Schulakustik und Inklusion

Hintergründe und Auswirkungen

Holger Brokmann, Lübeck

Inklusion im Bildungsbereich, ein Begriff, den man in letzter Zeit immer häufiger hört, hat auch Auswirkungen auf die akustischen Anforderungen, wenn Schulen neu gebaut oder saniert werden. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Hintergründe und Auswirkungen für den Schulbau gegeben werden.

Inklusion bedeutet, „[...]*dass Bildung ein grundlegendes Menschenrecht ist und die Basis für eine gerechtere Gesellschaft darstellt*“ [1]. Im „Wegweiser für Eltern zum Gemeinsamen Unterricht“ des Beauftragten der Bundesregierung für die Belange behinderter Menschen wird die Umsetzung von Inklusion wie folgt beschrieben: „*Im Gemeinsamen Unterricht der inklusiven Schule werden alle Kinder, ob mit oder ohne besonderen Unterstützungsbedarf, gemeinsam in einer Klasse der allgemeinen Schule unterrichtet*“ [2]. Über 480 000 Schüler mit Förderbedarf werden momentan an Förder- und Regelschulen unterrichtet. Der Anteil dieser Schüler, die auf Regelschulen gehen (und somit inklusiv unterrichtet werden), schwankt hierbei in den einzelnen Bundesländern deutlich [3].

Rechtliche Hintergründe

An verschiedenen Stellen gibt es seit Jahren entsprechende Verweise in der deutschen Gesetzgebung. So wird im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland im Art 3. (3) beschrieben: „*Niemand darf wegen Behinderung benachteiligt werden.*“ Das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) spricht in § 4 hierbei konkreter von Barrierefreiheit, z. B. von baulichen Anlagen. Am 26. März 2009 trat überdies in Deutschland die UN-Behindertenrechtskonvention in Kraft. Hierbei erkennen die UN-Vertragsstaaten das Recht von Menschen mit Behinderung auf Bildung an.

Bauliche Umsetzung im Bildungsbereich

In der Musterbauordnung (MBO) wurde u. a. durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21. September 2012 das Thema Barrierefreiheit im § 50 „Barrierefreies Bauen“ im Punkt (2) für Einrichtungen der Kultur und Bildungswesen verankert. Auch in der Muster-Liste der „Technischen Baubestimmungen“ (aktuelle Fassung Dezember 2011) ist bei den technischen Regeln die neue DIN 18040-1 zu finden, die Planungsgrundlagen für barrierefreies Bauen definiert. Diese ist in den Bauordnungen der meisten Bundesländern zu finden – außer bis jetzt in Baden-Württemberg, Bremen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt [4].

Inklusion und Raumakustik

Ziel von Inklusion ist es, gleichen Zugang zur Bildung für alle Menschen zu ermöglichen. In Bezug auf die Raumakustik müssen vor allem Personen mit Hörschädigungen berücksichtigt werden. Denn gerade Personen mit einem eingeschränkten Hörvermögen leiden deutlich unter einer unzureichenden Sprachverständlichkeit. Auf diesen Punkt wird seit der letzten Überarbeitung der Norm DIN 18041 [5] explizit verwiesen. Daher ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Raumakustik durch eine Verschärfung der Nachhallzeiten bei der Nutzungsart „Sprache“ und „Unterricht“ in den Oktavbändern von 250 bis 2 000 Hz.

Anwendung der Norm DIN 18041

Häufig wird argumentiert, dass die 20%-ige Verschärfung der Vorgaben der DIN 18041 nur für wenige hörgeschädigte Schüler zutreffend ist. Statistisch gesehen fallen von 480 000 Schülern 3,4 % unter den Förderbedarf „Hören“ [6]. Aber die 20%-ige Verschärfung der Anforderungen der Raumakustiknorm gilt nicht nur für Personen mit Hörschädigung. Vergleichbare Anforderungen gelten z. B. auch für Personen mit Konzentrations- und Aufmerksamkeitsstörungen, Sprach- und Sprachverarbeitungsstörungen oder für leistungsschwache Personen. Allein 40,7 % (!) aller Förderschüler haben sonderpädagogischen Bedarf „Lernen“. Weitere 11,1 % haben den Förderschwerpunkt „Sprache“ und 16,2 % „Geistige Entwicklung“ [6]. Somit fallen deutlich über 70 % aller Schüler mit Förderbedarf unter die von der DIN 18041 beschriebenen erhöhten Anforderungen. Außen vor gelassen werden hierbei Kinder, die keinen anerkannten Förderungsbedarf haben bzw. bei denen er nicht festgestellt wurde.

Man könnte den Bogen hierbei noch weiter spannen und auch die über 660 000 Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen mit einbeziehen. Bei einem Durchschnittsalter von über 50 Jahren bei 47,3 % der Lehrkräfte ist davon auszugehen, dass auch hier etliche Lehrer mit unerkannten Hörschädigungen unterrichten, für die ebenfalls die erhöhten Anforderungen der Raumakustik gelten würden. Nach einer Erhebung liegt entsprechend den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bei über 25 % der fünfzigjährigen Personen in Deutschland eine Hörschädigung vor [7].

Hierbei ist noch nicht berücksichtigt, dass die gleichen erhöhten raumakustischen Anforderungen für Räume gefordert werden, in denen in einer Sprache kommuniziert wird, die nicht als Muttersprache gelernt wurde [5]. Dies würde u. a. für die über 700 000 ausländischen Schüler und für eine Vielzahl von Schülern mit „Migrationshintergrund“ gelten. Diese werden statistisch zwar nicht erfasst, ihr Anteil lag 2010 aber bei 29 % bei den Neun- bis Zwanzigjährigen [6].

Die gleichen erhöhten Anforderungen an die Hörsamkeit gelten auch für deutsche Schüler beim Fremdsprachenunterricht [5].

Konsequenz kann daher nur sein, die erhöhten Anforderungen der DIN 18041 generell für Unterrichtsräume anzusetzen. Ein Klassenraum, der über Jahrzehnte ausschließlich von Schülern ohne Förderbedarf muttersprachlich genutzt wird und in dem nicht hörgeschädigte Lehrer unterrichten, ist in der Praxis wohl nur in seltenen Ausnahmefällen zu finden.

Forschungsprojekt aus der Praxis: The Essex Study „Optimized classroom acoustics for all“

In England wurde von 2009 bis 2011 ein Forschungsprojekt vom „Essex County Council“ unter Mitarbeit der „National Deaf Children's Society (NDCS)“, „Federation of Property Society (FPS)“, der Vereinigung „Hear2Learn Ltd.“ und der „Adrian James Acoustics Ltd. (AJA)“ durchgeführt und 2012 von der „Association of Noise Consultants (ANC)“ und der OECD veröffentlicht[1]. Zu diesem Zweck wurden in der Sweyne Park School Klassenräume genauer untersucht. In dieser Schule werden gut hörende und hörgeschädigte Schüler inklusiv unterrichtet.

In der Untersuchung wurden zum einen objektive Messdaten erhoben und zum anderen Befragungen zur Einschätzung der akustischen Situationen durchgeführt und diese auf Zusammenhänge verglichen [8].

Raumakustische Vorgaben in der Essex-Studie

Ein großes Augenmerk lag auf der Betrachtung der unterschiedlichen akustischen Vorgaben für Klassenräume im Vereinigten Königreich gemäß dem Building Bulletin BB93 des Department of Education and Skills [10]. Diese sehen unterschiedliche Nachhallzeiten für Räume für normalhörende und hörgeschädigte Schüler vor (**Tabelle 1**).

In Teil 6 des BB93 wird auf weitere raumakustische Anforderungswerte der „British Association of Teachers of the Deaf (BATOD)“ für Räume von hörgeschädigten Schülern verwiesen. Diese gehen über den in Tabelle 1 beschriebenen Wert dahingehend hinaus, dass gefordert wird, dass die Nachhallzeit in den Oktavbändern von 125 bis 4 000 Hz 0,4 s nicht überschreitet [9].

Forschungsdesign

Die Forscher wollten mit ihrem Experiment Zusammenhänge zwischen der akustischen Umgebung und deren Auswirkungen auf Schüler und Lehrer herausfinden. Hierbei sollte – ohne Kenntnis der Schüler und des Lehrpersonals – die variable Raumakustik verändert werden. Ziel war es, etwaige subjektive Einflussfaktoren durch das Wissen über die raumakustische Situation in den Räumen möglichst auszuschließen.

Hierzu wurden vier nahezu identische Klassenräume für das Experiment in der Sweyne Park School ausgewählt. Während der Untersuchung blieb ein Raum unverändert und diente als Referenzraum. In den übrigen Räumen wurden Materialien installiert, um die unterschiedlichen Anforderungen des BB93 nach Tabelle 1 zu erfüllen:

– Tmf < 0,8 s (BB93),
– Tmf < 0,4 s (BB93 „high“),
– Nachhallzeit in den Oktavbändern 125 bis 4 000 Hz < 0,4 s (BATOD).

Um die verschiedenen Anforderungen zu erreichen, wurden gleiche Unterkonstruktionen im Deckenbereich montiert, in die verschiedene Materialien eingelegt wurden:

– glatte 12,5 mm starke Gipskartonplatten mit Farbauftrag (BB93),
– höchst absorbierende 15 mm starke Glaswollabsorber (BB93 „High“),
– höchst absorbierende 40 mm starke Glaswollabsorber mit zusätzlicher 100 mm starker Glaswollauflage (BATOD).

Die Materialien wurden so ausgewählt, dass sie mit bloßem Auge in den unterschiedlichen Räumen kaum zu unterscheiden waren. Zusätzlich wurden im Wandbereich Absorptionsflächen montiert, um negative Auswirkungen der Schallfeldstruktur z. B. durch auftretende Flatterechos zu unterbinden (**Bild 1**).

Um die Einflussnahme der Raumakustik auf die Schüler und Lehrer innerhalb der

Tabelle 1 *Anforderungen an die gemittelten Nachhallzeit (Tmf) der Oktavbänder bei 500, 1000 und 2000 Hz nach [10].*

Raumtyp	Tmf in s
Räume in Grundschulen	< 0,6
Räume in weiterführenden Schulen	< 0,8
Räume, die speziell durch hörgeschädigte Schüler genutzt werden	< 0,4

Bild 1 *Einer der vier untersuchten Klassenräume in der Sweyne Park School.*

	Vortest	Durchlauf 1	Durchlauf 2	Durchlauf 3
Klassenraum 1	ohne Maßnahme	BATOD	BB93 „High“	BB93
Klassenraum 2	ohne Maßnahme	BB93 „High“	BB93	BATOD
Klassenraum 3	ohne Maßnahme	BB93	BATOD	BB93 „High“
Klassenraum 4	ohne Maßnahme	ohne Maßnahme	ohne Maßnahme	ohne Maßnahme

Tabelle 2 *Übersicht über die verschiedenen akustischen Maßnahmen in den untersuchten Räumen.*

[1] Die Essex Studie ist kostenfrei einsehbar unter folgenden Quellen: Acoustic Bulletin: www.acousticbulletin.com/EN/Essex_Final%20report%20V4_28_05_12.pdf
OECD: http://edfacilitiesinvestment-db.org/references/235

Räume zu untersuchen, wurden die Materialien (ohne Kenntnis der Nutzer) mindestens vier Wochen in den jeweiligen Räumen belassen und dann über das Wochenende ausgetauscht. So durchlief jeder Raum jeweils eine der akustischen Maßnahmen gemäß **Tabelle 2** (Referenzraum ohne Maßnahme, BB93, BB93 „High“, BATOD).

Datenerhebung

In allen Räumen wurden verschiedene akustische Parameter gemessen, wobei sich die Auswertungen im ersten Schritt hauptsächlich auf die Nachhallzeit (T20) beziehen. Ebenso wurden Schallpegelanalysen von über 120 Schulstunden erstellt. Hierbei wurden die Pegel jeweils an der gleichen Position im hinteren Teil der Klassenräume gemessen.

Simultan hierzu wurden Befragungen und semantische Tests durchgeführt. Insgesamt waren 400 Schüler beteiligt, wobei 17 Schüler eine Hörschädigung hatten. Zehn Lehrer und Klassen waren involviert.

– Schüler wurden per Fragebogen speziell zum Thema „Einfachheit des Zuhörens“ und „kommunikative Aktivitäten“ im Unterricht befragt.

– Lehrer füllten Fragebögen zum Thema „akustisches Umfeld“ und zum auditiven Verhalten der hörgeschädigten Schüler aus.

– Lehrkräfte wurden von externen Forschern (die nicht wussten, dass die Räume während der Untersuchung akustisch verändert wurden) zu ihren Erfahrungen im Unterricht befragt.

– Eine Reihe von Hörtests in Bezug auf das Verstehen von Sprache wurde mit normalhörenden und hörgeschädigten Schülern durchgeführt, die ähnliche akademische Leistungsfähigkeiten aufwiesen.

– Sprach- und Hörtest wurden entsprechend des „Paediatric Audiovisual Speech in Noise Test“ (PAVT) durchgeführt.

Ergebnisse

Neben den reinen akustischen Messdaten zeigten sich vor allem in den Schallpegelanalysen die größten Effekte aufgrund der verschiedenen Raumausstattungen. Hierbei wird deutlich, dass die unterschiedlichen Effekte (z. B. geringere oder höhere Schallpegel) in den Klassenräumen mit den jeweiligen akustischen Maßnahmen korrelierten (**Bild 2**). Unverkennbar ist dies bei der Betrachtung der Schallpegelanalysen. Hierbei vor allem bei der Gegenüberstellung von LA90 – der Geräuschpegel der in 90 % der Zeit überschritten wird (in der Studie wird dieser Pegel mit dem Verhalten der Schüler gleichgesetzt, da sie diesen „Grundgeräuschpegel“ im Unterricht hauptsächlich beeinflussen) – und LAeq – der gemittelte Geräuschpegel über die einzelnen Schulstunden.

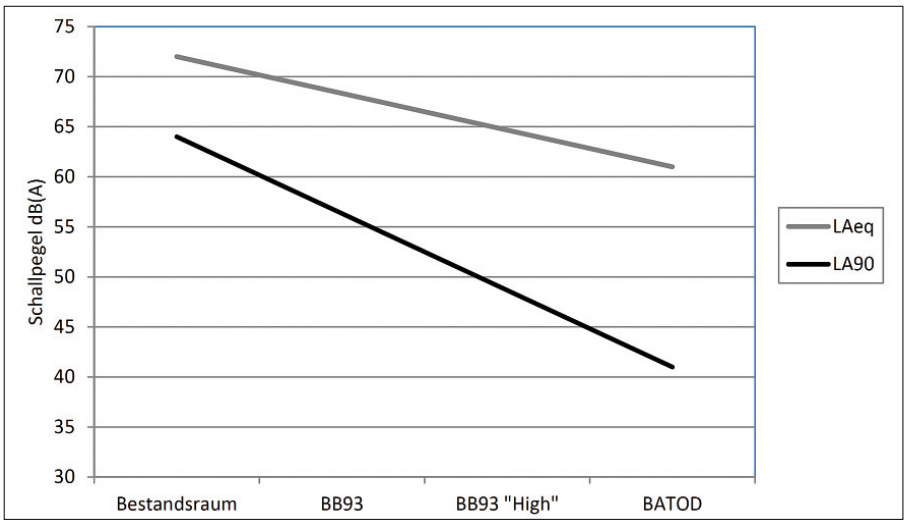

Bild 2 *Schallpegelanalysen der ausgewerteten Schulstunden in Bezug auf die verschiedenen akustischen Maßnahmen in den untersuchten Klassenräumen.*

Überraschend hohe Korrelationen wurden zwischen dem LA90 bei denselben Schülern in ihren Klassenräumen mit jeweilig veränderten akustischen Eigenschaften in den Versuchsphasen festgestellt. Es gab in der Studie keine „lauten oder leisen Schüler“, sondern „laute und leise Klassenräume“ – je nachdem, welche akustischen Materialien gerade im Einsatz waren.

Der Vergleich der Messwerte zeigte eine Reduktion des LA90 um 9 dB(A) von den akustischen schlechten Bestandsräumen zu den Räumen, die den Minimalanforderungen BB93 entsprachen. Die gleiche Reduktion um nochmals 9 dB(A) wurde von den „Minimalräumen“ (BB93) zu den akustisch besten Räumen (BATOD) im Mittel gemessen. Dies entspricht einer äußerst signifikanten Schallpegelreduktion um 18 dB(A). Grundsätzlich spricht man bei einer Halbierung der Nachhallzeit von einer „physikalischen“ Reduktion von 3 dB(A). Die zusätzlichen 6 dB(A) werden dem Ausbleiben des sog. „Lombard-Effekts“ (das Aufschaukeln des Schallpegels durch Nutzer durch unzureichende Sprachverständlichkeit und erhöhter Sprechlautstärke) zugeschrieben. Festzuhalten ist daher ein verändertes (leiseres) Verhalten der Schüler als Reaktion auf die akustische Umgebung.

Dieser Effekt wurde in vorangegangenen Untersuchungen im Bereich Schulakustik ebenfalls beschrieben [10; 11]. Gerade die hohe Reduktion des Grundgeräuschpegels führt zu einer Verbesserung in Bezug auf den Signal-Rauschabstand, von dem besonders hörgeschädigte Schüler profitieren.

Betrachtet man die Ergebnisse zum LAeq, so fällt auf: Je besser die akustische Ausstattung der Räume, desto geringer ist der Schallpegel. In der Studie wurde dies – neben der erhöhten Absorption in den leiseren Räumen – darauf zurückgeführt, dass die Lehrer hauptsächlich den LAeq bei vortragendem Frontalunterricht beeinflussten. Durch geringere Hintergrundgeräusche wurde die Sprechlautstärke von den Lehrern entsprechend reduziert bzw. angepasst. Dies wurde in den Befragungen der Lehrkräfte ebenfalls mit einer geringeren Sprechanstrengung beschrieben.

Bei den Befragungen der Lehrer und hörgeschädigten Pädagogen wurden folgende zusammenfassende Ergebnisse beschrieben:

– Alle Lehrer sagten, dass die Verbesserung der akustischen Umgebung mit einem besseren Verhalten der Schüler einhergeht.

– Gerade hörgeschädigte Schüler haben bei akustisch optimierten Räumlichkeiten eine größere Möglichkeit der Partizipation am Klassengeschehen.

– Einvernehmliche Empfindung, dass eine gute akustische Umgebung eine mehr als deutliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen für Lehrer und Schüler darstellt.

– Die akustisch beste Umgebung wurde mit „leiser“ und „beruhigender“ genannt.

– Es gab keine Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Lehrern im positiven Empfinden der akustisch optimierten Umgebung.

– Besonders jüngere Lehrer äußersten wesentlich geringere Stresslevel.

– Ein verbessertes ruhiges Verhalten wurde bei gut hörenden und hörgeschädigten Schülern festgestellt.
– Ein erfahrener Lehrer stellte heraus, dass differenzierte Arbeitsformen (z. B. Gruppenunterricht) nur bei einer akustisch optimierten Umgebung möglich ist.
– Ein Hörgeschädigtenpädagoge, der für einen Schüler mit Cochleaimplantat im Unterricht als zusätzlich Unterstützung arbeitet, äußerte, dass der Schüler entscheidend von der akustisch besseren Umgebung profitiert – vor allem durch die reduzierten Hintergrundgeräuschpegel (durch das Verhalten der Schüler) und die verbesserte Sprachverständlichkeit. Die verwendeten stenographischen Hilfsmittel arbeiteten wesentlich effektiver.

Die Ergebnisse der semantischen Tests, die mit verschiedenen Personen (Lehrern, Akustikern, Hörgeschädigtenpädagogen und Personal des zuständigen Bauamts) in den Räumen durchgeführt wurden, zeigten ebenfalls ein deutliches Ergebnis, obwohl die Befragten nicht wussten, welche akustischen Eigenschaften die Räume hatten, in denen mit ihnen die Tests durchgeführt wurden: Der am schlechtesten bewertete Raum in Bezug auf Hören und Sprechen war der Raum ohne jegliche akustische Maßnahmen. Die negativen Bewertungen in dem akustisch besten Raum (BATOD) waren am geringsten. Bei der Beschreibung von positiven Eigenschaften (z. B. hoher Sprach- und Hörkomfort) wurden die Räume entsprechend besser bewertet, je höher die akustische Ausstattung war.

Verwunderlich hierbei ist, dass es keine „Ausreißer“ innerhalb der Daten gab – alle Ergebnisse korrelierten mit den akustischen Eigenschaften der Räume. Bei der Vorstellung der Ergebnisse in London im Rahmen der Veranstaltung „Sound Education“ in London 2012 sagte *Adrian James*, dass die Auswertungen mehrmals kontrolliert wurden, da eine solche Eindeutigkeit bei Befragungen zur subjektiven Einschätzung von Hör- und Sprachkomfort nicht zu erwarten war.

Fazit

Aus Sicht der Forschung und besonders aufgrund der gesetzlichen Vorgaben für gleiche Bildungschancen kann das Ergebnis nur sein, auf der Einhaltung von erhöhten akustischen Anforderungen zu bestehen. Häufig angeführte Argumente in Bezug auf optische Gestaltung und Kosten erscheinen fast schon lapidar, wenn betrachtet wird, welchen immensen Einfluss die akustische Umgebung auf Inklusion, Schülerverhalten, die Durchführbarkeit von differenziertem Unterricht und die Lehrergesundheit hat.

Die inklusive Schule von heute braucht die Rahmenbedingungen, die sie benötigt – man muss aus der Lärmumgebung eine Lernumgebung machen!

Dipl.-Päd.
Holger Brokmann,
Konzeptentwicklung Raumakustik in Bildungseinrichtungen, Ecophon Deutschland, Lübeck.

Literatur

[1] Inklusion – Leitlinien für die Bildungspolitik. Hrsg.: Deutsche UNESCO-Kommission e. V. Bonn 2009. www.unesco.de/fileadmin/medien/Dokumente/Bibliothek/inklusion_leitlinien.pdf
[2] Wegweiser für Eltern zum Gemeinsamen Unterricht. Hrsg.: Der Beauftragte der Bundesregierung für die Belange behinderter Menschen. Berlin 2011. www.behindertenbeauftragter.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Elternratgeber_gemeinesame_Bildung. pdf?__blob=publicationFile
[3] *Klemm, K.*: Inklusion in Deutschland – eine bildungsstatistische Analyse. Hrsg.: Bertelsmann Stiftung. Gütersloh 2013. www.bertelsmann-stiftung.de/cps/rde/xbcr/SID-5853A160–772F0374/bst/xcms_bst_dms_37485_37486_2.pdf
[4] Liste der Technischen Baubestimmungen 2011. http://nullbarriere.de/technische-baubestimmungen-liste.htm
[5] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen. Berlin: Beuth 2004.
[6] Schulen auf einen Blick. Hrsg.: Statistisches Bundesamt. Wiesbaden 2012. www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/BroschuereSchulenBlick0110018129004.pdf?__blob=publicationFile
[7] *Sohn, W.*: Schwerhörigkeit in Deutschland. DSB-Report 3/2000.
[8] *Canning, D.; James, A.*: The Essex Study – Optimized classroom acoustics for all. 2012
[9] Building Bulletin 93: Acoustic Design of Schools – a design guide. 2003.
[10] *Oberdörster, M.; Tiesler, G.*: Akustische Ergonomie der Schule. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) FB 1071. Bremerhaven: NW-Verlag 2006.
[11] *MacKenzie, D. J.; Airey, S.*: Classroom acoustics – A reasearch project. Edinburgh 1999.