wirksamen Randbereiche, die man auch gut als so-

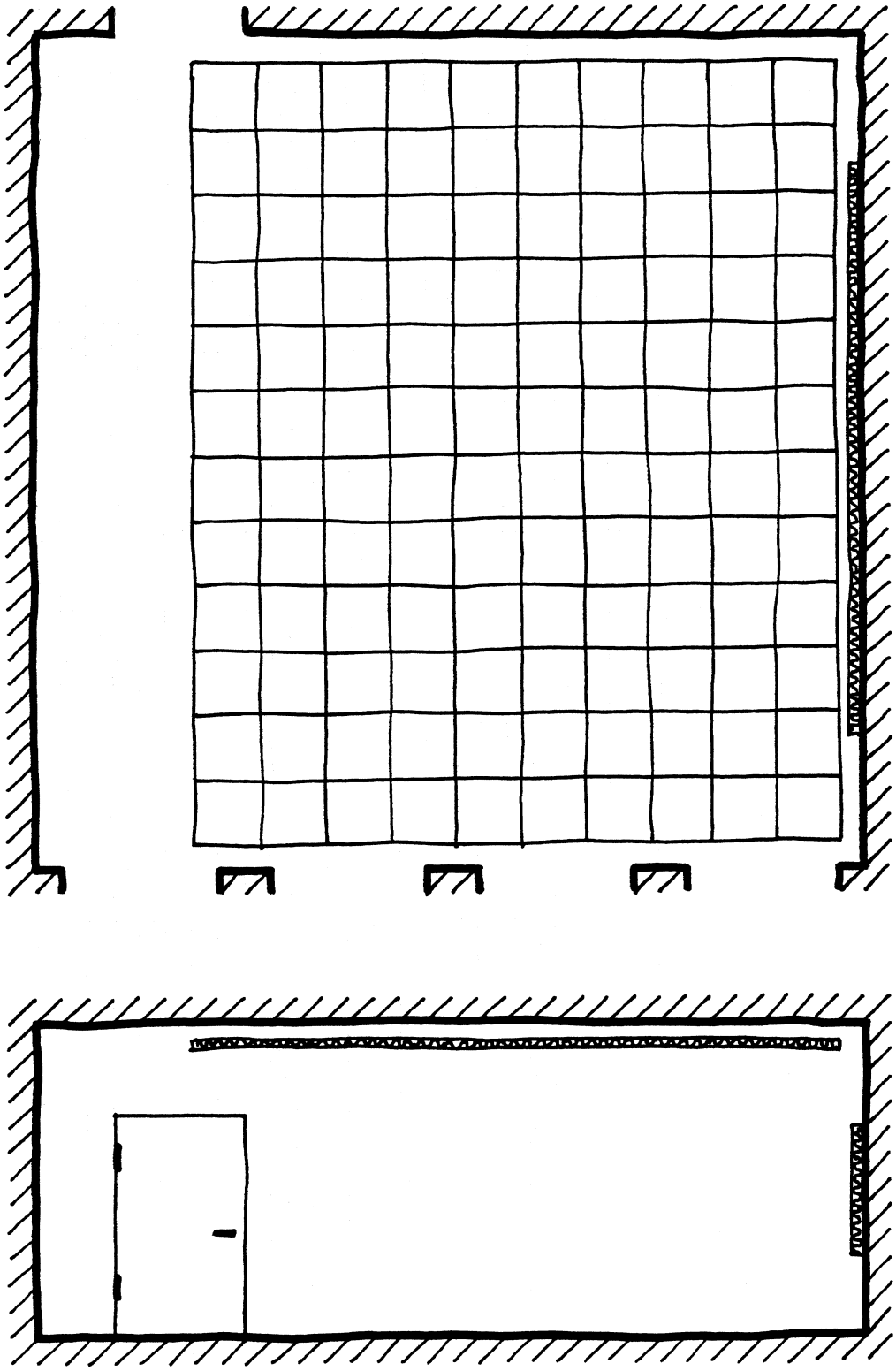

Abbildung 9: Beispiel für die Anordnung eines schallabsorbierenden „Deckensegels“ aus Mineralfaserplatten im Standardformat und eines Rückwandpaneels in einem typischen Klassenraum

oben: Deckenspiegel, umlaufend offener Randfries, links Tafel, oben Flurseite, rechts Rückwand, unten Fensterseite

unten: Längsschnitt mit Blick zur Flurwand, links Tafel, rechts Rückwand

genannte „Tiefenabsorber“ nutzen kann. Bei Hausmeistern und beim Reinigungspersonal ist der offene Rand wegen möglicher Schmutzablagerungen und wegen des Hinaufwerfens von Gegenständen nicht beliebt. Wenn aus diesem Grunde eine vertikale Abschottung hergestellt werden müsste, ist es im Allgemeinen kostengünstiger, die Decke an den Rändern bis an die Wände heranzuführen und Plattenzuschnitte in Kauf zu nehmen.

Kann man Rückwandpaneele anbringen?

Eine zusätzliche Absorptionsfläche an der Raumrückwand macht aus einem mit den oben beschriebenen Maßnahmen schon guten Klassenraum einen, der von der Lehrerschaft üblicherweise als „sehr gut“ eingestuft wird. Bei Klassenraumsanierungen oder -ergänzungen ist aber zu prüfen, ob diese Fläche überhaupt für eine Verkleidung zur Verfügung steht. Sofern vor dieser Wand geschlossene Schränke stehen, ist „dahinter“ eine absorbierende Verkleidung nicht sinnvoll. Bisweilen werden aber - insbesondere in den unteren Klassenstufen - auch offene Regale mit Unterrichtsmaterial oder Bastelarbeiten aufgestellt. Dort ergibt sich aufgrund der diffusen Schallstreuung bereits eine deutlich günstigere raumakustische Situation, als bei geschlossenen Wand- oder Schrankflächen. In diesen Fällen sollte man absorbierende Rückwandflächen einem zweiten Ausbauschritt vorbehalten.

Organisation und Technik

Die organisatorischen Bedingungen bezüglich der Anordnung von Tischen und Stühlen und auch der Verwendung personenbezogener Hörhilfsmittel wie z. B. Funkübertragungs-Anlage gelten bei Um- und Ergänzungsbauten in gleicher Weise wie bei der Neueinrichtung von Klassenräumen, denn hier handelt es sich um nutzungsbedingte Anforderungen und nicht etwa um bautechnische.

Zusammenfassung

Abschließend sind die für den Neubau oder die Ergänzung von Klassenräumen zur Integrativen Beschulung hörgeschädigter Schüler/innen 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 Schüler/innen nicht „optimal nach DIN“ auszulegen, sondern sie soll so kurz wie möglich sein.
- deshalb Einbau einer hochgradig schallabsorbierenden Decke auf etwa 80 % der Fläche (die 20 % schallharten Flächen sollen sich vorzugsweise in Tafelnähe befinden) oder einer mittelgradig absorbierenden Decke auf 100 % der Fläche.
- Schallreflexionen von der Rückwand sind zu vermeiden, dazu absorbierende oder (z. B. durch offene Regale) diffus reflektierende Wandfläche gegenüber der Tafel
- das Zwei-Sinne-Prinzip ist zu unterstützen (das Auge hört mit). Deshalb geeigneter Sitzplatz für die hörgeschädigte Schülerin, sowohl zum Hören als auch für das Sehen zur Tafel, zur Lehrerin und zu den Mitschüler/innen
- gute Beleuchtung der Tafel und der Gesichter, aber Blendungen vermeiden
- auch in abgedunkelten Räumen (z.B. bei Dia-Vorträgen) muss der Sprecher/innen-Mund erkennbar sein

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

Bei hochgradigen Hörschädigungen wird eine integrativ zu unterrichtende Schülerin 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 ihre Schülerin ermahnen, diese Geräte zu benutzen oder sich sogar zunächst zu beschaffen. Je entspannter die Schülerin dem Unterricht folgen kann und je besser der „Hörstress“ vermieden wird, desto besser wird die Schülerin das Dargebotene verarbeiten und desto größer wird auch ihre Freude und der Erfolg am Lernen sein.

Carsten Ruhe

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

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

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 20 354 „Akustik, Messung der Schallabsorption im Hallraum“, 1993-07

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

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

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, pages1820 - 1828

Brand, Thomas: Sprachverständlichkeit und Raumakustik aus audiologischer 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

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. 2233,20001 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, Klatte (Hg.): Die akustisch gestaltete Schule, auf der Suche nach dem guten Ton, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2002, ISBN 3-525-48002-4

Löwe, Armin: Pädagogische Hilfen für hörgeschädigte Kinder in Regelschulen, Universitätsverlag C. Winter, Heidelberg 1996,

MacKenzie, David J. und Airey, Sharon: Classroom-Acoustics - a research project:, Summary report, Heriot-Watt University, Edinburgh 1999

Meis, Uygun, Janott, Hemmer-Schanze, Kahlert, Hilge, Schick: Zur Wirkung von aktiven und passiven raumakustischen Maßnahmen auf die Geräuschwahrnehmung und Lebensqualität von Schülern: Ergebnisse aus einer prospektiven Längsschnittstudie, Aachen, DAGA 2003

Meis, Uygun, Janott, Hemmer-Schanze, Kahlert, Hilge, Schick: Ganz Ohr sein für das Wissen, Trockenbau-Akustik, Sonderheft 2003, S. 41-44

Mecklenburg-Vorpommern, Sozialministerium: Leitfaden Raumakustik in Unterrichtsräumen - ein aktuelles Thema der Schulhygiene - (Auswirkungen auf die Sprachverständlichkeit und Stimmbelastung), Verf.: H. Schottke, März 2001

Müller, René Jacques: Pisa-Studie und Schul-Akustik, Zeitschrift HörPäd 4/2002, Seiten 149 bis 153

Plath, Prof. Dr. med. Peter: Lexikon der Hörschäden, Edition Harmsen, Heidelberg 1993, ISBN: 3-928836-04-8

Ruhe, Carsten: Grundsätzliche Überlegungen zu Beschallungsanlagen in Kirchen und großen Veranstaltungsräumen, DSB-Referat BPB, 1998

Ruhe, Carsten: Kommunikationsräume - AUCH für Hörgeschädigte! Vortragsveröffentlichung anlässlich des IVSS-Kongresses in Wien, 2000

Ruhe, Carsten: Sind IndukTive Höranlagen noch zeitgemäß? Beliebte Fehler und wie man sie vermeidet, DSB-Referat BPB, 2002-05

Ruhe, Carsten: Schulraumakustik aus der Sicht der Beratungspraxis, 9. Oldenburger Symposium zur Psychologischen Akustik, 2002-09

Ruhe, Carsten: Technische Saalausstattung für Menschen mit Hörschädigungen bei öffentlichen Veranstaltungen, DSB-Referat BPB, 2003-03

Ruhe, Carsten: Der Nachhall wird kürzer, ein Beitrag zur Neuausgabe von DIN 18041,Trockenbau-Akustik, Heft 3/2003, S 36-40

Seidler, Dr. med. Harald: Schwerhörigkeit, Ursachen, Diagnostik, Therapie, Kaden-Verlag, Heidelberg 1996, ISBN: 3-922777-18-X

Sennheiser: Soundfield-System EMP 2015, Wedemark 2003-01

Sohn, Dr. med. Wolfgang: Schwerhörigkeit in Deutschland, Repräsentative Hörscreening-Studie 1999, DSB-Report 3/2000, Seiten 10 bis 14

Walger M, Tibussek D, Meister H, von Wedel H (1999): Über den Einfluss periphärer Hörstörungen auf die Reifung der FAEP bei Kindern, Posterpräsentation, Jahrestagung Deutsche HNO-Gesellschaft, Aachen, 1999-05-13

Wäßle, A.:Tipps und Tricks bei der Intergrativen Beschulung Hörgeschädigter, Bildungs- und Beratungszentrum für Hörgeschädigte, Stegen, 2001

Wirtz, Wolfgang: Entwarnung für Mineralfasern, 16 Dämmstoffe im Vergleich; Zeitschrift „Natur“ 12/1996

Anschrift des Verfassers:

Deutscher Schwerhörigenbund
Breite Straße 23 13187 Berlin
www.schwerhoerigkeit.de

Referat Barrierefreies Planen und Bauen
Tel.. 030 47541114, Fax: 030 4754116
dsb@schwerhoerigkeit.de

TAUBERT und RUHE GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Bickbargen 151 25469 Halstenbek
www.taubertundruhe.de

Beratungsbüro für Akustik
und Thermische Bauphysik
Tel.: 04101 46525, Fax: 04101 43075
carsten.ruhe@taubertundruhe.de

Weitergabe/Nachdruck gern gestattet, Belegexemplar an Verfasser erbeten

Inhalt:

Hören und Höreinschränkungen 3
Die hohen Töne sind wichtig 3
Schwerhörige sind lärmempfindlich 5
Raumakustische Notwendigkeiten: viel Direktschall, wenig Diffusschall 5
Rückwandecho vermeiden 5
„Absehen“: die Augen hören mit 7
Direktschall zum Ohr: Übertragungsanlagen 7
Oft unterschätzt: der Anteil hörgeschädigter Schüler/innen 7
Noch gar nicht untersucht: der Anteil schwerhöriger Lehrer/innen 8

Was muss man tun? 8
Baulicher Schallschutz 10
Raumakustik 10
Anordnung der Sitzplätze im Raum 10
Technische Hilfen für Hörgeschädigte 11
Für Hörgeschädigte ungeeignete technische Hilfen 11

Wie sollten hörgeschädigtengerechte Klassenräume beschaffen sein? 13
Bauliche Maßnahmen 13
Organisatorische Maßnahmen 15
Jetzt kommt noch die Technik dazu 19

Welche Auswirkung hat die Nachhallzeit auf den Schallpegel im Raum? 19

Wie sind die akustischen Maßnahmen handwerklich auszuführen? 21
Teppiche 21
Deckenverkleidungen 22
Gesundheitsgefahr durch Mineralwolle? 24
Schallabsorbierende Rückwandpaneele 25
Mineralfaser-Paneele 25
Mehrschicht-Leichtbauplatten 26
Pinwände als Rückwandpaneele? 28
Ungeeignete Eigenhilfe 28
Platzbedarf für Schallabsorber 28

Welche Anforderungen bestehen für die Materialauswahl? 29

Wie kann man bestehende Räume ergänzen? 29
Wo liegt der Klassenraum im Gebäude? 29
Wie ist es mit der Himmelsrichtung? 29
Liegt ein Standard-Klassenraum vor? 30
Ist ein Teppich vorhanden? 30
Ist eine schallabsorbierende Unterdecke vorhanden? 30
Ist die schallabsorbierende Unterdecke noch wirksam? 31
Wo muss die schallabsorbierende Unterdecke angebracht werden? 31
Kann man Rückwandpaneele anbringen? 33
Organisation und Technik 33

Zusammenfassung 34

Literatur 36