

# Gutes Innenraumklima in Schulbauten

Text **Manuela Moiescu**

**Eine gesunde Umgebung und emotionales Wohlbefinden spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle bei geistiger Arbeit und beim Lernen. Kinder und Jugendliche brauchen ein positives Lernumfeld, um sich auf die zu lernenden Dinge konzentrieren zu können, eine Umgebung, in der sie sich wohlfühlen und keine Störfaktoren sie beeinträchtigen.**

Ihre Vorteile			
			
<b>Raumklima</b> Angenehme Temperatur im Sommer und Winter, optimale Tageslichtverhältnisse, guter Schallschutz.	<b>Bauökologie</b> Umweltschonende, natürliche und wertige Materialien, Bodenschutz und Recyclingbeton.	<b>Gesundheit</b> Schadstoff-, keim- und strahlungsarme Innenräume. Stets frische Raumluft.	<b>Wirtschaftlichkeit</b> Tiefe Unterhaltskosten, lange Nutzungsdauer. Erprobt bei über 200 Minergie-ECO Schulen. 90% der Bauherren würden es wieder tun.

Das Merkblatt «Schulen gesund und ökologisch bauen – mit Minergie Eco» zählt die Vorteile einer durchdachten, umwelt- und menschengerechten Bauweise auf.  
(Grafik: BFE)

Körperliches sowie geistiges Wohlergehen sind entscheidende Voraussetzungen für Leistungsfähigkeit und Motivation. Effizientes Lernen erfordert nicht nur Ruhe und Konzentration, sondern auch ein positives Lernumfeld. Eine angenehme, gesunde Umgebung und emotionales Wohlbefinden spielen dabei eine nicht zu unterschätzende Rolle.

«Minergie Eco» definiert den Gebäudestandard in der Schweiz für gesundes und ökologisches Bauen. Gemäss dem Merkblatt «Schulen gesund und ökologisch bauen – mit Minergie Eco» des Bundesamts für Energie spielen abgesehen von der Wirtschaftlichkeit auch das Raumklima sowie ökologische und gesundheitliche Aspekte eine gros-

se Rolle. Raumklima ist jedoch ein Begriff, der nicht eindeutig definiert ist. Darunter versteht man primär das thermische Klima, die Feuchteverhältnisse im Raum und die Raumluftqualität. Zusätzlich sind auch Lichtverhältnisse, Farbgebung und akustische Aspekte relevante Kriterien und daher in die Planung einzubeziehen<sup>1</sup>.

## Raumtemperatur und Luftqualität

Die Raumtemperatur entspricht der vom Menschen empfundenen Temperatur am betrachteten Ort und ist für die thermische Behaglichkeit der Person entscheidend. Sie setzt sich zusammen aus der Lufttemperatur am betrachteten Ort und der Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen<sup>2</sup>.

Wichtig für eine gute Konzentration und Leistungsfähigkeit ist auch eine adäquate Sauerstoffzufuhr. Eine ausreichende Lüftung muss gegeben sein. Dies ist insbesondere zu Zeiten der Corona-Vorbeugung ein wesentlicher Punkt für ein gesundes Klima in Schulräumen, da hierbei nicht nur frischer Sauerstoff in den Raum gelangt und sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt verringert, sondern auch die Aerosol-Konzentration gesenkt wird.

Für gesunde Raumluft und gute Lernbedingungen sollte der CO<sub>2</sub>-Pegel in Schulräumen unter 1400 ppm liegen<sup>3</sup>. Ein Wert von über 2000 ppm ist zu vermeiden. CO<sub>2</sub>-Messgeräte helfen bei der Überprüfung des Wertes im Zimmer. Weil Lüften jedoch einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Raumtemperatur bezie-

Autorin Manuela Moiescu ist Produktmanagerin Putz- und Fassadensysteme bei der Knauf AG.

<sup>1</sup> Dentel/Dietrich: Thermische Behaglichkeit – Komfort in Gebäuden, HafenCity Universität Hamburg, S.3.

<sup>2</sup> Seco: Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz, August 2020

<sup>3</sup> Faktor Heft 52, S. 13



Für die Planung von Räumen sind neben Feuchtigkeit und Luftqualität auch Licht, Farbe und Akustik wichtig. (Bild: Knauf)

hingungsweise den Energieverbrauch im Winter hat, gilt es, einige Dinge zu beachten. Während bei lediglich gekipptem Fenster 30 bis 60 Minuten für den Luftaustausch nötig sind, benötigen halb geöffnete Fenster 10 bis 15 Minuten, ganz geöffnete Fenster 5 bis 10 Minuten sowie ein ganz geöffnetes Fenster mit gegenüberliegend geöffneter Tür hierfür nur 1 bis 5 Minuten.

**Querlüften ist ideal**

Letzteres nennt man Querlüften. Durch die nur kurze Zeit des Öffnens ist auch die benötigte Zeit zur Wiedererwärmung des Raumes deutlich geringer und die Schüler sind weniger Zugluft ausgesetzt. Zugluft kann das Wohlbefinden insbesondere bei sitzenden Tätigkeiten stark beeinträchtigen. Dies auch, wenn diese nur gering ist, da nicht die Luftbewegung selbst, sondern die Temperaturunterschiede auf der Haut verspürt und als unangenehm wahrgenommen werden.

Da die Schüler fast ausschliesslich an ihrem Platz sitzen und sich wenig bewegen, sind sie besonders empfindlich. Das Vermeiden von Zugluft ist daher wichtig beziehungsweise sollte Zugluft auf einen möglichst kurzen Zeitraum beschränkt sein. Auch aus diesem Grund ist die Querlüftung zu empfehlen.

**Innendämmung hilft**

Wie gesagt, ist eine Querlüftung mit ganz geöffnetem Fenster auch darum besser, weil sie dazu beiträgt, das Abkühlen von Wänden und Böden gering zu halten. So

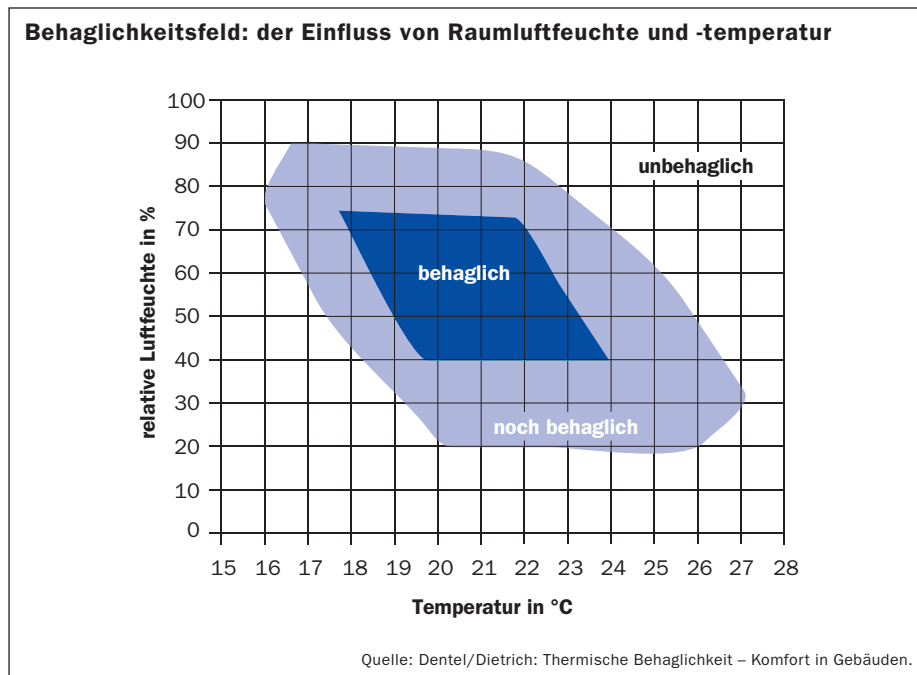
kann sich der Raum schneller wieder erwärmen. Diesen Effekt der schnelleren Wiedererwärmung haben auch Innendämmplatten an den Wänden, zum Beispiel aus dem mineralischen und diffusionsoffenen Werkstoff Perlit oder aus Calcium-Silikat.

Diese Art der Dämmung reduziert zudem Wärmebrücken und dient nicht nur der Wärmedämmung und dem effizienten Heizen des Raumes, sondern verhindert auch eine Kälteabstrahlung der Aussenwand. Die Oberflächentemperatur der Wand ist dadurch höher, was sich positiv auf das Wärmebeziehungsweise Wohlempfinden der Kinder auswirkt, insbesondere wenn diese entlang der Aussenwand ihren Sitzplatz haben. Im Som-

mer dagegen kommt durch eine Dämmung der Aussenwände weniger Hitze ins Rauminnere, sodass auch hier eine angenehmere Raumtemperatur das Lernen erleichtert. Ein weiterer Pluspunkt des natürlichen Werkstoffes Perlit: Zusätzlich zur Erhöhung der Oberflächentemperatur wirkt die hohe Alkalität des Materials der Bildung von Schimmelpilzen an den Wänden entgegen.

**Raumluftfeuchte und Behaglichkeit**

Ist die Innendämmplatte aus einem diffusionsoffenen, kapillaraktiven Material wie Perlit, sorgt sie zudem für einen aktiven Feuchte austausch im Raum. Zu hohe Feuchtigkeit wird von der Platte aufgenommen und bei niedrigerer relati-



Quelle: Knauf



Durch das Ergreifen raumakustischer Massnahmen wie den Einbau spezieller Decken mindert sich die Unruhe im Klassenzimmer. (Bild: Knauf)

ver Luftfeuchte wieder an den Raum abgegeben. Unterstützt wird dies darüber hinaus durch diffusionsoffene, mineralische Innenputze. Je sorptionsfähiger eine Wand ist, desto besser fällt die Glättung der Feuchtespitzen aus. Ein mineralischer Innenputz mit einem mineralischen/silikathaltigen Farbanstrich zeigt hierbei eine ähnliche Wirkung wie eine Holzverkleidung.

Die Luftfeuchtigkeit wiederum ist ein relevanter Aspekt für das subjektive Wohlfühl. Ein Behaglichkeitsgefühl stellt sich nämlich dann ein, wenn einerseits die Raumlufttemperatur sich innerhalb eines bestimmten Bereichs befindet und andererseits auch die relative Feuchte im Raum weder zu hoch noch zu tief liegt.

Zum Wohlfühl in Innenräumen trägt natürlich auch das Verhindern von Geruchsbelastung zum Beispiel durch Baustoffe oder Innenausstattung bei. Auch aus diesem Grund empfiehlt sich das Verwenden natürlicher, gesunder Baustoffe wie mineralischer und diffusions-offener Materialien.

#### **Gesunde Materialien**

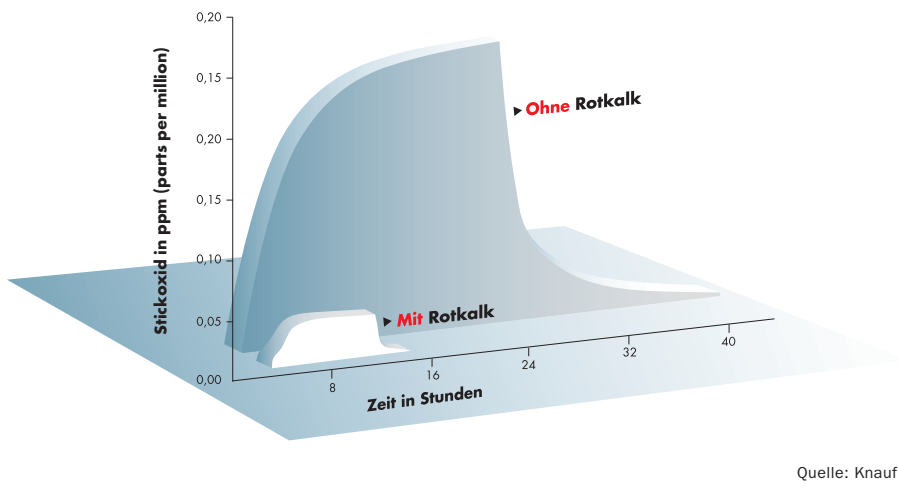
Darüber hinaus gibt es spezielle Putze wie den Knauf Rotkalk. Dieser nimmt nicht nur Geruchspartikel aus der Raumluft auf, sondern sorgt zudem für den Abbau von Stickoxiden, VOC sowie Umwelt- und Schadstoffen aus der Luft und besitzt damit auch eine besonders allergikerfreundliche Wirkung.

Auch Gipsputze, die mit Aktivkohle versetzt sind (wie der Knauf MP75 L Raumklima), verbessern die Raumluftqualität deutlich. Gips ist grundsätzlich ein gesunder, natürlicher Werkstoff, diffusionsoffen und feuchteaufnahmefähig. Die zusätzlich enthaltene Aktivkohle nimmt schädliche flüchtige organische Stoffe und Gerüche auf und baut Formaldehyd ab.

#### **Raumakustik**

Die modernen Lehrformen, die auf gemeinschaftliches Lernen und Gruppenarbeiten setzen, führen dazu, dass oftmals mehrere Personen gleichzeitig sprechen. Auch die Integration betreuungsintensiverer Kinder erhöht den Lärmpegel. Mit dem Lehrplan 21 steigen zudem die Anforderungen an Schülerinnen, Schüler

**Stickoxid-Abbau durch mineralisches und diffusionsoffenes Material**



und Lehrer bezüglich des autonomen Arbeitens und der Individualisierung.

Um gute Grundvoraussetzungen für effizientes Lernen zu schaffen, ist eine optimierte Raumakustik unumgänglich. Sie gewinnt aus den genannten Gründen immer mehr an Bedeutung. Grundsätzlich sind eine sehr gute Sprachverständlichkeit und möglichst wenig Lärm im Schulzimmer gefordert.

Diverse Untersuchungen zeigen, dass eine laute Geräuschkulisse sich negativ auf die mentale Leistung von Schülern und Schülerinnen sowie Lehrkräften auswirkt. Sowohl die Leistungsfähigkeit als auch die Konzentrationsfähigkeit und insbesondere das Kurzzeitgedächtnis seien hiervon betroffen. Unruhe, Aggression oder Kopfschmerzen gehören zu den möglichen Folgen. Durch das Ergreifen raumakustischer Massnahmen können die Lehrpersonen den Stimmaufwand deutlich senken und so lässt sich die Kommunikation mit den Schülern entspannter führen. Die Unruhe im Klassenzimmer mindert sich, Disziplin und Konzentrationsfähigkeit steigen.

Gemäss der Norm DIN 18041 lassen sich daher klare Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen stellen: Die Lautstärke von Fremdgeräuschen muss

begrenzt, Direktschall und starke frühe Schallreflexionen müssen gefördert, spätere Raumreflexionen vermieden und der Nachhall kurzgehalten werden<sup>4</sup>.

**Absorption und Reflexion von Schall**

Die Raumakustik wird von verschiedenen Parametern beeinflusst. Zum einen von der Raumgeometrie, aber auch von der Art und Anordnung schallabsorbierender und schallreflektierender Flächen. Wie in der Abbildung rechts dargestellt, sollte eine reflektierende Zone an der Decke von der Position des Sprechenden bis in das hintere Raumdrittel angeordnet werden.

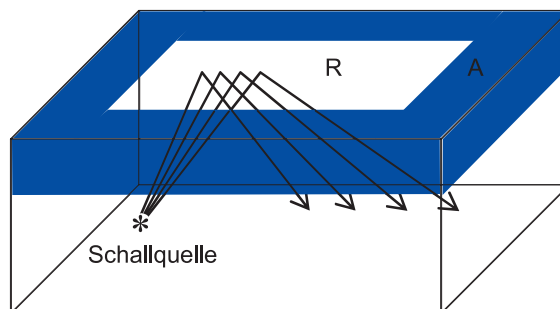
Die Breite beträgt hier einen Drittel der gesamten Raumbreite, womit der Schall gezielt an die gewünschten Raumbereiche reflektiert wird. Gleichzeitig sollten schallabsorbierende Massnahmen an der Decke respektive im

oberen Bereich der Wand zum Einsatz kommen. In kleineren Räumen bis zirka 250m<sup>3</sup> genügt es beispielsweise, zwei Drittel der Deckenfläche mit einem Deckenabsorber zu belegen sowie einen Drittel der Fläche der Rückwand als Wandabsorber auszustatten<sup>5</sup>.

**Der Einfluss der Farbe**

Dass Licht und insbesondere Tageslicht beim Lesen und Lernen wichtig sind, ist hinreichend bekannt. Aber auch lebendige Farben und helle Töne in Unterrichtsräumen können im Zusammenspiel mit viel natürlichem Licht die Konzentration und Aufmerksamkeit der Schüler erhöhen. Eine Studie<sup>6</sup> macht dies deutlich. Dieser zufolge verbesserten Farbe und Licht nicht nur die Lerneffizienz in dementsprechend gestalteten Räumen um 55 bis 78%, sondern auch Stimmung, Wohlbefinden und Verhalten der

**Mögliche Anordnung reflektierender (R) und schallabsorbierender (A) Flächen**



Quelle: Norm SIA 181: 2006

4 Norm SIA 181: 2006 Schallschutz im Hochbau – Raumakustik von Unterrichtsräumen und Sporthallen, Kurt Eggenschwiler, Empa Dübendorf, Abt. Akustik  
 5 Raumakustik mit Knauf – Grundlagen und Konzepte, Techn. Br. Ak01.de



Licht, vor allem Tageslicht, und lebendige Farben sowie helle Töne können im Zusammenspiel die Konzentration und Aufmerksamkeit der Schüler erhöhen.

(Bild: Knauf)

Kinder<sup>7</sup>. Zu empfehlen seien belebende und harmonische Kontraste warmer, ruhiger Farben, da hierdurch Leistungsbereitschaft, Lernerfolg und das Wohlbefinden der Kinder im besonderen Maße gefördert würden.

#### **Kontraste für Lesecken**

Helle Farben wirkten sich positiv auf die Gedächtnisleistung aus. Die Gestaltung abwechslungsreicher, interessanter Räume durch das Setzen von Akzentfarben

habe ebenfalls einen guten Einfluss auf das Lernumfeld aus. Allerdings lenkten zu starke Kontraste die Kinder ab: Stärkere Kontraste wie blau und orange stimulierten Geist und Intelligenz und seien daher zum Beispiel für Lesecken geeignet.

Gelbe und orangefarbene Töne wirkten appetitanregend und eigneten sich somit besonders für Cafeterien, Mensen oder andere Orte, an denen Kinder ihre Mahlzeiten zu sich nehmen, heisst es in der Studie weiter.

#### **Inhaltsstoffe beachten**

Unabhängig von der Farbauswahl ist auch bei der Verwendung von Deckputzen und Farben auf die Wahl natürlicher, emissions- und lösemittelfreier Werkstoffe zu achten. Mineralische, diffusionsoffene und kapillaraktive Innenputzsysteme sind hierbei ideal, da sie gesund und nachhaltig sind und zudem zur Feuchteregulierung im Raum ihren Beitrag leisten. Eine hohe Alkalität dient ohne Giftstoffe der Vorbeugung von Schimmelpilzen.

Dispersionen enthalten nicht selten gewisse Konservierungsmittel, die Allergien auslösen können. Daher sind auch bei Putzen und Farben die Inhaltsstoffe ausschlaggebend und sollten beim Hersteller erfragt werden. ■

6 Farbstudie Bildungswesen: Einfluss von Farbe und Materialien in Lernumgebungen

7 Farbgestaltung in Schulen – Kontraste stimulieren, «Baublatt», Ausgabe vom 13.11.2018