

Lärm im Klassenzimmer

Es ist zu laut. Dass dies nicht nur für Baustellen, Flughäfen und die sonstigen allgemein bekannten Lärm-brennpunkte, sondern auch für Schulen zutrifft, belegt eine Reihe aktueller Untersuchungen. Gelingende Kommunikation und Konzentration ist die Basis für Lernen und Lehren in der Schule. Da ist es nicht verwunderlich, dass die Lernerfolge von Schülern bei erhöhtem Lärmpegel und schlechter Sprachverständlichkeit beeinträchtigt sind. Doch die Wirkungen des Lärms im Unterricht gehen noch weiter. Lärm macht aggressiv, Lärm macht Stress, Lärm macht krank. Nahezu jeder Lehrer weiß aus persönlicher Erfahrung zu berichten, wie Lärm das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und die Stimme strapaziert. Nicht nur Lehrkräfte, auch viele Schüler leiden unter dem hohen Geräuschpegel. Doch so viel Lärm muss nicht sein. Die Unfallkasse Hessen ist Partner bei einem Modellvorhaben, das Abhilfe schaffen will.

Lärm und Gesundheit

In den letzten Jahren ist eine Reihe von Untersuchungen zu Belastungen und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren am Arbeitsplatz Schule veröffentlicht worden. Dies geschah nicht zuletzt vor dem Hintergrund einer auffällig hohen

Zahl von krankheitsbedingten Frühpen-sionierungen bei Lehrern. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass Lehrkräfte in besonderen Maße psychischen Belastungen ausgesetzt sind, als deren Folgen gesundheitliche Beeinträchtigungen wie psychische und psychoso-matische Erkrankungen auftreten können.

Eine Befragung durch die Universität Bremen ergab, dass sich 80% der Lehrkräfte durch Lärm am Arbeitsplatz belastet fühlen. Über 70% der Befragten gaben an, dass ihnen das Ertragen von Lärm in der Schule nach einigen Berufsjahren schwerer fällt als zu Beginn ihrer beruflichen Tätigkeit (Schönwälder 2003). →



Ein Arbeitskreis am Staatlichen Schulamt in Darmstadt befasst sich seit 2001 mit dem Thema „Schule und Gesundheit“. Durch diesen Arbeitskreis wurde ebenfalls eine Befragung initiiert. Die im Juni 2002 durchgeführte Befragung hatte zum Ziel, Argumente und Ansätze für konkrete Präventionsmaßnahmen zu erhalten. Von den insgesamt 204 Lehrkräften, die befragt wurden, sollte vor allem die Stärke der Belastungen am Arbeitsplatz Schule eingeschätzt werden. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Belastung durch Lärm auf einer vierstufigen Skala von 0 (gar keine Belastung) bis 3 (sehr große Belastung) den höchsten Durchschnittswert erreichte, gefolgt von der Belastung durch „schwierige“ Schüler (Abb. 1).

Vielfach durchgeführte Messungen weisen darauf hin, dass der Beurteilungspegel in Schulen im Allgemeinen unterhalb des Grenzwertes von 85 dB(A) zur Vermeidung von Lärmschwerhörigkeit liegt. Eher die Regel als die Ausnahme sind jedoch Durchschnittspegel von 65 bis 75 dB(A), die nach arbeitsmedizinischen Erkenntnissen, insbesondere bei mental anspruchsvollen Tätigkeiten, als Stressfaktoren wirken und beim Menschen physische und psychische Reaktionen hervorrufen.

Physische Reaktionen unterliegen dabei keiner willentlichen Steuerung. Bei Schallpegelwerten ab 65 dB(A) reagiert der Körper mit einer Erhöhung der Stresshormonwerte, einer Steigerung der Muskelspannung, einer Veränderung von Atem- und Herzrhythmus und einer Erhöhung des Blutdrucks. In der Folge werden Stressreaktionen ausgelöst, die langfristig das Risiko für Krankheiten erhöhen.

Psychische Reaktionen sind nicht nur von der Schallpegelhöhe abhängig, sondern auch von individuellen Faktoren wie der Einstellung zu der Schalldarbietung und von der Situation, in der sie auftritt. Der Lästigkeit von Schallereignissen kann eine größere Bedeutung zukommen als der objektiven Pegelhöhe. Als Beispiel sei der tropfende Wasserhahn oder das Radio aus dem Nachbarhaus erwähnt. Konzentration und Aufmerksamkeit, die Voraussetzung für Leistungsfähigkeit sind, können bereits unter geringem Lärmeinfluss beeinträchtigt werden. Ermüdung, Nervosität, Angst, Reizbarkeit und Schlafstörungen sind häufig die Folge.

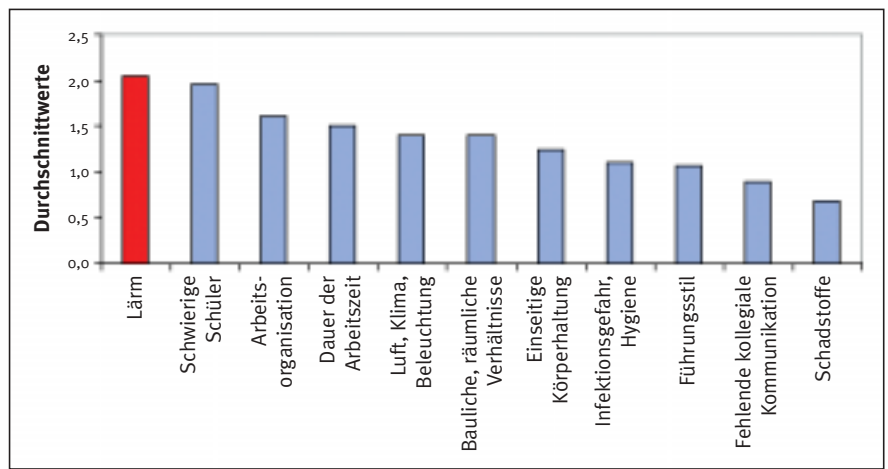


Abb. 1 Beurteilung der persönlichen Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz Schule

Lärm und Lernen

Lärm behindert das Lernen und wirkt sich negativ auf die schulischen Leistungen der Schüler aus. Dies belegen Untersuchungen des Instituts zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen an der Universität Oldenburg (Klatte 2003). Durch ungünstige Hörbedingungen und Lärm werden sowohl die Informationsaufnahme (Wörter werden gar nicht oder falsch verstanden) als auch die anschließende Verarbeitung der gehörten Informationen gestört. Das Zuhören wird anstrengender und kostet mehr geistige Energie. Dies führt zur schnelleren Ermüdung und zu einer Reduzierung der Kapazitäten, die zur mentalen Verarbeitung des Gehörten zur Verfügung stehen. Diese Probleme betreffen verstärkt Grundschulkinder. Bei diesen ist der Spracherwerb noch nicht abgeschlossen. Ähnliches gilt für Kinder mit nicht-deutscher Muttersprache oder solchen mit Aufmerksamkeitsdefiziten.

Der Einfluss verbesserter Sprachverständlichkeit auf die Leistungen von Grundschulkindern wurde von der Forschungsgruppe genauer untersucht. Bei einem einfachen Sprachverständlichkeitstest machten die Kinder sowohl unter den schlechten wie den guten Hörbedingungen kaum Fehler.

Große Unterschiede zeigten sich dagegen bei komplexeren Testaufgaben, die nicht nur das Erkennen der Wörter, sondern auch das kurzzeitige Speichern und Verarbeiten der Informationen erforderten (im Schulunterricht die normale Anforderungssituation). Zur Beurteilung der akustischen Güte eines Unterrichtsraums reicht es offensichtlich nicht aus, die hinten sitzenden Personen zu fragen, wie gut sie die Sprache verstehen.

Bei Aufgaben, die das sprachliche Kurzzeitgedächtnis erheblich beanspruchen, sollte daher besonders auf eine ruhige Lernumgebung geachtet werden (dies gilt natürlich auch für die Hausaufgaben). Hierzu gehören Lese- und Rechtschreibübungen im Anfangsunterricht, aber auch das verstehende Lesen schwieriger Texte durch geübte Leser, das Auswendiglernen, das Kopfrechnen und das Lernen von Vokabeln.

Vielfältige Ursachen von Schullärm

Reden, auch mal mit erhobener Stimme, singen, aber auch toben und schreien in der Pause oder beim Sport gehören (in gewissen Grenzen) zum Schulalltag. Zudem sind viele Klassenzimmer schlecht gedämmt, so dass zusätzlicher Lärm aus Nachbarräumen oder Fluren zu hören ist. Die üblichen Klassenstärken machen regelmäßige Lüftung erforderlich. Durch geöffnete oder schlecht isolierte Fenster dringt Straßelärm oder Fluglärm in den Raum. Teppichböden wurden zwischenzeitlich fast überall durch andere Beläge ersetzt. Die nicht ausgetauschten Tische und Stühle, insbesondere solche mit Rohrgestellen, erweisen sich plötzlich als unerträgliche Lärmquellen. Schon in Grundschulklassen finden sich inzwischen Bildschirmarbeitsplätze, deren Lüfter stundenlang rauschen. Zudem sorgt eine schlechte Raumakustik, zum Beispiel durch irrtümlich gestrichene Akustikdecken oder vollkommen fehlende akustische Maßnahmen, in vielen Klassenräumen für eine unnötige Vergrößerung des Lärms.

Wirksame Maßnahmen

Die folgende Aufzählung listet – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – eine Reihe von Maßnahmen zur Lärmreduzierung auf, die sich in der Praxis bewährt haben. Sie beinhaltet sowohl bauliche, als auch organisatorische und pädagogische Empfehlungen:

- ▶ Schallabsorbierende Gestaltung von Decken und ggf. Wänden
- ▶ Einbringen von schallabsorbierenden Einrichtungsgegenständen
- ▶ Filzgleiter an Stühlen und Tischen
- ▶ Stoßlüftung statt Dauerlüftung zur Verringerung des Lärmeintrags von Außen
- ▶ Langsames Sprechen zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit
- ▶ Auf Sichtkontakt zwischen Sprecher und Zuhörer achten
- ▶ Aufstellen von Regeln zum Hören und Zuhören
- ▶ Training zur Verbesserung des Sozialverhaltens
- ▶ Einsatz visueller Hilfsmittel zur Lärmreduzierung, z. B. „Soundear“ oder „Lärmampel“
- ▶ Thematisierung von „Lärm und Lärmwirkungen“ im Unterricht (Materialien hierzu sind bei der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, BZgA, kostenlos erhältlich)
- ▶ Bei nachlassender Konzentration Bewegungsübungen anbieten
- ▶ Unterbrechen von Doppelstunden durch Kurzpausen
- ▶ Sprechtraining zur Stimmbandschonung für Lehrkräfte
- ▶ Stressbewältigungsprogramme für Lehrkräfte
- ▶ Reduzierung der Gruppengröße

Lärm und Raumakustik

Da sich Mängel in der Raumakustik besonders gravierend auswirken und Maßnahmen zu ihrer Beseitigung hinreichend bekannt sind, soll dieses Thema im Folgenden näher betrachtet werden.

Die Physik lehrt uns die Zusammenhänge zwischen Schallpegelhöhe, Sprachverständlichkeit und den akustischen Eigenschaften eines Raums. Die wichtigste Größe zur Beschreibung der akustischen Eigenschaften eines Raums ist die Nachhallzeit (T). Dies ist die Zeit in Sekunden, in der nach Abschalten einer Schallquelle der Schallpegel um 60 dB absinkt.

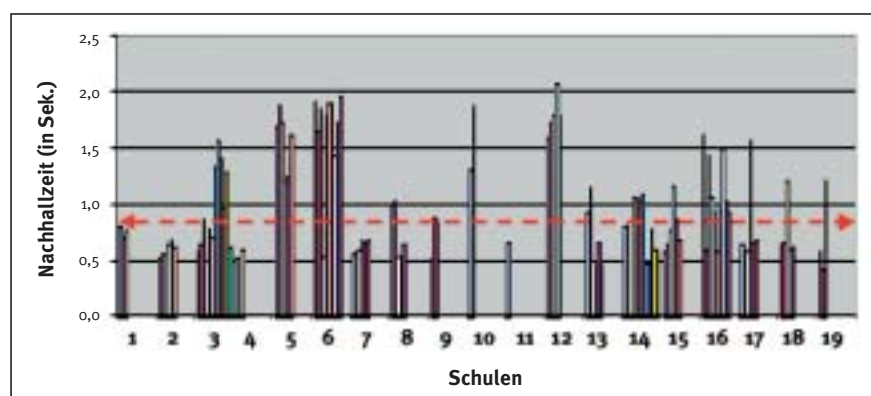


Abb. 2 Mittelwerte der Nachhallzeiten von 110 Klassenzimmern in 19 Schulen, gemessen im unbesetzten Zustand

Die Nachhallzeit hängt vom Raumvolumen und dem frequenzabhängigen Schallabsorptionsvermögen der Raumbegrenzungsflächen und der Einrichtungsgegenstände sowie der anwesenden Personen ab. Sie kann nach international genormten Verfahren messtechnisch ermittelt werden. Sind die Flächengrößen und die frequenzabhängigen Absorptionskoeffizienten der den Raum begrenzenden bzw. in ihm vorhandenen Materialien bekannt, kann die Nachhallzeit auch berechnet werden.

Durch die Reduzierung der Nachhallzeit sinkt der Lärmpegel, da sich der durch Reflexionen im Raum verursachte Schallanteil verringert. Schallpegelmessungen in Klassenräumen vor und nach einer Vergrößerung der Schallabsorption haben interessanterweise noch deutlich höhere Pegelminderungen – bis zu 8 dB(A) – ergeben, als allein aus dem genannten physikalischen Zusammenhang erklärbar sind. Dieser Effekt beruht auf einer Verhaltensänderung. Der geringere Störgeräuschpegel ermöglicht eine Verständigung mit leiserer Stimme und begünstigt ein insgesamt ruhigeres Verhalten. Niedrige Nachhallzeiten erhöhen die Sprachverständlichkeit, zum einen wegen des

gesunkenen Störgeräuschpegels, zum anderen deshalb, weil Laute und Silben nicht mehr ineinander fließen, sondern klarer und deutlicher wahrzunehmen sind.

Bereits 1968 trat die Deutsche Norm DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ in Kraft. Diese sollte die praktische Umsetzung der theoretischen Zusammenhänge erleichtern und Qualitätsstandards der Hörsamkeit, d. h. der Eignung eines Raums für bestimmte Schalldarbietungen, festlegen. Da mag es befremden, dass diese Erkenntnisse in einem so wichtigen Bereich wie den Bildungseinrichtungen noch immer nicht konsequent berücksichtigt werden.

Nicht wenige moderne Schulgebäude und Kindergärten erwecken den Eindruck, als werde die akustische Qualität und somit die Funktionserfüllung der Gebäude ästhetischen Ansprüchen untergeordnet. In Anlehnung an skandinavische Standards trat im Mai 2004 die überarbeitete DIN 18041 mit erhöhten Anforderungen in Kraft.

Sollwerte der Nachhallzeit nach DIN 18041

In der Norm werden in Abhängigkeit verschiedener Nutzungsarten und des Raumvolumens Sollwerte der Nachhallzeit angegeben. Die unterschiedenen Nutzungsarten sind Unterricht, sonstige Sprachdarbietungen, Musik und Sport. Für ein Standardklassenzimmer mit einem Raumvolumen von 180 m³ ergibt sich eine Sollnachhallzeit von 0,55 Sekunden.

Die Sollwerte gelten für Räume in besetztem Zustand, d. h. in Anwesenheit der Schüler. Im leeren Raum soll die Nachhallzeit im allgemeinen nicht mehr als 0,2 Sekunden über dem Sollwert im besetzten Zustand liegen.

Die DIN 18041 sieht einen frequenzabhängigen Toleranzbereich der Nachhallzeit vor. Dieser beträgt bei mittleren Frequenzen (250 Hz bis 2.000 Hz) +/- 20 Prozent.

Die Norm empfiehlt in folgenden Fällen die Nachhallzeit nochmals um 20 Prozent zu reduzieren:

- ▶ Wenn Personen (Schüler, Kindergartenkinder) mit eingeschränktem Hörvermögen die Räume benutzen
- ▶ Wenn Kommunikation in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde, stattfindet (Fremdsprachenunterricht)
- ▶ Bei der Kommunikation mit Personen (Schüler, Kindergartenkinder), die Deutsch als Fremdsprache sprechen
- ▶ Bei der Kommunikation mit Personen (Schüler, Kindergartenkinder), die auf andere Weise ein Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben, z. B. auf Grund von Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen oder Leistungsschwäche

In vielen Schulen wird es kaum eine Klasse geben, in der nicht mindestens einer dieser Punkte zutrifft.

Ist die DIN 18041 rechtlich verbindlich?

Die DIN 18041 ist als allgemein anerkannte Regel der Technik bei allen Neubauten, Umbauten und Sanierungen zu beachten. Für Gebäude, die vor Mai 2004 errichtet, umgebaut oder saniert wurden, war die Vorgängernorm DIN 18041 vom Oktober 1968, die etwas höhere Werte zuließ, anzuwenden. Die rechtliche Verpflichtung zur Anwendung dieser Norm lässt sich aus dem Arbeitsschutzgesetz, der Arbeitsstättenverordnung, dem Sozialgesetzbuch VII sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (GUV-V A1) ableiten. Die DIN 18041 ist baurechtlich leider nicht eingeführt. Dies kann vielleicht die Nachlässigkeit von Planern und Architekten in ihrer Berücksichtigung erklären.

Das Darmstädter Projekt

Im Arbeitsschutzausschuss beim staatlichen Schulamt in Darmstadt wurde das Thema „Lärmbelastung in Schulen“ wiederholt diskutiert. Es bestand Einvernehmen darüber, dass Maßnahmen, die, soweit schulbedingt möglich, unabhängig vom Verhalten der Betroffenen wirksam sind, Vorrang haben vor organisatorischen

Abb. 3 Klassenraum (223 m²) ohne schallabsorbierende Maßnahmen



und verhaltensabhängigen Maßnahmen. Das Grundprinzip des Vorranges technischer Maßnahmen ist im Arbeitsschutz allgemein anerkannt.

Im Mai 2004 wurde schließlich die Durchführung eines Projektes „Belastungsreduzierung durch Verbesserung der Raumakustik an Schulen“ beschlossen. Beteiligt sind das Staatliche Schulamt für die Stadt Darmstadt und den Landkreis Darmstadt-Dieburg, der Magistrat der Stadt Darmstadt, der Kreisverband Darmstadt der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft und die Unfallkasse Hessen als zuständiger Unfallversicherungsträger mit gesetzlichem Präventionsauftrag. Als beratender Akustiker wurde Prof. Dr. Alfred Schmitz vom Akustikbüro TAC in Korschenbroich hinzugezogen.

Die Projektpartner gehen von der Annahme aus, dass ein erheblicher Teil der gesundheitsgefährdenden Lärmbelastung auf ungünstige raumakustische Verhältnisse zurückzuführen ist. Eine gute Raumakustik gilt als Voraussetzung dafür, dass organisatorische und pädagogische Maßnahmen für mehr Ruhe nachhaltig wirken können. Zeitgemäße Unterrichtsmethoden

wie Gruppenarbeit oder differenzierter Unterricht sollten nicht an unzulänglichen akustischen Bedingungen scheitern.

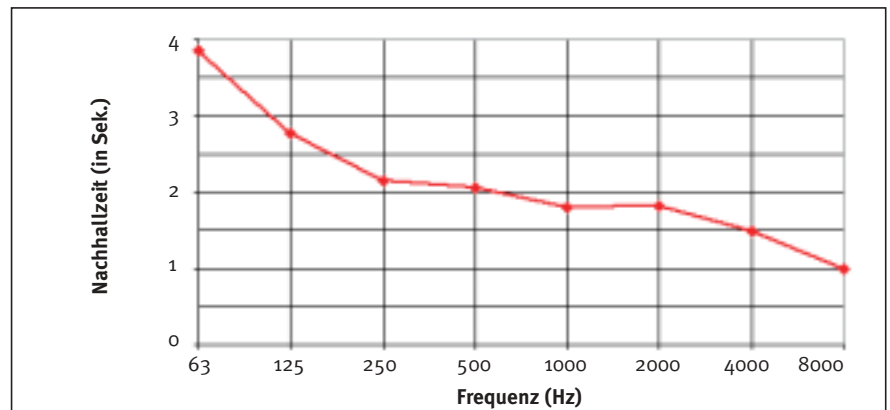
Vor diesem Hintergrund will das Darmstädter Projekt folgende Ziele erreichen:

- ▶ Steigerung von Gesundheit, Schulklima und Wohlbefinden sowie der Lernleistungen am Lehr- und Lernort Schule
- ▶ Erhöhung der Arbeitsplatzzufriedenheit und der Unterrichtsqualität
- ▶ Reduzierung der hohen Schülerunfallzahlen durch Stressreduktion und verbessertes Sozialklima
- ▶ Entwicklung von praxisgerechten Lösungen zur Reduzierung der lärmbedingten Belastungen und Beanspruchungen für Lehrer und Schüler

Begleitende Maßnahmen

Zur nachhaltigen Zielerreichung ist es besonders wichtig, alle Beteiligten (zuständige Behörden, Planer und Architekten, Lehrer, Schüler, Eltern) zu informieren und für das Anliegen zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche

Abb. 4 Nachhallzeitverlauf eines leeren Klassenraums



Gespräche, z.B. mit der Schuldezernentin und allen für die Schulen zuständigen Ämtern, geführt. Im Januar 2005 fand eine Informationsveranstaltung für alle derzeit im Darmstädter Schulbau tätigen Architekten statt. Es nahmen mehr als 50 Personen teil. Die Resonanz, die auch durch die örtliche Presse bis in die Öffentlichkeit drang, war sehr ermutigend.

Messungen

Von Juli 2004 bis März 2005 wurden an 19 Schulen in 135 Räumen Nachhallzeitmessungen durchgeführt. Es wurde schwerpunktmäßig in Klassenzimmern, Fluren und Foyers, aber auch in einigen Lehrerzimmern und Sporthallen gemessen. Eine Bestandaufnahme weiterer städtischer Schulen ist bis Ende 2005 geplant. Da mit den Messungen in Schulen mit bekannt schlechter Raumakustik begonnen wurde, ist zu erwarten, dass nach Abschluss aller Messungen der Anteil von Räumen mit zu hohen Nachhallzeiten (zur Zeit ca. ein Drittel) niedriger ausfallen wird. In Abbildung 2 sind die Messergebnisse aus 110 Klassenzimmern dargestellt. Der dargestellte Wert berechnet sich durch Mittelung der Nachhallzeitwerte in den 500-Hz- und 1.000-Hz-Bändern. Jeder Balken steht für ein Klassenzimmer (die Zahl der erfassten Räume war in den Schulen unterschiedlich). Die gestrichelte rote Linie zeigt den Toleranzwert der Nachhallzeit in unbesetztem Zustand von näherungsweise 0,8 Sekunden an.

Wie die Untersuchungen ergaben, findet man in standardmäßig ausgestatteten Klassenräumen ohne weitere Schallabsorptionsmaßnahmen frequenzabhängige Nachhallzeiten von 1,4 bis 2 Sekunden. Diese Werte sind repräsentativ für alle Klassenräume, die in Aufbau und Einrichtung dem Raum gemäß Abbildung 3 entsprechen.

Die Nachhallzeit ist im gesamten Frequenzbereich von 100 Hz bis 4.000 Hz deutlich zu hoch (Abb. 4) und muss in erheblichem Maße abgesenkt werden.

Raumakustische Maßnahmen

In drei Schulen sollen in jeweils zwei Klassenzimmern Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik umgesetzt werden. Da der Schulträger bauliche raumakustische Sanierungen kurzfristig nur in begrenztem Umfang durchführen kann, soll erprobt werden, welche temporären Ersatzmaßnahmen in Selbsthilfe von Eltern, Lehrkräften, Hausmeistern und Schülern ausreichenden Erfolg versprechen. Für solche Vorhaben werden zu

meist Vorschläge wie das Einbringen von Vorhängen, Teppichen oder Pinwänden gemacht. Die Wirksamkeit solcher Ideen ist jedoch begrenzt. Die für eine ausreichende Absorption erforderliche Fläche (in der Größenordnung der Grundfläche des Raumes) ist kaum zu erreichen. Da zudem die eingebrachten Absorbiermaterialien zu dünn sind bzw. direkt auf die Wand- und Deckenflächen aufgebracht werden, wirken die Maßnahmen nur im oberen Frequenzbereich. Dadurch klingen die Räume „brummig“.

Bei der Auswahl der zu verwendenen Materialien und der Art ihrer Montage besteht im Rahmen des Projekts das Ziel, die Vorgaben der Norm möglichst in vollem Umfang zu erfüllen. Die Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen soll sicherstellen, dass auch alle sonstigen Anforderungen, zum Beispiel hinsichtlich Brandschutz und gesundheitlicher Unbedenklichkeit, ausreichend berücksichtigt werden.

Bei einem Besuch des Sicherheitstechnischen Dienstes der Stadt Fulda konnte sich der Arbeitskreis wertvolle Anregungen holen. Hier wurden unter Anleitung der



Abb. 5 Sporthalle in Fulda mit Schallabsorptionselementen

Die Wirksamkeit der Selbsthilfemaßnahmen soll durch Vergleichsmessungen der Nachhallzeiten überprüft werden. Darüber hinaus sollen die Schallpegel in den betreffenden Klassenräumen bei laufendem Unterrichtsbetrieb vorher und nachher aufgezeichnet werden. Nur so wird sich feststellen lassen, ob tatsächlich eine Lärmreduzierung eingetreten ist. Die subjektive Bewertung der betroffenen

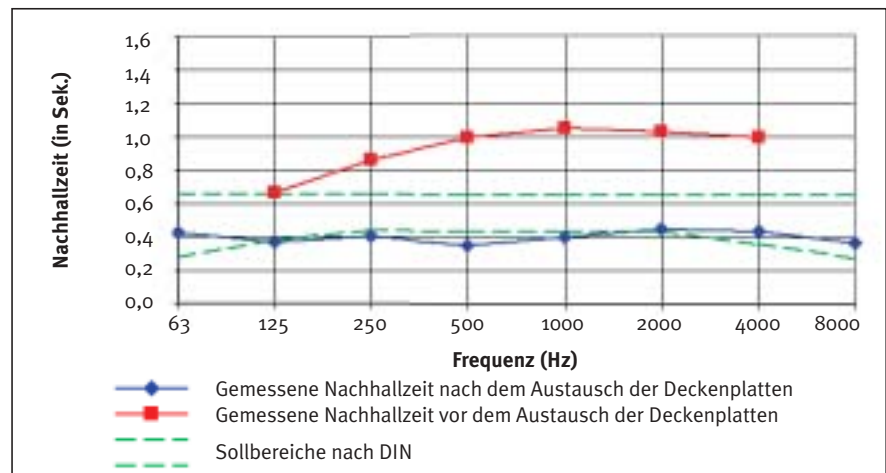


Abb. 6 Verbesserung der Nachhallzeit durch Austausch der Deckenplatten

Sicherheitsingenieurin Dr. Hella Gläser bereits zahlreiche Räume erfolgreich akustisch verbessert, z. B. auch eine Sporthalle, in der Absorber abgehängt wurden (Abb. 5).

In Einzelfällen wurden zwischenzeitlich durch die Stadt Darmstadt Maßnahmen eingeleitet. In einem Klassenraum einer Grundschule gab es seit der Sanierung nach einem Brandschaden vor einigen Jahren Klagen der Lehrkräfte über die akustischen Verhältnisse. Bei den Messungen stellte sich heraus, dass die vorhandenen Akustikplatten fälschlicherweise überstrichen worden waren. In Abbildung 6 ist die Verbesserung der Nachhallzeit dargestellt, nachdem die Deckenplatten nun erneuert wurden.

Lehrkräfte und Schüler soll durch einen Fragebogen erfasst werden. Die Projektgruppe hofft, dass die regional gewonnenen Erfahrungen einen Beitrag leisten können, akustisch gute Lern- und Arbeitsbedingungen hessenweit zu fördern.

Ortrun Rickes 069 - 2 99 72-2 54
(o.rickes@ukh.de)

Das Literaturverzeichnis kann bei der Autorin angefordert werden.