

**Dämpfer in den Kanten.** Die relativ einfache schlanke GK-Verkofferung unter dem Deckengewölbe umschließt einen Absorber, der den Schall breitbandig dämpft, aber besonders bei tiefen Frequenzen wirksam wird, die den Raum sonst unangenehm dröhnen lassen.

Foto: SOS Kinderdorf Berlin



## Harte Kante gegen Lärm

**Kanten-Absorber** | Zur Lärminderung im Bildungsbereich wurde in den letzten Jahren schon viel unternommen. Allerdings zeigt die neue Initiative eines erfahrenen Lärmforschers, dass konventionelle Baumaßnahmen oft ins Leere gehen, weil dabei tiefe Frequenzen zu wenig Beachtung finden. Mit preisgünstigen robusten Kanten-Absorbern in GK-Koffern lassen sich dagegen erstaunliche Ergebnisse erzielen, wie die hier beschriebene Sanierung eines Hortes demonstriert. Prof. Dr. Helmut Fuchs berichtet über ein Musterbeispiel für sein alternatives raumakustisches Konzept.

Hohe Lärmpegel von über 80 dB (A) in Schulungs- und Betreuungsräumen sind keine Seltenheit. Seit langem beklagt man diese Belastungen und dadurch bedingte Krankmeldungen von Lehrern und Erziehern. Man weiß auch längst, dass das Lernen von Schülern und Kindern durch die von ihnen selbst erzeugten Schallpegel in allen Unterrichts- und Betreuungsbereichen behindert wird. Genauso klar ist es, dass Schall absorbierende bauliche Maßnahmen unabdingbar sind, um die

Lärm- und Lernsituation in den Räumen nachhaltig zu verbessern [1]. Die DIN 18041 setzt der Nachhall-Charakteristik in Räumen für Unterricht und ähnliche Nutzungen deshalb ganz enge Grenzen. Umso unverständlicher ist es, dass es geradezu flächendeckend an einer strikten Umsetzung dieser vernünftigen Vorgaben hapert. Eine Untersuchung von 200 Klassenzimmern in 52 Berliner Schulen, auch solchen mit Akustikdecken, stellt z. B. fest, dass nur 33 % davon die Norm bei 250 Hz, 17 % bei

125 Hz und natürlich noch viel weniger bei 63 Hz erfüllen [2].

Installationen, die vereinzelt über die konventionellen Belegungen von Decken und Wänden aus relativ dünnem faserigen oder porösen Dämpfungsmaterial hinausgehen und den Anforderungen breitbandig zu entsprechen versuchen [3–5], sind so aufwendig und teuer, dass sie sich kaum im Not leidenden Schulbau durchsetzen können. Als praktikable und preiswerte Alternative mit einem maximal möglichen



Beide Fotos: bauphysik-ritter.de

**Akustischer Sanierungsfall.** Der Raum im Hort der Sonnenuhr-Grundschule in Berlin-Lichtenberg vor der akustischen Sanierung. Schallharte Flächen und ein massiver Unterzug prägen die Raumstruktur.

Absorptionsgrad  $\alpha \geq 1$  bis zu den tiefen Frequenzen wurde bereits in den letzten beiden Jahren ein innovatives raumakustisches Konzept auf der Basis von Kanten-Absorbern (KA) beschrieben [6-8]. Um seine Tauglichkeit für den harten Schulalltag und für die anstehenden umfangreichen Sanierungsaufgaben zu demonstrieren, wurde unter der kritischen Anteilnahme der Berliner Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft ein als Ganztages-Hort benutzter 256 m<sup>3</sup> großer Raum ausschließlich mit passiv wirksamen Kanten-Absorber (KA) ausgestattet.



Dabei flossen Erfahrungen aus mehr als 20 vorausgegangenen Sanierungen in Hörsälen, Mensen, Konferenzräumen, Unterrichts-, Musik-, Büro- und Mehrzweckräumen, ja sogar in vier Waschräumen ein. Der 9.8 × 8.8 × 3.0 m große Hort ist durch Decke und Wände schallhart umschlossen. An zwei gegenüberliegenden Wänden sorgen insgesamt vier große Fenster für einen lichtdurchfluteten Raum, der vor- und nachmittags mit maximal 30 Kindern belegt ist. Ein recht gewaltiger, ca. 800 mm breiter und 550 mm tiefer Betonsturz unter der De-

cke wirkt visuell und akustisch fast wie ein Raumteiler für zwei unterschiedlich große Nutzergruppen. Tatsächlich gehen in diesem Raum aber regelmäßig bis zu vier Gruppen gleichzeitig unterschiedlichen Beschäftigungen nach. Entsprechend hohe Schallpegel über 80 dB(A) wurden hier gemessen und vehement beklagt.

### Einfache GK-Absorber in den Raumecken bringen die Lösung

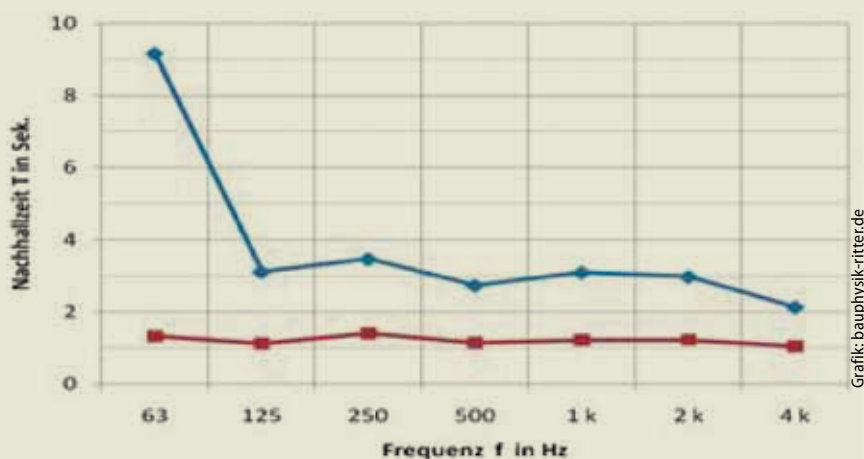


Der Grund für unvermeidlich hohe Nutzergeräusche ist die vorgefundene Nachhallcharakteristik des Raumes (siehe Grafik 1): Von 3 s bei mittleren Frequenzen steigt diese ab 125 Hz kontinuierlich an, bis auf unerträgliche 9 s bei 63 Hz – mit starken örtlichen Schwankungen. Offensichtlich dominieren hier unter 125 Hz die z. B. in [9, Kap. 2] ausführlich beschriebenen „Raum-Moden“ alle akustischen Ereignisse. Eine entspannte Kommunikation unter mehreren Teilnehmern ist unter diesen Bedingungen, selbst über kurze Entfernungen, praktisch unmöglich. Stattdessen wird bei jeder Nutzung unweigerlich die in [9, Abschn. 11.5] geschilderte Lautheits-Spirale in Gang gesetzt - der für Sprachverständlichkeit unentbehrliche „Cocktail-Party-Effekt“ wird **zunchte** gemacht!



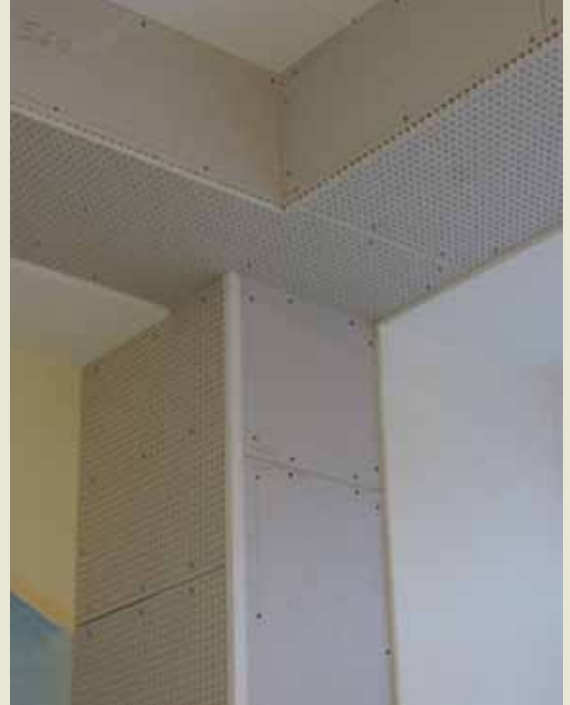
Nach reiflicher Diskussion wurden die notwendigen Verbesserungen mit insgesamt acht waagrecht bzw. senkrecht angeordneten Kanten-Absorber aus GK-Platten (einseitig mit ca. 20% Perforation) mit Mineralwolle-Füllung mit einer Länge von

GRAFIK 1



Grafik: bauphysik-ritter.de

**Drastisch.** Die Senkung der Nachhallzeit von unerhörten 9 Sekunden im tieffrequenten Bereich (blaue Linie leerer Raum im Ausgangszustand) auf ausgeglichene Werte durch alle Frequenzbereiche nach der Installation der Kanten-Absorber (rote Linie) ist bemerkenswert.



**Montage.** Bei den Kantenabsorbern handelt es sich um vergleichsweise kostengünstige GK-Verkofferungen, die mit Mineralwolle gefüllt in den Raumecken – insbesondere an der Decke – angebracht wurden.

**Ab in die Ecke.** Die Kantenabsorber, die auch in einigen senkrechten Raumecken angebracht wurden, sind einseitig mit GK-Lochplatten beplankt (hier vor der Oberflächenbehandlung).

ca. 51 m geplant. Details der Ausführung finden sich in [10]. Die sehr stabile Unterkonstruktion aus Blech- bzw. Stahlprofilen ist dem konventionellen Trockenbau von Trennwänden entlehnt (siehe Bild oben). Die Anschlüsse an oftmals unebene Oberflächen von Wänden und Decken erfordern einige Sorgfalt und Aufwand beim Zugschnitt der Beplankung vor Ort. Sie müssen, ebenso wie alle Stöße und Schraubköpfe, vor den Malerarbeiten verspachtelt, geschliffen und dauerelastisch verfugt werden – ein interessantes neues Arbeitsfeld für den Trockenbau. Der finale Anstrich der KA erfolgt einfach mit Rolle und handelsüblicher Dispersionsfarbe, vorteilhafterweise zusammen mit einer Renovierung der übrigen

Raumflächen. Das an den Lochplatten rückseitig bereits aufkaschierte Faservlies bleibt auch bei jeder nachfolgenden Renovierung völlig unberührt. Kantenprofile z.B. aus Kunststoff sorgen, insbesondere an den senkrecht installierten KA, für Schutz auch gegen unsanfte Berührungen durch tobende Nutzer – eine robuste nachhaltige Maßnahme, die sich auch unter strengen Denkmalaufgaben in das architektonische Konzept einfügen lässt.

Mit den hier installierten Absorbern wird dem Schallfeld im Raum eine perforierte Oberfläche von insgesamt ca. 25 m<sup>2</sup> zur Absorption geboten. Das entspricht etwa 29 % der Grundfläche des Raumes – etwas mehr als den kaum mehr als 20 %

in vorausgegangenen Sanierungsprojekten. Es sei aber betont, dass diese Nachrüstung möglich wurde ohne irgendeine Veränderung an den bereits vorhandenen Installationen. Lediglich das Wandbild büßte auf einer Seite wenige Zentimeter ein, und eine Projektionsleinwand musste etwas versetzt werden. Man muss also nicht mehr die ganze Decke und Teile der Wände dämpfend belegen [3–5].

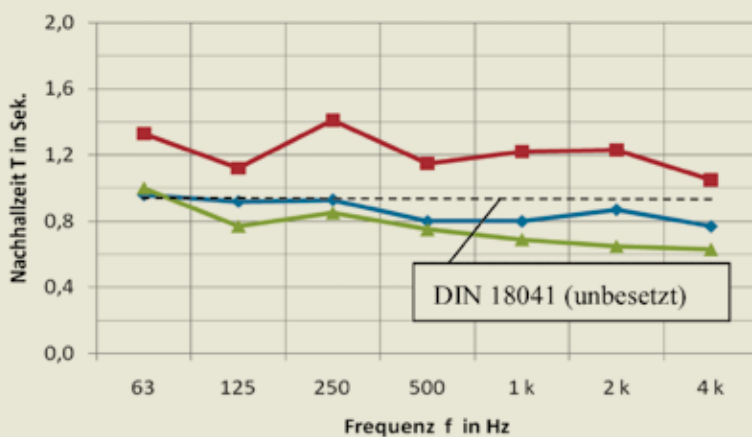
### Kanten-Absorber wirken breitbandig, besonders bei tiefen Frequenzen

Bereits im leeren Raum wurde die Nachhallzeit von maximal 9 s bei den Tiefen auf nun fast konstant nur noch 1.2 s abgesenkt, siehe Grafik. Einige fachkundige Initiatoren und Beobachter dieser Demonstration eines für sie durchaus ungewohnten raumakustischen Konzepts kommentierten das Ergebnis spontan mit Äußerungen wie: „Das Ergebnis ist wirklich phänomenal!“.

Entscheidend war aber auch hier die subjektive Wahrnehmung der Nutzer, dass jetzt in diesem Raum wirklich die Voraussetzungen geschaffen wurden, damit mehrere Gruppen gleichzeitig ohne Anhebung ihrer Stimmen kommunizieren können – endlich herrscht jetzt Ruhe im Hort!

Möbel können bis etwa 100 mm an die glatten wie an die perforierten Flächen der KA herangestellt werden, ohne dass dadurch ihre schalltechnische Wirksamkeit bei tiefen Frequenzen geschmälert würde, siehe auch [8, Bilder 11–16]. So nehmen weder die waagrecht noch die senkrecht

GRAFIK 2



Grafik: bauphysik-ritter.de

**Nach der Sanierung.** Die Nachhallzeit konnte in einem breiten Spektrum deutlich gesenkt werden und erfüllt im besetzten Zustand die normativen Vorgaben von 63 bis 4.000 Hz (oben: mit Kantenabsorbern; Mitte: mit karger Möblierung; unten: mit zusätzlich einigen Kindern).

angeordneten KA den Nutzern wertvollen Raum für ihre verschiedenen Aktivitäten weg. Im Gegenteil: Diese können diverse andere Installationen integrieren oder verdecken, siehe [7, Bild 5]. Ambitionierte Architekten können sie z. B. zur Realisierung des Beleuchtungssystems in ihr Designkonzept aufnehmen. Wie die Grafik 2 zeigt, senkt selbst eine sehr karge Möblierung mit nur einigen kleinen Holztischen und -stühlen, auch subjektiv gut spürbar, die Nachhallzeit breitbandig um ca. 0.2 s, was auch auf eine erhöhte Diffusität im Raum hinweist.

Wenn noch ein paar Kinder hinzukommen, erhöht sich die Absorption weiter, allerdings nur bei den mittleren Frequenzen. Je mehr insbesondere gepolsterte Möbel im Raum aufgestellt werden und je mehr Menschen den Raum füllen, umso weiter sinkt die Nachhallzeit. Nachdem aber die Tiefen schon hinreichend durch die KA „geschluckt“ wurden, steigt der von den Nutzern selbst erzeugte Schallpegel nicht mehr unbedingt mit der Zahl der Kommunizierenden an, wenn der Erzieher es versteht, seinen Zöglingen klarzumachen, wie man sich in diesem besonders konditionierten Raum zu aller Nutzen und Wohlbefinden verhält. Im voll besetzten Raum werden auf jeden Fall die Anforderungen der DIN 18041 erfüllt:  $T_{\text{soil}} < 0.8 \text{ s}$ ,  $T(f)/T_{\text{soil}} < 1.2$ , auch bei tiefen Frequenzen! In diesem Hort ist damit alles getan, was baulich nötig und möglich ist, um eine funktionelle Raum-Akustik [6] zu gewährleisten, die Erziehung und Unterricht entscheidend erleichtert.



**Die Tiefen sind fort.** Bei der Abnahmemessung konnte der Raum bei 63 Hz kaum mehr angeregt werden, um die Nachhallzeit zuverlässig zu bestimmen.

Bei der Präsentation dieser Muster-Installation wurde die folgende Probe auf Exempel gemacht: Vier Gruppen Erwachsener konnten sich, im ganzen Raum verteilt, lebhaft miteinander unterhalten. Der sanierte Raum provozierte keine Anhebung der Stimmen mehr, sondern er vermittelte allen Beteiligten den Eindruck, dass sie sich viel besser verständigen konnten, wenn sie ihre Stimme sogar etwas senkten. Allen wurde so klar, dass diese Art der Raumakustik beste Voraussetzungen schafft, um Kindern einen behutsamen sprachlichen Umgang miteinander beizubringen. Das sollte – natürlich je früher umso besser – bereits im Kindergar-

ten, oder eben in der Schule und im Hort, beginnen. Dies ist weder die erste noch die einzige Initiative zur Lärmbekämpfung in Bildungsstätten. Sie kann aber mit einem neuartigen raumakustischen Konzept aufwarten, das für verantwortungsvolle Verwalter, vorausschauende Investoren und leidgeprüfte Nutzer gleichermaßen handfeste Vorteile verspricht. Die offenkundige Wirksamkeit der Kantenabsorber steht nicht im Widerspruch zu konventionellen großflächigen Maßnahmen. Die kompakteren Koffer haben aber den Vorteil, dass sie mit ihrer Breitbandigkeit das Problem gleich an seiner Wurzel, nämlich im tiefrequenten Schall, anpacken. □

## LITERATUR

- [1] Fuchs, H.V.: Weniger Lärm in Kommunikations- und Schulungsräumen. Lärmbekämpfung 1 (2006), H. 2, S. 47–56
- [2] Kirchner, T.: Raumakustik in Berliner Klassenräumen im Vergleich mit internationalen Normen. In: 36. Jahrestagung DAGA 2010, Berlin, S. 937–938
- [3] Niermann, A.; Sprenger-Pieper, A.: Akustik an der richtigen Stelle. Trockenbau Akustik 26 (2009), H. 10, S. 22–26
- [4] Becker, B.: An den Rändern die Tiefe geschluckt. Trockenbau Akustik 26 (2009), H. 11, S. 42–44
- [5] Tiesler, G.: Lärmbekämpfung in Bildungsstätten. Lärmbekämpfung 7 (2012), H. 4, S. 201–202
- [6] Fuchs, H.V.: Funktionelle Akustik – Die Nachhall-Charakteristik des Raumes als Basis für seine Nutzbarkeit, Teil 5: Bauliche Maßnahmen in Räumen für sprachliche und kommunikative Nutzungen. Bauphysik 33 (2011), H. 5, S. 261–273
- [7] Fuchs, H.V.; Lamprecht, J.; Zha, X.: Lärmbekämpfung in Bildungsstätten: Kanten-Absorber für besseres Verstehen und Lernen. Lärmbekämpfung 7 (2012), H. 4, S. 190–200
- [8] Fuchs, H.V.; Lamprecht, J.; Zha, X.: Zur Steigerung der Wirkung passiver Absorber: Schall in Raumkanten schlucken! Gesundheits-Ingenieur 132 (2011), H. 5, S. 240–250
- [9] Fuchs, H.V.: Schallabsorber und Schalldämpfer. Berlin: Springer 2010
- [10] Fuchs, H.V.: Endlich Ruhe im Hort! Eine akustische Muster-Installation nur in den Raumkanten. Bauphysik 35 (2013), H. 2, S. 126–132

## Autor

**Prof. Dr.-Ing. H. V. Fuchs** war bis 2005 stellvertretender Leiter des Fraunhofer-IBP in Stuttgart und dort Abteilungsleiter Akustik. Er lebt und arbeitet heute in Berlin, wo er sich nach wie vor für eine bessere Akustik besonders in Schulen und Bildungseinrichtungen engagiert.

## Online

Abonnenten können diesen Beitrag auch online recherchieren.

[www.trockenbau-akustik.de](http://www.trockenbau-akustik.de)

- › Archiv
- Raumakustik
- Schallabsorption