

Lernförderliche Räume

Angenehme Raumluftqualität und gute Akustik für eine perfekte Lernatmosphäre

DR.-ING. CLAUDIA KANDZIA*

Pädagogen, Wissenschaftler und Ingenieure machen seit vielen Jahren auf Baumängel in Schulen aufmerksam und auf negative Folgen für den Unterrichtserfolg und die Gesundheit der am Schulleben Beteiligten. In einem Online-Workshop, zu dem der Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) eingeladen hatte, wurden die Aspekte Raumluftqualität und Akustik betrachtet.

Gute Luft ist für Menschen unerlässlich. Bei der Atmung wird Sauerstoff ein- und Kohlendioxid (CO₂) ausgeatmet. In vollbesetzten Klassenräumen kommt es dadurch schnell zu schlechter, stickiger Luft mit hohem CO₂-Gehalt. Schüler können sich schlechter konzentrieren, sind weniger leistungsfähig, werden schneller müde und bekommen Kopfschmerzen. Eine ständige Frischluftzufuhr fördert die Konzentrationsfähigkeit der Kinder, Jugendlichen und Lehrkräfte. Das bewirkt eine angenehmere Lernatmosphäre und bessere Leistungen. Abbildung 1 zeigt einen lernförderlichen Klassenraum mit Zuluftdurchlass und Akustikdecke.

In den vergangenen Jahren wurden europaweit im Rahmen von Studien verschiedene Messungen der Raumluftqualität in Bildungseinrichtungen durchgeführt. Ungeachtet aller Richtlinien und Vorschriften für ein gesundes und lernförderliches Lernumfeld wurden so die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort ungeschönt erfasst. Die Ergebnisse



*Dr.-Ing. Claudia Kandzia ist technische Referentin, Fachverband Gebäude-Klima e. V.

der Analysen haben eines gemeinsam: Nahezu überall werden die geforderten Werte für Raumluftqualität, Raumakustik sowie Lichtverhältnisse nicht eingehalten bzw. oft verfehlt [1]. Seit vielen Jahren mahnt das Referat Arbeits- und Gesundheitsschutz des Berufsschullehrerverbandes Baden-Württemberg (BLV) diese Mängel an, die sich negativ auf die Lernleistung sowie das Lernverhalten der Kinder und Jugendlichen auswirken und die Gesundheit aller am Schulleben Beteiligten erheblich belasten.

Grundlagen zur Innenraumluft

Die Luftqualität in Schulen wird anhand der Kohlendioxidkonzentration bewertet. Der Mensch selbst stellt mit seinen Exhalationsprodukten und Ausdünstungen eine maßgebliche Quelle verschiedener Luftverunreinigungen im Innenraum dar. Dr. Max von Pettenkofer, ein bayerischer Arzt und Chemiker des 19. Jahrhunderts, definierte 1857 einen Grenzwert für den hygienisch unbedenklichen CO₂-Gehalt der Raumluft in Schulen: 1.000 ppm. Dieser Grenzwert wird als „Pettenkofer-Wert“ bezeichnet und ist heute wie damals Maßstab für eine gute Luftqualität. Unbelastete Außenluft weist eine

Bild 1 • In diesem Klassenraum sorgen eine Lüftungsanlage und die Akustikdecke für lernförderliche Bedingungen. Bild: Foto für Ecophon: HG Esch Photography



CO₂-Konzentration von rund 400 ppm auf. Die Luft, die Menschen ausatmen, hat rund 4.000 ppm und lässt den CO₂-Gehalt in der Raumluft schnell ansteigen: Rund 15 Liter CO₂ werden pro Person und Stunde ausgeatmet. In einem Klassenraum mit einer Grundfläche von 8 x 8 m und einer Raumhöhe von 3 m, in dem sich 30 Schülerinnen und Schüler aufhalten, steigt bei geschlossenem Fenster die CO₂-Konzentration nach 25 Minuten auf 1.500 ppm. Eine dauerhafte Fensterlüftung während des Unterrichts ist aufgrund von Lärm-, Schmutz- und Pollenbelastungen problematisch und wegen des Wärmeverlusts im Winter nicht sinnvoll. Fensterlüftung in den Pausen verbessert die Raumluftqualität nur kurzfristig. Die manuelle Fensterlüftung in den Pausen ist somit nicht ausreichend. Thomas Waldhecker, der sich im BLV für bessere Unterrichtsbedingungen einsetzt, weist auf Messungen hin, die zeigen, dass die Fensterlüftung wegen der hohen Personendichte und den relativ geringen Raumgrößen in Bildungseinrichtungen allein keinesfalls ausreicht, um eine gute Luftqualität sowie ein lernförderliches und behagliches Innenraumklima zu gewährleisten.

Ventilatorgestützte Lüftung

Für Unterrichtsräume ist deshalb generell eine ventilatorgestützte Lüftung zu empfehlen. Hierbei ist zwischen der zentralen und der dezentralen Lösung zu unterscheiden. Zentrale Raumlufttechnische Anlagen mit einer Luftverteilung durch Deckenkanäle werden vor allem in Neubauten und bei Umbauarbeiten installiert. Sie ermöglichen es, alle Betriebsarten und Klimafaktoren zu berücksichtigen. Die Anlagen arbeiten witterungsunabhängig und können dauerhaft einen Grenzwert von 1.000 ppm einhalten. Dadurch können die Fenster geschlossen bleiben, sodass weder Straßenlärm noch Verschmutzungen in den Raum gelangen. Mit einer Wärmerückgewinnung wird zudem Wärme aus der Abluft auf die Zuluft übertragen und dadurch Heizenergie eingespart.

Dezentrale Lüftungsanlagen werden raumweise integriert und die Leitungen für Zu- und Abluft wer-

den durch die Fassade geführt. Diese Lösung eignet sich besonders für die Nachrüstung von Bestandsgebäuden. Da nicht alle Räume gleichzeitig nachgerüstet werden müssen, lassen sich individuelle Randbedingungen leicht berücksichtigen.

„Die Frage, ob RLT-Anlagen das Raumklima in Schulen verbessern können, muss also mit einem eindeutigen Ja beantwortet werden. Aber nur eine ausreichend dimensionierte und gut geplante Anlage kann den erforderlichen ständigen Austausch bzw. die konsequente Reinigung der gesamten Raumluft gewährleisten. Moderne RLT-Anlagen sind bei hoher Luftleistung sehr leise, vermeiden den Eindruck von Zugluft und gewährleisten außerdem die Wärmerückgewinnung. Die automatische Steuerung des Luftaustauschs erfolgt über CO₂-Sensoren. Eine Klimatisierung durch Kühlung ist ebenso möglich wie die Erwärmung der angesaugten Außenluft“, erklärt Thomas Waldhecker und verweist auf ein wissenschaftliches Positionspapier der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) [2]: „Die DPG hat im Januar 2021 geraten, bei der Belüftung von Klassenzimmern – und zwar von allen – auf technische Lösungen zu setzen, die einen kon-



Bild 2 • Thomas Waldhecker, Technischer Oberlehrer a. D. und Fachkraft für Arbeitssicherheit (VBG) setzt sich im Referat Arbeits- und Gesundheitsschutz BLV für lernförderliche Unterrichtsräume ein.

Bild: Privat

trolliert-permanenten Luftwechsel gewährleisten“.

Bei der Neuplanung und der umfassenden Sanierung von Unterrichtsräumen oder Hörsälen ist der Einbau eines zentralen Lüftungssystems in Erwägung zu ziehen. Mit einer zentralen RLT-Anlage mit Außenluftaufbereitung und einer Luftverteilung durch Deckenkanäle lassen sich alle Anforderungen an die Lufthygiene erfüllen.

Lärm und Raumakustik

Als weiteres sehr wichtiges Thema im Hinblick auf lernförderliche Unterrichtsräume wurde beim Online-Workshop über die Raumakustik in Klassenzimmern informiert. Wie die Raumluftqualität ist auch sie von

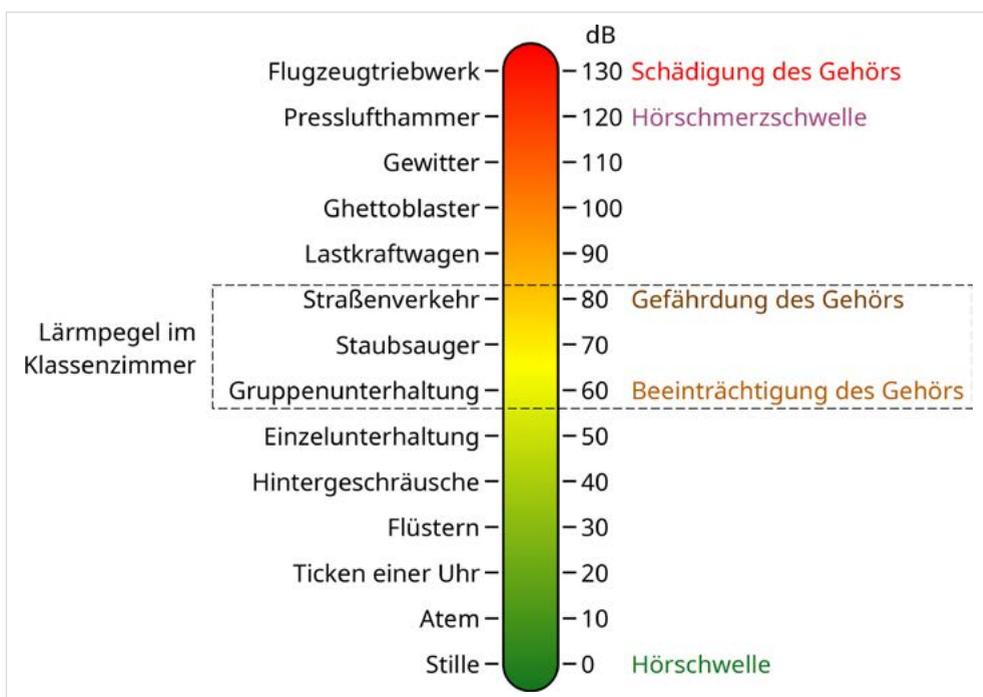


Bild 3 • Lautstärke unterschiedlicher Geräuschquellen. Messungen in Unterrichtsräumen ergeben regelmäßig durchschnittliche Lärmpegel zwischen 60 und 80 dB (A).

Grafik: BLV

großer Bedeutung für das Wohlbefinden der Anwesenden und den Unterrichtserfolg. „Anfang der 2000er-Jahre rückten die Themen Lehrer-gesundheit und Unterrichtsqualität immer mehr in den Fokus der Öffent-lichkeit. Nach Fortbildungen und Veranstaltungen, die für diesen Themenkomplex sensibilisier-ten, entstand an meiner ehemali-gen Schule eine sogenannte Schul-entwicklungsgruppe ‚Lärm‘“, schildert Thomas Waldhecker, wie sich an seiner Schule das Wissen um diesen Themenbereich entwickelte. Vor allem in akustisch ungün-stig gestalteten Räumen, die nicht den Anforderungen der DIN 18041 entsprechen, leidet die Sprachver-

ständigkeit. Das führt zu erheb-lichen Problemen, insbesondere wenn die Lernenden dem Unter-richt in einer Sprache folgen sollen, die sie nicht als Muttersprache ge-lernt haben und wenn gehörbeeinträchtigte Personen am Unterricht teilnehmen. Für eine gute Sprach-verständlichkeit sind vor allem Schallabsorptionsflächen in ausrei-chender Größe erforderlich, durch die sich die Nachhallzeiten erheb-lich verkürzen.

Thomas Waldhecker berichtet vom beeindruckenden Effekt einer Akus-tikdecke: „An einer Schule in Lör-rach wurden zunächst zwei Räume, in denen die Raumakustik beson-ders ungünstig war, mit einer Akus-

tikdecke ausgestattet. Dadurch re-duzierte sich die Nachhallzeit von 1,8 auf 0,65 Sekunden. Die Rück-meldung der Lehrkräfte sowie der Schülerinnen und Schüler zum sa-nierten Klassenzimmer war erstaun-lich: Das eindeutige Fazit lautete: Ein völlig anderer Unterricht! Was hatte sich geändert? Der Lärmpegel im Unterrichtsraum wurde durch den Einbau der Akustikdecke erheb-lich gesenkt, die Kommunikation verbessert und die gesundheitliche Belastung aller Personen im Raum verringert“. Eine wissenschaftli-che Untersuchung bestätigt dies: Die Sprachverständlichkeit verbes-sert sich in Räumen mit moderner akustischer Ausstattung um bis zu 25 %. Dadurch verbessern sich auch die Unterrichtsergebnisse der Schü-lerinnen und Schüler [6].

Guter und qualitativ hochwertiger Unterricht kann also nur stattfin-den, wenn alle Rahmenbedingun-gen stimmen. Neben den Lehrkräf-ten stellen die Unterrichtsräume ei-nen wesentlichen Aspekt für gute Lernbedingungen dar. Wird behaupt-et, eine Lüftungsanlage sei zu laut und störe den Unterricht, lohnt es sich, die Akustik im Raum genauer zu betrachten. Sehr wahrscheinlich sind schallharte Wände und Decken für das unangenehme Empfinden verantwortlich, nicht die RLT-An-lage. Gut aufeinander abgestimmte Komponenten und eine sorgfältige Planung ermöglichen das Einhalten aller raumklimatischen und rauma-kustischen Vorgaben.

Sanierungsprojekt in Leipzig

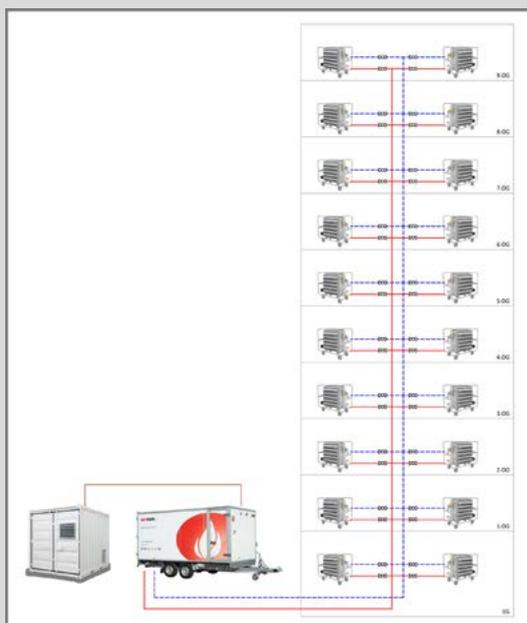
Unterstützung durch mobiles Heizkonzept

Während der Wintermonate kamen beim Sanierungsprojekt der Leipziger Wohnungs- und Baugesellschaft in der Gerberstraße in Leipzig eine mobile Heizzentrale und 20 mobile Heizlüfter zum Einsatz. Dadurch konnten die Arbeiten auch bei niedrigen Außentemperaturen termingerecht umgesetzt werden. Die derzeit größte Sanierungsmaßnahme der Leipziger Wohnungs- und Baugesellschaft mbH (LWB) in der Gerberstraße 14-16 wurde bereits im Frühjahr 2021 begonnen und wird voraussichtlich noch bis Ende 2023 andauern. Das 9-geschossige Wohnhaus, das im Jahr 1970 erbaut wurde, liegt in zentraler Lage am Hauptbahnhof und in der Nachbarschaft des einstigen Hotel Astoria. Als Winterbaubeheizung von Herbst 2021 bis Frühjahr 2022 kamen eine mobile Heizzentrale mit 600 kW sowie 20 mobile Lufterhitzer mit je 20 kW zum Einsatz. Dies war erforderlich, da die Installationsarbeiten für die Heizung erst im Frühjahr 2022 erfolgen konnten. Die Brennstoffversorgung wurde durch einen zusätzlichen Heizöltank mit einem Fassungsvermögen von 6.000 Litern sicher-gestellt. „Wir hatten bereits zuvor bei anderen Projekten mobile Heizzentralen von Hotmo-bil im Einsatz und waren auch dieses Mal wieder sehr zufrieden. Besonders schätzen wir die Unterstützung bei der Planung und die 24-Stunden-Erreichbarkeit.“, kommentiert Heiko

Schröder, Teamleiter Bauprojektsteuerung bei der LWB, den Einsatz. Mit Pioniergeist und Innovationskraft setzt Hotmobil mit der Vermietung mobiler Energiezentralen seit über 28 Jahren Maßstäbe in der Branche. Durch langjährige Erfahrung und einen modernen Mietpark sichert sich das Unternehmen das Vertrauen seiner Kunden und Marktpartner. Eine hohe Zuverlässigkeit und der ausgeprägte Servicegedanke garantieren einen schnellen und kompetenten Einsatz vor Ort.

Die Heizwärme wird über mobile Lüftungsgeräte im Gebäude verteilt.

Bild: Hotmobil Deutschland GmbH



Literatur

- [1] Wolf GmbH, Lüftungstechnik in Bildungseinrichtungen, Art. Nr. 4801787, 2021
- [2] Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Wie lassen sich Infektionen durch Aerosole verhindern? Ein wissenschaftliches Positionspapier, Juli 2021
- [3] OBERDÖRSTER, M. & G. TIESLER (2005): Akustische Maßnahmen in Klassenräumen – Grundlagen für effizienten Unterricht
- [4] www.sichere-schule.de/lernraumunterrichtsraum/lernraum-unterrichtsraum/akustik (DGUV)
- [5] Klatte, M.; Lachmann, T.: [A lot of noise about learning: acoustic conditions in classrooms and what they mean for teaching], Germany 2009