

**8094**

**BG/GUV-SI 8094**



Information

## **Klasse(n) – Räume für Schulen**

Empfehlungen für gesundheits- und  
lernfördernde Klassenzimmer

## **Impressum**

Herausgeber:  
Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)  
Mittelstraße 51  
10117 Berlin

Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Fachgruppe "Bildungswesen" der DGUV

### **Bildquellen:**

Titelbild: © pressmaster/Fotolia  
Dr. Elke Frenzel (KUVB) Abb. 2/5/15/22/23abc  
Dr. Simone Peters (IFA) Abb. 1/7/19  
GUV Hannover Abb. 3/4  
Stephan Floß Abb. 6/9/10/13bc  
Walter Schreiber (KUVB) Abb. 18

Layout & Gestaltung:  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Medienproduktion

Ausgabe Januar 2012

BG/GUV-SI 8094 zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger  
oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

# **Klasse(n) – Räume für Schulen**

Empfehlungen für gesundheits- und lernfördernde Klassenzimmer

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>Raumgröße und flexible Raumnutzung</b> .....	<b>8</b>
<b>Schulmöbel mit dynamisch-aktiven Bewegungselementen</b> .....	<b>13</b>
<b>Licht und Beleuchtung</b> .....	<b>17</b>
<b>Raumakustik</b> .....	<b>21</b>
<b>Raumklima</b> .....	<b>25</b>
<b>Raumgestaltung mit Farben, Pflanzen und Objekten</b> .....	<b>29</b>
<b>Anhang A</b>	
Maße, Größenklassen und Größenkennzeichnungen .....	<b>32</b>
<b>Anhang B</b>	
Anforderungen an die Beleuchtung eines Klassenzimmers .....	<b>33</b>
<b>Anhang C</b>	
Anforderungen an die Raumakustik eines Klassenzimmers .....	<b>34</b>
<b>Anhang D</b>	
Farben und deren Wirkung .....	<b>35</b>

# Vorwort



© Aramanda/Fotolia

Die Frage, wie sich Formen und Farben von Schulgebäuden auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit von Schülern<sup>1)</sup> und Lehrern auswirken, ist erst seit ca. 20 Jahren ein Thema. Eine Ausnahme bildete die technische Sicherheit von Schulgebäuden, die seit der Einführung der Schülerunfallversicherung im Jahr 1971 vor allem beim Neubau und bei der Sanierung von Schulen eine Rolle spielte. Im Großen und Ganzen war man jedoch der Meinung, dass das Schulgebäude keinen wesentlichen Einfluss auf den Schulalltag im Allgemeinen und auf den Unterricht im Besonderen habe, dass also gute Schule in einem schlechten Gebäude und schlechte Schule in einem guten Gebäude möglich sei.

Seit den 1990er Jahren wandelt sich die Schule zunehmend von einer Belehrungsanstalt zu einem Haus des Lernens und Zusammenlebens. Schulen sollen sich zu Lebensräumen entwickeln, in denen nicht *Fächer*, sondern *Schüler* unterrichtet und in ihrer individuellen Entwicklung ganzheitlich gefördert werden. Eine solche Schule benötigt pädagogische Konzepte mit flexiblen Unterrichtsformen und vielfältigen Arbeitsformen. Diese veränderte Sichtweise auf Schule als „Haus des Lernens“ hat auch zu einer Neuorientierung in Sachen Schularchitektur geführt, da der traditionelle Schulbau der neuen Lernkultur und dem veränderten Verständnis von Schule nicht gerecht wird.

Aus der internationalen Schulbauforschung wissen wir, dass der Zustand und die Gestaltung der Lernorte, die Art und Weise, wie diese miteinander in Beziehung stehen, das Ineinanderfließen von Innen und Außen, das richtige Verhältnis zwischen persönlichen Räumen und Gemeinschaftsräumen, die Anordnung der verschiedenen Lernlandschaften, die farbliche Gestaltung und die Sauberkeit der Räumlichkeiten nicht nur die Bildungs- und Erziehungsprozesse beeinflussen. All dies wirkt sich auch auf das Wohlbefinden und die psychische Gesundheit der Schüler und Lehrer, die wiederum Voraussetzungen für gelingende Lernprozesse sind, aus. Den Bauformen und Farben der Schulanlagen, der Ausstattung und der Raumgestaltung muss daher die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden wie der Qualität z. B. der Methoden, des Schulklimas oder des Leitungshandelns. Die Entwicklung der Schulen lässt sich nicht auf die „innere Archi-

tektur“ beschränken. Schulentwicklung und vor allem gesundheitsfördernde Schulentwicklung muss auch die „äußere Architektur“, die baulich-räumliche Gestaltung und Ausstattung der Schule, in den Blick nehmen.

Die Träger der gesetzlichen Schülerunfallversicherung engagieren sich für eine gesundheitsfördernde Schulentwicklung und für die Realisierung guter gesunder Schulen. *Gute gesunde Schulen* sind Schulen, die durch gesundheitsbezogene Interventionen einerseits die Qualitätsdimensionen Unterricht und Erziehen, Lehren und Lernen, Führung und Management sowie Schulkultur und Schulklima, andererseits die Gesundheit der Lehrer und Schüler sowie die systemische Gesundheit verbessern. Da die Schularchitektur – die gut gestaltete und intelligent vorbereitete Umgebung – für ein ausgeprägtes Wohlbefinden und eine hohe Leistungsfähigkeit und damit für die Gestaltung guter gesunder Schulen eine große Bedeutung hat, sind Raumgestaltung und Ausstattung von Schulen zentrale Themen der Arbeit von Unfallkassen und Gemeindeunfallversicherungsverbänden. Besondere Aktualität gewinnen die Themen durch den gravierenden Sanierungstau im Schulbau. Viele Schulen sind in einem schlechten baulichen Zustand. Sie müssen dringend saniert werden, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

In diesem Leitfaden steht der Klassenraum im Mittelpunkt. Eine gesundheits- und leistungsfördernde Gestaltung des Klassenraums ist notwendig, weil für die äußere Schulentwicklung das Gleiche gilt wie für die innere: Gesundheitsbezogene Bemühungen werden letztendlich nur dann einen nachhaltigen Effekt auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Schüler und Lehrkräfte haben, wenn es gelingt, die notwendigen Veränderungen und Entwicklungen der Schule bis in den Kernprozess hinein zu führen, sprich: das Lehren und Lernen gesundheitsförderlich zu gestalten. Und der Ort, wo Lehren und Lernen nach wie vor am häufigsten in der Schule stattfinden, ist der Klassenraum.

In den folgenden Empfehlungen werden die wichtigsten Aspekte einer gesundheits- und leistungsfördernden Klassenraumgestaltung beschrieben. Als praxisnahe Orientierungshilfe für Lehrkräfte, Schulleiter/innen, Bauplaner/innen und Architekten/innen soll er zur gesundheitsfördernden Schulentwicklung beitragen.

1) Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurden bei den Aussagen, die für Lehrerinnen und Lehrer sowie Schülerinnen und Schüler gemeinsam gelten, umgangssprachliche Bezeichnungen gewählt.



# Einleitung

Schulgebäude und Klassenzimmer sind nicht nur Orte des Lernens, sondern auch Lebensräume. Kinder und Jugendliche verbringen hier einen großen Teil ihrer Zeit. Da das Schulgebäude mit seinen Räumlichkeiten und den sich daraus ergebenden Bedingungen das Lernumfeld und damit auch die Lernbedingungen wesentlich bestimmt, wird es häufig (nach den Schülern und Lehrern selbst) als die "dritte Lehrkraft" oder der "dritte Pädagoge" bezeichnet.

Die Raumverhältnisse haben nicht nur Auswirkung auf das Wohlbefinden, sondern auch auf das Verhalten und die Leistungsfähigkeit von Lehrern und Schülern. Räume wirken auf den Menschen, sie bilden und erziehen. Klassenzimmer dürfen daher nicht nur nach rein funktionalen Aspekten geplant werden, sondern sollen eine freundliche und angenehme Atmosphäre erzeugen, in der sich leichter lehren und lernen lässt. Räume können motivieren oder demotivieren, sie können aggressives Verhalten fördern oder mildern. Fühlen sich die Schüler in „ihrer“ Schule wohl, fällt ihnen das Lernen leichter. Sie zeigen bessere schulische Leistungen und sind in der Lage schulische Probleme besser zu lösen.

Zukunftsweisende Konzepte betrachten die ganze Schule als Lernraum und berücksichtigen bei der Gebäudegestaltung insbesondere:

- die Strukturierung von Klassenzimmern und Fluren,
- die Schaffung von zusätzlichen Aufenthaltsmöglichkeiten und dadurch gute Rückzugsmöglichkeiten (z. B. „Räume der Stille“),
- die freundliche Gestaltung der Klassenzimmer mit Hilfe von Farbe, Licht, Mobiliar und Pflanzen,
- die Beteiligung aller Nutzer und der Eltern bei der Gestaltung des Klassenzimmers.

Aber selbst in moderner Schularchitektur sind monotone Gänge, graue Wände, kleine Klassenzimmer ohne Strukturierung oder fehlende Rückzugsmöglichkeiten für Schüler bzw. Lehrkräfte keine Seltenheit (Abb. 1 und 2). Derartige räumliche Bedingungen fördern Stress, aggressives Verhalten und Vandalismus und beeinträchtigen letztendlich auch die Leistungsfähigkeit. Und: In solchen Klassenzimmern lernt und lehrt niemand gern. Insbesondere vor dem Hintergrund der Einführung von Ganztagschulen gilt es, vermehrt auf die Schaffung einer angenehmen Lernatmosphäre in der Lebenswelt Schule zu achten.

Doch wann fühlen wir uns in einem Raum wohl und wie kann Raumgestaltung im Klassenzimmer lernfördernd wirken?

Die Wirkung eines Raumes wird vor allem von sechs Faktoren beeinflusst:



**Raumgröße und Raumnutzung,**



**Mobiliar,**



**Licht und Beleuchtung,**



**Raumakustik,**



**Raumklima,**



**Raumgestaltung durch Pflanzen, Farben, Stoffe und andere Objekte.**

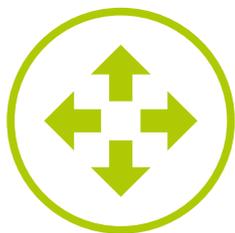
Diese Faktoren werden in den nachfolgenden Kapiteln behandelt.



Abb. 1



Abb. 2



# Raumgröße und flexible Raumnutzung

## Ausgangslage

Schüler und Lehrkräfte verbringen in der Schule etwa 70 bis 80 Prozent ihrer Zeit in den Klassenräumen. Deshalb ist es wichtig, dass hier ausreichend Platz zur Verfügung steht. Verbindliche Kennzahlen zum Platz- und/oder Luftraumbedarf für allgemeine Unterrichtsräume sind allerdings in den landesspezifischen Schulgesetzen, Schulbauverordnungen oder Schulbaurichtlinien nur an sehr wenigen Stellen zu finden. So hat Bayern eine Schulbauverordnung herausgegeben, die mindestens  $2 \text{ m}^2$  Grundfläche und  $6 \text{ m}^3$  Luftraum pro Schüler als Planungsgröße festlegt. Eine weitere Differenzierung z. B. nach Altersstufen, speziellen Fachräumen oder pädagogischen Konzepten findet sich nicht. Die einschlägige Fachliteratur verwendet für den Schulbau seit vielen Jahren ebenfalls einen Planungswert von  $2 \text{ m}^2$  pro Schüler bei einer lichten Raumhöhe von 3 m.

## Mehr Freiraum im Klassenzimmer

Die Orientierung an diesen Werten sagt nicht aus, wie viel Freiraum den Schülern in ihrem Klassenzimmer zur Verfügung steht, denn Grundflächenmaß und Raumvolumen sind inklusive aller Stellflächen für das Einrichtungsmobiliar gerechnet. Erst der darüber hinausgehende freie Raum im Klassenzimmer ist letztlich ein Qualitätsfaktor für die „Gute gesunde Schule“ und entscheidend hinsichtlich konzeptioneller Nutzung und gestalterischer Vielfalt.

Entsprechend sollte der freie Raum auch als grundlegender Qualitätsmaßstab bei der Frage, welches Inventar im Klassenraum tatsächlich benötigt wird, herangezogen werden. Tische, Stühle und Tafelsysteme sind sicher unverzichtbar. Bereits die Ausstattung mit weiterem Mobiliar, wie z. B. Schränken, Regalen oder Garderoben, ist allerdings sorgsam zu überlegen. Vielleicht kann ganz darauf verzichtet oder diese können außerhalb platziert werden. Selbstverständlich müssen dafür an anderer Stelle Kapazitäten bereit stehen, um z. B. Garderoben oder Schülerschränke einrichten zu können. Das wiederum erfordert eine geschickte Nutzung aller möglichen Grundflächenressourcen in Fluren, Nischen und Nebenräumen, natürlich unter Einhaltung der notwendigen Brandschutzanforderungen.

## Platzgewinn durch andere Schultischgeometrie

Auch bei dem üblichen Tisch- und Stuhlmobiliar sind Veränderungen möglich, die mehr freies Platzangebot schaffen und so zu lernförderlichen Raumbedingungen führen. Die heute üblichen Schüler-Doppeltische (Maße  $120 \times 50 \text{ cm}$  bzw.  $120 \times 60 \text{ cm}$ ) nehmen bei einer Klassengröße von 30 Schülern eine Grundfläche von 9 bis  $11 \text{ m}^2$  ein. Sind die Tische in Reihen angeordnet, werden einschließlich der Stühle sogar 25 bis  $27 \text{ m}^2$  benötigt (Abb. 3).

Durch die Verwendung von dreieckigen oder trapezförmigen Tischen können Sitzgruppen für 4 oder 6 Schüler zusammengestellt werden. Dadurch werden etwa 3 bis  $4 \text{ m}^2$  weniger Grundfläche beansprucht und eine deutlich flexiblere Positionierung von Sitzgruppen im Raum ermöglicht (Abb. 4 und 5). Sind die Tische mit Rollen ausgestattet, können schnell und unkompliziert neue Raumkonzeptionen geschaffen werden. Auch fahrbare Regale, Schränke und Medienpulte lassen sich leicht im Klassenraum verschieben, um Platz für andere Lehr- und Lernformen (z. B. Gruppenarbeit) zu erhalten (Abb. 6 und 7).



Abb. 3

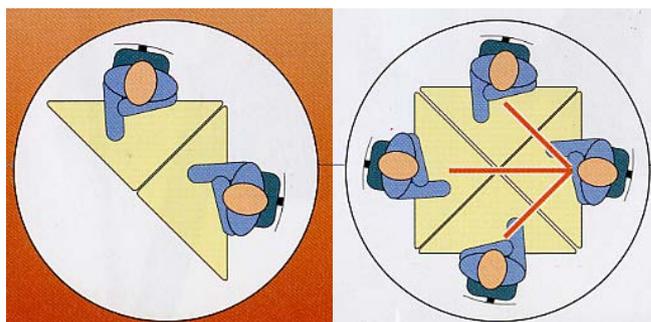


Abb. 4

### Flexibilität der Mediensysteme

In einem solchen Umfeld verändert sich auch die zentrale Position der Schultafel in ihrer traditionellen Funktion für den Frontalunterricht zugunsten anderer Unterrichtselemente. So können z. B. die gesamten Wandflächen eines Klassenraums über schienegeführte Systeme multifunktional eingebunden und genutzt werden (Abb. 5).

Auch der künftige Einsatz multimedialer und interaktiver Systeme (z. B. „Active-boards“) wird den bisherigen Ausstattungsstandard bei Schultafeln maßgeblich verändern. Dadurch erweitern sich die Bewegungsspielräume und ermöglichen aufgrund der variablen Medienangebote ganz unterschiedliche Lernstile und Sozialformen. So kann der klassische Unterrichtsraum zum Ausgangspunkt einer gesundheitsförderlichen Lernumgebung im Sinne einer guten und gesunden Schule werden.

### Raumgewinn durch flexible „Lernlandschaften“

Für die Innenraumgestaltung mit flexiblem Mobiliar und Tafelsystemen spricht nicht nur die konzeptionelle Ausrichtung als multifunktionale „Lernlandschaft“. Auch die vorhandene Fläche kann geschickter genutzt werden und schafft im Zusammenspiel mit den neuen Gestaltungselementen mehr Bewegungsraum. Obwohl die eigentliche Grundfläche unverändert bleibt, erscheint das Klassenzimmer größer.

Dieses Ausstattungskonzept ist nicht nur für Schulbauten mit neuen Unterrichtsräumen geeignet, sondern eröffnet auch für die raumgestalterische und raumgewinnende Sanierung älterer Klassenzimmer ganz neue Perspektiven, die sich in aller Regel ohne aufwändige bauliche Maßnahmen realisieren lassen.



Abb. 5



Abb. 6



Abb. 7

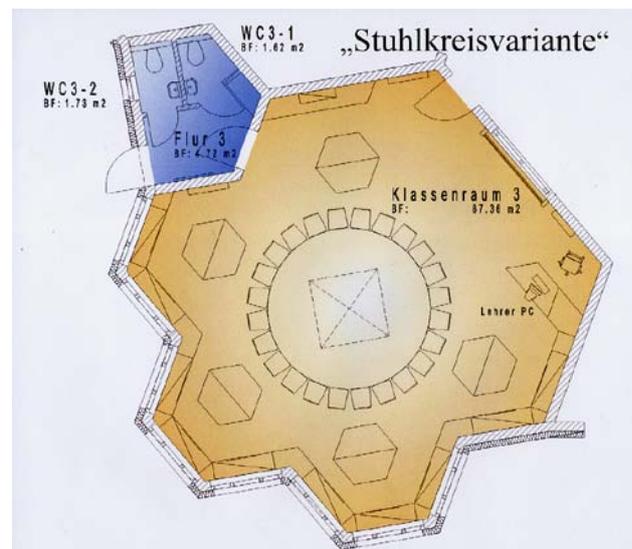
## ► Information

### Räume flexibler nutzen und gestalten – die „Fraktale Schule“

Ausgehend vom Konzept der "Fraktalen Schule" werden bei der baulichen Planung vor allem Unterrichtsformen berücksichtigt, die bewegtes und lebendiges Lernen sowie gemeinsames Arbeiten in kleinen Gruppen ermöglichen. Die bisher vorherrschende rechteckige Raumstruktur von Klassenzimmern wird von konzentrischen bzw. wabenformähnlichen Räumen mit Lernnischen abgelöst (Abb. 8). Durch die Gestaltung mit Fensterelementen bietet jede dieser „Lerneinheiten“ eine hohe Transparenz und Offenheit. Gleichzeitig ermöglicht diese Anordnung – unter anderem in akustischer Hinsicht – ungestörte Kommunikation in der Gruppe.

Die großzügige Gestaltung der Lernräume erlaubt Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeiten ebenso wie Kreisgespräche und multimediale Präsentationen. Die Möglichkeit zum schnellen und unkomplizierten Wechsel zwischen den Unterrichtsmethoden ist einer der großen Vorteile dieser flexiblen Schulraumgestaltung.

Neben der alternativen Gestaltung der Lernräume bietet die fraktale Schule zusätzlich unterschiedliche Multifunktionszonen an. Neben Selbstlernzentren mit Medienecken, Foren für Vorträge oder Vorführungen wird auch ein ansprechend



gestalteter Teamraum mit Transparenz und Rückzugsnischen für die Lehrkräfte in die Schularchitektur integriert.

Ein 2007 realisiertes Neubauprojekt dient bereits als Vorbild für erste Altumbauten. Für Pläne und Abbildungen siehe: [www.fraktale-schule.de](http://www.fraktale-schule.de).

### Unverzichtbare Ausgangsvoraussetzungen

Bei aller Vielfalt an Möglichkeiten zur Raumgestaltung müssen grundlegende Bedingungen für Raumgröße und Luftraum erfüllt sein. Die in der Fachliteratur und in Verordnungen genannten Richtwerte von 2 m<sup>2</sup> Grundfläche und 6 m<sup>3</sup> Luftraum pro Schüler stellen eine solide Basis für den allgemeinen Unterrichtsraum dar. Die Klassenstärke sollte also im Verhältnis zur Raumgröße stehen und sicherstellen, dass pro Schüler eine Fläche von mindestens 2 m<sup>2</sup> zur Verfügung steht. Da bei diesen Werten die „freie“ Platzreserve relativ bescheiden ausfällt, empfiehlt die gesetzliche Schülerunfallversicherung, jedem Schüler eine Grundfläche von 2,5 m<sup>2</sup> zuzubilligen.

### Ausgewählte Informationsquellen

Unfallverhütungsvorschrift „Schulen“ (GUV-V S1)

Bayerisches Gesetz- u. Verordnungsblatt: Verordnung über den Bau öffentlicher Schulen (Schulbauverordnung – SchulbauV) vom 30.12.1994, zuletzt geändert durch Verordnung vom 27.11.2003

Buddensiek, W., Lernräume als gesundheits- und kommunikationsfördernde Lebensräume gestalten – Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur, in: Brägger, G./Posse, N./Israel, G. (Hrsg.), Bildung und Gesundheit – Argumente für eine gute und gesunde Schule, hep Verlag, Bern 2008, S. 177-204

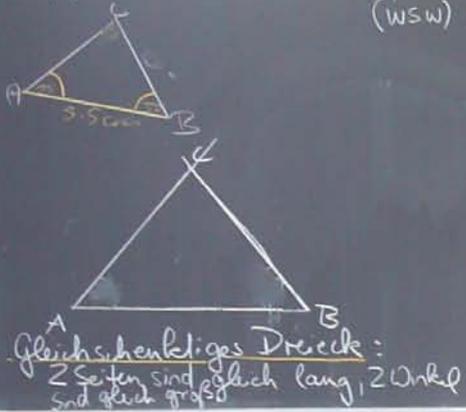
Neufert, E., Bauentwurfslehre, 39. Auflage, Vieweg + Teubner, Wiesbaden 2009

Opp, G./Brosch, A., Lebensraum Schule: Raumkonzepte planen, gestalten, entwickeln, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010

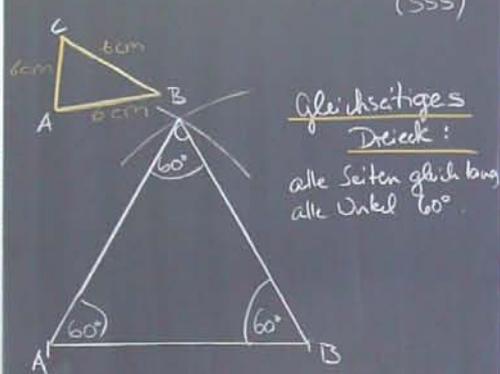
### ► Kleiner Maßnahmenkatalog

1. Ist der Mindeststandard von 2 m<sup>2</sup> Grundfläche und 6 m<sup>3</sup> Luftraum pro Schüler in Ihrem Klassenraum gegeben?
2. Welche Klassenraumfläche nehmen
  - a. Tische und Stühle für die Schüler,
  - b. Schränke, Regale etc.,
  - c. Lehrtisch,
  - d. Tafel, Kartenständer u. a.
 ein?
3. Prüfen Sie, ob Platzreserven für die unter 2 a-d genannten Flächen geschaffen werden können!

① gegeben:  $c = 5,5 \text{ cm}$   $\alpha = 50^\circ$   $\beta = 50^\circ$   
(WSW)



② gegeben:  $a = 6 \text{ cm}$   $b = 6 \text{ cm}$   $c = 6 \text{ cm}$   
(SSS)



Der Sohn phantasiert,  
Die Atmosphäre (Nebel, dunkel, Geist)  
ist spannend.  
Kann der Erbkönig den Jungen  
sagen?





# Schulmöbel mit dynamisch-aktiven Bewegungselementen

Etwa 75 Prozent der in der Schule verbrachten Zeit werden im Sitzen absolviert und dies über einen Zeitraum von 10 bis 12 Schuljahren. Häufig folgt man hierbei noch der Vorstellung, dass nur ruhiges und diszipliniertes Sitzen zu besseren Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistungen führt. Hinzu kommt, dass sich die Schüler auch außerhalb der Schule weniger bewegen.

Noch in den 50er und 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gab es eine „Straßenspielkultur“, die Kindern viele Bewegungsräume und -anlässe bot. Seit dieser Zeit haben die gesellschaftlichen Veränderungen sich eher restriktiv auf das Bewegungsverhalten und die Bewegungsangebote heranwachsender Kinder und Jugendlicher ausgewirkt. Eine Verbesserung dieses Status quo ist für die kommenden Jahre nicht in Sicht.

Schule kann diesem Bewegungsmangel im Unterricht phasenweise entgegenwirken. Klassenräume bieten dafür gute Ansatzpunkte, denn die ergonomische Gestaltung des Schulmobiliars kann ganz wesentlich zu einem bewegungs- bzw. gesundheitsförderlichen Lernklima beitragen. Die Forderung nach ergonomischen Schulmöbeln und nach bewegten Arbeitsformen ist deshalb keine Komfortmaßnahme, sondern eine pädagogische und gesundheitsbildende Notwendigkeit.

## Anpassung der Stühle und Tische an die Körpergröße der Schüler

Studien belegen, dass nur 25 Prozent aller Schüler auf ihre Körpergröße abgestimmte Stühle und Tische zur Verfügung haben. Die Größenunterschiede innerhalb einer Klasse können aber bis zu 40 cm betragen (Abb. 9). Die Bereitstellung von Schulmöbeln

nach entsprechenden Größentabellen ist eine grundlegende Präventionsmaßnahme im Klassenzimmer (Größentabellen siehe Anhang A).

Um dem jeweiligen Entwicklungsstand und der Konstitution der Schüler gerecht zu werden, ist der Einzeltisch die einzig zweckmäßige Option. Die Anpassungen sind jedes Schuljahr aufs Neue durchzuführen und müssen bei starken Wachstumsschüben ggf. auch zweimal im Jahr erfolgen (Abb. 10 und 11). Die Schüler sollten hierbei von den Lehrkräften in die Einstellung ihrer Tische und Stühle eingewiesen und eingebunden werden, damit sie diese Notwendigkeit selbst erkennen und in eigener Initiative durchführen können.

Im Verständnis des Präventionsansatzes „Gute gesunde Schule“ bedarf es außerdem weitergehender pädagogischer Maßnahmen, die z. B. eine lerngerechte Rhythmisierung des Unterrichts anstreben und den Schülern ein dynamisch-aktives Sitzen erlauben.

## Unterstützung des dynamischen Sitzens durch die Stuhlkonstruktion

Tische und Stühle im Klassenzimmer müssen in ihrer ergonomischen Gestaltung und Flexibilität den Bewegungsbedürfnissen der Schüler und den Anforderungen des Unterrichts Rechnung tragen.

Signale wie Recken und Strecken oder Kippeln auf Stühlen zeigen das grundlegende Bedürfnis nach aktivem Positionswechsel. Die Ergonomie der Stühle kann diesen Bewegungsdrang mit



Abb. 9



Abb. 10



speziellen Konstruktionselementen begünstigen und unterstützen, z. B. durch:

- dreh- und höhenverstellbare Stuhlgestelle (mit Rollen),
- dynamische Sitzflächen und Rückenlehnen, die ein leicht federndes Wippen und Kippen nach hinten ermöglichen,
- die Formgebung des Rückenteils, die es ermöglicht auch den „Reitsitz“ (Abb. 12) einzunehmen.

Diese sitzdynamischen Details fördern im Gegensatz zur statisch-passiven Konstruktion traditioneller Stühle mit nach hinten abfallender starrer Sitzfläche eine entspanntere Haltemuskulatur im Bereich von Wirbelsäule und Becken und animieren zu einer körperbewussten Haltung.

#### Weitere Mobilitätselemente in der Klassenraummöblierung

Damit diese Anforderungen ermöglicht werden können, bedarf es einer verbesserten Ausstattung und Qualität im Bereich der Schulmöbel. Neben den Stühlen gehören auch höhenverstellbare Tischplatten mit verstellbarer Neigung dazu. Im Hinblick auf bewegte Arbeitsformen können Stehpulte und Liegeflächen im Klassenzimmer angeboten werden, die sinnvoll im Raum platziert werden. Gerade die wechselnden Belastungen vom Sitzen zum Stehen und umgekehrt haben eine gesundheitsförderliche Wirkung (Abb. 13 a, b und c).

Viele der angesprochenen Maßnahmen lassen sich nur stufenweise realisieren. Wollte man daraufhin Ergonomiekriterien einer rangfolgeähnlichen Bewertung unterziehen, so könnte man sich an folgenden Faktoren und deren Reihenfolge orientieren:

- Höhenverstellbarkeit der Tische,
- Einzeltische anstelle von Doppeltischen,
- „bewegliche“ Stühle mit Höhenverstellung,
- um bis zu 16° neigbare Tischplatten,
- Platz sparende Tische,
- Stehtische und Liegeflächen,
- leichte Verfahrbarkeit durch Tisch- und Stuhlrollen.

Aus Präventionssicht ist es nicht nur mit Veränderungen in der ergonomischen Ausstattung (Verhältnisprävention) getan. Auch das Zulassen und die Förderung der natürlichen Bewegungsbedürfnisse von Schülern im Rahmen neuer flexibler Unterrichtsmethoden und arbeitsorganisatorischer Maßnahmen ist notwendig (Verhaltensprävention). Insgesamt verzahnt sich ein solches Gesamtkonzept, wie die sich überschneidenden Regelkreise in Abbildung 14.



Abb. 11



Abb. 12



Abb. 13a

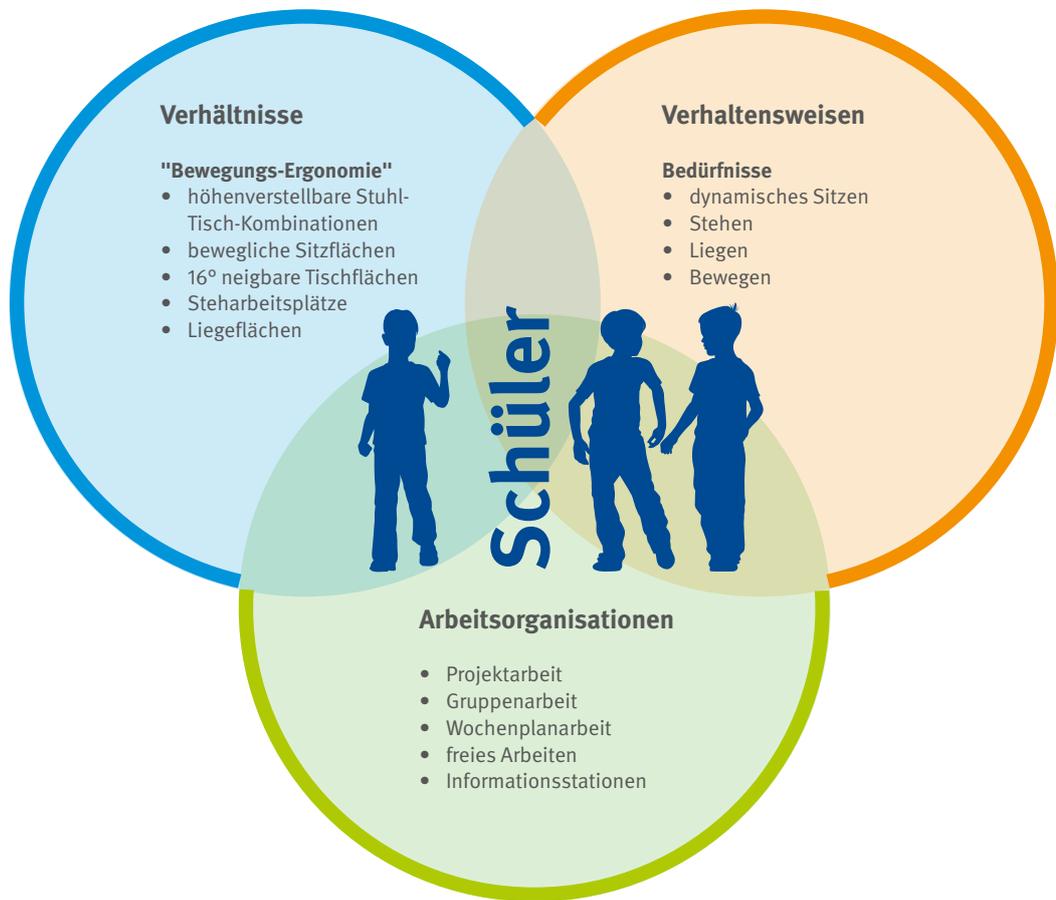


Abb. 14 Abbildung nach: Breithecker, D., Arbeitsplatz Schule – Wie sieht das Klassenzimmer der Zukunft aus?, in: Haltung und Bewegung 25, 2005, S. 17



Abb. 13b



Abb. 13c

### ► Information

#### **Klassenraummöblierung als bewegungsunterstützendes Element für gesunden Unterricht**

Bewegung ist eine der stärksten Anregungen zur synaptischen Verschaltung der Hirnareale und gewährleistet die Bildung und Stabilisierung neuronaler Strukturen. Damit wirkt sich Bewegung positiv auf die kognitive Entwicklung von Kindern und Jugendlichen aus.

Im Klassenzimmer kann Bewegung darüber hinaus zu mehr Unterrichtsqualität beitragen, sofern die Aktivitäten zu einer Verbesserung von Aufmerksamkeit und Konzentration führen. Bereits einfache Bewegungen, die beim Wechsel von statischen und dynamischen Sitzpositionen vollzogen werden und mit Unterrichtsmethoden bzw. Organisationsformen wechselweise im Stehen oder Liegen verbunden sind, reichen aus.

Die Schule ist gefordert, dem Bewegungsmangel und den damit einhergehenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Kindern und Jugendlichen entgegenzuwirken. Mehr Bewegung und eine Rhythmisierung des Unterrichts durch wechselnde Phasen der Beanspruchung sind hierbei von grundlegender Bedeutung. Über verhältnis- und verhaltensspezifische Maßnahmen sowie arbeitsorganisatorische Ressourcen kann im Klassenzimmer eine aktive Bewegungsergonomie eingeführt und umgesetzt werden.

#### **Ausgewählte Informationsquellen**

"Richtig Sitzen in der Schule – Mindestanforderungen an Tische und Stühle in allgemein bildenden Schulen" (GUV-SI 8011), Download unter: [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

Breithecker, D./Städtler, H., Arbeitsplatz Schule – Wie sieht das Klassenzimmer der Zukunft aus?, Langzeitstudie und EXPO 2000 Projekt der Stadt Hannover, des Niedersächsischen Kultusministeriums und der AOK Niedersachsen

### ► Kleiner Maßnahmenkatalog

1. Entsprechen die Tische und Stühle der DIN EN 1729-1 und richten sich nach den Körpergrößen der Schüler?
2. Sind die Voraussetzungen gegeben, um den gewohnten Unterricht im Sitzen durch die Förderung wechselnder Arbeitspositionen (z. B. Stehen oder Liegen) zu verändern?
3. Lassen Sie mehr bewegungsfördernde Elemente im Unterricht zu!

Breithecker, D., Arbeitsplatz Schule – Wie sieht das Klassenzimmer der Zukunft aus?, in: Haltung und Bewegung 25, 2005, Download unter: [www.fns-online.de/download](http://www.fns-online.de/download)

DIN ISO 5970:1981-01, Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen; Funktionsmaße, Beuth Verlag, Berlin

DIN EN 1729-1:2006-09, Möbel – Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen – Teil 1: Funktionsmaße, Beuth Verlag, Berlin



# Licht und Beleuchtung

Effektives, konzentriertes Lernen und gutes Sehen stehen in einem engen Zusammenhang. Eine wichtige Voraussetzung für gutes Sehen ist ausreichendes und qualitativ hochwertiges Licht. Zuviel oder zuwenig Licht, eine schlechte Farbwiedergabe oder ungünstiger Schattenwurf beeinflussen unsere Wahrnehmung und führen zu einer schnellen Ermüdung unserer Augen. Das Lesen wird dann zunehmend anstrengend. Die Konzentration lässt nach. Mit Hilfe einer durchdachten und guten Lichtplanung im Klassenzimmer kann man diesen Problemen vorbeugen.

Folgende Punkte sollten daher bei der Lichtgestaltung eines gesunden und lernfördernden Klassenzimmers berücksichtigt werden.

## Ausreichend Tageslicht

Der menschliche Organismus wird durch Tageslicht beeinflusst (siehe auch Infobox). Er hat sich an das im Tagesverlauf ändernde Licht, den Rhythmus von Tag und Nacht, im Laufe der Evolution angepasst. So wird die „innere Uhr“ des Menschen durch den Licht-Dunkel-Wechsel synchronisiert. Daher ist es unerlässlich, dass Klassenzimmer mit entsprechend großen Fensterflächen ausgestattet sind, die eine Versorgung mit natürlichem Tageslicht gewährleisten. Diese sollten in regelmäßigen Abständen gereinigt werden, um den „Lichtverlust“ durch Verschmutzung so gering wie möglich zu halten. Um störende Blendeinwirkungen zu bestimmten Tageszeiten zu vermeiden, ist zusätzlich zum außen liegenden Sonnenschutz ein innen liegender Blendschutz zu installieren, der bei Bedarf verwendet werden kann.

Bei der Planung von Neu- oder Umbaumaßnahmen sollte bei der Ausrichtung der Zimmer möglichst deren spätere Nutzung berücksichtigt werden. So empfiehlt es sich beispielweise, Fachräume für Informatik oder Kunst Richtung Norden auszurichten.

## Künstliche Beleuchtung

Neben einer ausreichenden Versorgung mit Tageslicht ist für die Sicherstellung einer ausgewogenen Leuchtdichte sowie der erforderlichen Beleuchtungsstärke immer auch die Installation einer zusätzlichen künstlichen Beleuchtung notwendig. Folgende Kriterien für künstliches Licht müssen erfüllt sein:

## Ausreichende Lichtmenge/Beleuchtungsstärke

An einem sonnigen Tag im Freien werden Beleuchtungsstärken von bis zu 100.000 Lux (lx) erzielt. In Innenräumen muss der Mensch mit wesentlich weniger Licht auskommen. Empfohlen wird für Unterrichtsräume in Grund- und weiterführenden Schulen eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 lx, für Lesebereiche von Bibliotheken sowie für Unterrichtsräume für Abendklassen und Erwachsenenbildung 500 lx und für Zeichensäle in Kunstschulen 750 lx.

Diese Werte sind als Mindestwerte zu verstehen. Die meisten Menschen empfinden höhere Beleuchtungsstärken bei der Arbeit als angenehmer und motivierender. Daher sollten überall im Klassenzimmer Beleuchtungsstärken von mindestens 500 lx erreicht werden.

Die Ausleuchtung von Klassenzimmern erfolgt in der Regel mit Rasterleuchten, die parallel zur Fensterfront angeordnet sind. Für eine ausreichende Beleuchtung sollten bei einer Raumtiefe von ca. 8 Metern etwa drei Leuchtenreihen eingeplant werden. Sind die Räume breiter, sollten mindestens vier Reihen installiert werden. Im Idealfall sind die Leuchtenreihen einzeln schalt- und dimmbar, um damit die Helligkeit im ganzen Raum gleichmäßig einstellen zu können.

Leuchten mit einer direkten/indirekten Lichtverteilung ermöglichen eine flexible Anordnung der Schülertische und führen zu verminderten Reflexionen.

Für die Tafelbeleuchtung muss eine reflexions- und schattenfreie Ausleuchtung gewählt werden. Geeignet sind Wandfluter mit asymmetrischer Lichtverteilung, die für eine optimale Beleuchtung von vertikalen Flächen sorgen. Auch bei der Verwendung von Whiteboards oder anderen flexiblen Tafelsystemen muss eine gleichmäßige Beleuchtung gewährleistet sein. Ideal sind direkt am System befestigte Leuchten.

## Gute Lichtqualität

Für gesundes und lernförderliches Arbeiten im Klassenzimmer ist neben der Lichtmenge auch die Qualität des Lichts von Bedeutung. Dieser Aspekt, wird in der Praxis bislang noch nicht ausreichend berücksichtigt.

Bei Pflanzen und Tieren ist mittlerweile weitläufig bekannt, dass für deren Gesunderhaltung und Wachstum in Innenräumen eine ausreichende künstliche Beleuchtung erforderlich ist. Hier wird sowohl die Lichtmenge als auch die Lichtqualität entsprechend



den Bedürfnissen angepasst. Für die menschliche Gesundheit spielen Überlegungen in Hinblick auf die Qualität des ausgewählten Lichtes bislang allerdings noch eine untergeordnete Rolle.

Entscheidend für die Lichtqualität sind die **Lichtfarbe** und die **Farbwiedergabe**. Die Lichtfarbe einer Lampe ergibt sich aus der spektralen Zusammensetzung und der Farbtemperatur des ausgesandten Lichts.

In Klassenzimmern sollten Lampen eingesetzt werden, deren gemittelte Farbtemperatur größer als 4.000 Kelvin ist. Wichtig ist, dass nur Lampen *einer* Farbtemperatur zum Einsatz kommen, da eine Mischung die Sehleistung negativ beeinträchtigen kann (Abb. 15).

Die Farbwiedergabe gibt darüber Aufschluss, wie „korrekt“ die Farbe eines Sehobjektes bei der entsprechenden Lichtquelle wiedergegeben wird. Zur Klassifizierung dieser Eigenschaft dient der sogenannte Farbwiedergabe-Index ( $R_a$ ). Beste Farbwiedergabe zeigt sich im Index durch  $R_a = 100$ . Als Mindestfarbwiedergabeindex für die Beleuchtung von Klassenzimmern sollte  $R_a \geq 80$  gelten.

Inzwischen werden auch Leuchtmittel mit einer Farbtemperatur  $> 5.300$  K und einem Farbwiedergabe-Index  $R_a \geq 90$  angeboten. Wenn sie sich weiterhin stark an der spektralen Zusammensetzung des natürlichen Tageslichts orientieren, werden diese Lampen als Vollspektrumleuchten bezeichnet.

Die Forschungen zum Thema „Vollspektrumlicht“ bzw. dynamisches Licht befinden sich erst am Anfang und die Diskussionen sind zum Teil kontrovers. Neben Studien, die unter anderem eine Motivations- und Leistungssteigerung unter Vollspektrumlicht nachweisen, existieren auch andere Studien, die derartige Wirkungen nicht belegen können. Auch empfinden manche Menschen Vollspektrumlicht als zu hell bzw. zu „kalt“.

Effektives Lernen und Lehren wird maßgeblich durch die räumlichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Licht ist einer dieser Faktoren und trägt wesentlich zu einem gesunden und motivierenden Lernumfeld bei. Eine gut durchdachte Lichtplanung und der Einsatz von qualitativ hochwertigem Licht sind daher in einem lernfördernden Klassenzimmer unentbehrlich (Zusammenfassung der Anforderungen siehe Anhang B).

## Einteilung der Lichtfarben:

Lichtfarbe	Farbtemperatur (Kelvin)
Warmweiß (ww)	$< 3.300$ K
Neutralweiß (nw)	$3.300 - 5.300$ K
Tageslichtweiß (tw)	$> 5.300$ K





Abb. 15

## ► Information

### Licht und seine Wirkung auf den Menschen

Das für den Menschen sichtbare Licht ist ein kleiner Ausschnitt der elektromagnetischen Strahlung. Dieser Bereich erstreckt sich über Wellenlängen von etwa 380 bis 780 Nanometer (nm). Daran grenzen im kürzerwelligen Abschnitt die ultraviolette und im längerwelligen Abschnitt die Infrarot-Strahlung an.

Die Wirkungen von Licht sind sehr vielseitig und gehen weit über das offensichtliche Sehen, Beleuchten und Erkennen von Gegenständen hinaus. So werden bei pflanzlichen Organismen biochemische Prozesse durch Licht beeinflusst und gesteuert (z. B. Photosynthese). Auch der Mensch benötigt das natürliche Licht für bestimmte Stoffwechselfvorgänge. Er nimmt Licht nicht nur über die Augen, sondern auch über die Haut auf. Licht ist notwendig für die Bildung von Vitamin D und beeinflusst die Hormonsynthese. Melatonin, häufig als „Schlafhormon“ bezeichnet, wird vom Körper vermehrt im Dunkeln gebildet und bewirkt, dass wir müde werden. Unter dem Einfluss von Sonnenlicht wird die Herstellung von Melatonin blockiert und der Mensch ist wach. Auf diese Weise wird unser Wach-Schlaf-Rhythmus durch Sonnenlicht gesteuert. Neben der Lichtstärke ist auch die Lichtfarbe bzw. dessen spektrale Zusammensetzung entscheidend. So scheint der Blauanteil des Sonnenlichts („Morgenslicht“) einen stärkeren Effekt auf den circadianen Rhythmus des menschlichen Körpers zu haben als die anderen Farbanteile.

Neben der Wirkung auf diese biochemischen Abläufe im Organismus hat Licht noch eine andere wichtige Funktion: Ohne Licht gibt es keine Farben („Nachts sind alle Katzen grau“). Gegenstände wirken nur deswegen farbig, weil sie Licht einer bestimmten Wellenlänge absorbieren und nur einen Teil des gesamten Tageslichtspektrums reflektieren. Sind bei einer künstlichen Lichtquelle (z. B. Leuchtstoffröhre oder Glühlampe) bestimmte spektrale Bereiche nicht oder im Vergleich zum natürlichem Tageslicht über- oder unterrepräsentiert, wirkt die Farbe eines Gegenstandes verändert. Das Beispiel kennt jeder, der ein Bekleidungsstück gekauft hat und Zuhause feststellen musste, dass die Farbwirkung nicht mehr der beim Anprobieren im Laden entspricht. Dieser Beleuchtungseffekt wird teilweise auch an Fleisch-, Obst- und Gemüsetheken genutzt, um die Waren attraktiver zu machen.

### Ausgewählte Informationsquellen

Wohlbefinden im Büro – Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit, Broschüre der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 7. Auflage, Dortmund 2010, Download unter: [www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A11.pdf](http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A11.pdf)

Cakir, A./Cakir, G., Vollspektrumlicht – Eine kritische Würdigung der Literatur, Download unter: [www.fvrl.de/downloads/Vollspektrumlicht.pdf](http://www.fvrl.de/downloads/Vollspektrumlicht.pdf)

Saint-Gobain Ecophon GmbH, Mit allen Sinnen lernen – Akustische Ergonomie in Bildungsstätten, Lübeck 2006, S. 44-52

DIN 5035-6:2006-11, Beleuchtung mit künstlichem Licht – Teil 6: Messung und Bewertung, Beuth Verlag, Berlin

### ► Kleiner Maßnahmenkatalog

1. Verfügt der Raum sowohl über innen liegenden Blendenschutz als auch über außen liegenden Sonnenschutz?
2. Überprüfen Sie die Lichtstärke sowie die Lichtverteilung mit Hilfe eines Beleuchtungsstärkemessgeräts (Luxmeter). Werden mit künstlicher Beleuchtung an allen Arbeitsplätzen mindestens 500 lx erreicht?  
Hinweise zum detaillierten Messverfahren enthält die DIN 5035-6
3. Werden für die künstliche Beleuchtung Leuchtstoffröhren der gleichen Lichtfarbe verwendet (neutralweiß bzw. tageslichtweiß)?





# Raumakustik

Eine hohe Geräuschkulisse ist – gerade auch durch neuere Arbeitsformen wie Gruppen- oder Projektunterricht – Teil des schulischen Alltags. Eine nicht unwesentliche Rolle bei diesem „Unterrichtslärm“ spielt die Raumakustik, wobei insbesondere die Nachhallzeit des Raums von Bedeutung ist, da sie sich auf die Gesundheit von Lehrkräften und Schülern belastend auswirken kann.

Als Soll-Nachhallzeit in Lernräumen mit einer Raumgröße von 250 m<sup>2</sup> wurde schon vor über 40 Jahren 0,7 Sekunden festgelegt. Zur Schallabsorption wurden vornehmlich Deckenkonstruktionen mit einfachen Akustikplatten verwendet. Die dabei eingesetzten offenporigen Materialien haben jedoch im Laufe der Jahre ihre raumakustischen Eigenschaften zum Teil eingebüßt, z. B. durch Farbanstriche im Zuge von Renovierungsarbeiten. Hinzu kamen Veränderungen in den Unterrichtsformen, die subjektiv den Eindruck vermitteln, dass die Geräuschkulisse im Unterricht deutlich zugenommen hat.

## Lombard-Effekt

Arbeiten mehrere Gruppen in einem Raum, werden die Nutzsignale der einen Gruppe von der anderen Gruppe als Störsignale bzw. -geräusche empfunden. Dies erschwert die Kommunikation. Gerade aber für die ohnehin schon „signalstarken“ Verständigungsphasen ist die fehlerfreie Weitergabe und Aufnahme von Informationen besonders wichtig. Es kommt zu einer Kettenreaktion, in deren Verlauf die einzelnen Parteien die Beeinträchtigung ihrer Gruppenarbeit durch Erhöhung der Sprechlautstärke ausgleichen. Der Geräuschpegel schraubt sich nach oben, ein Phänomen, das in der Akustik als Lombard-Effekt bezeichnet wird (Abb. 16).

Zu der allgemeinen Grundgeräuscentwicklung kommt die Arbeitsgeräuschkulisse für derartige Unterrichtsformen hinzu. Die sich daraus ergebende hohe Geräuschkulisse hat negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Lehrkräfte, die eine solche Arbeitsatmosphäre als psychisch besonders anstrengend empfinden und in dem Zusammenhang häufig von „Lärmstress“ sprechen. Auch Stimme und Kehlkopf werden über Gebühr belastet, wenn sich die Lehrkraft gegenüber dem Geräuschpegel durchsetzen muss.

Schließlich wirkt sich Lärm im Klassenzimmer nicht nur auf die Gesundheit aus, sondern beeinträchtigt auch die Lernleistungen der Schüler. Bei starken Nachhalleffekten und damit verbundenen längeren Abklingvorgängen gehen den Schülern wesentliche Informationen verloren, da sie einzelne Silben und Konsonanten nicht mehr unterscheiden können. Es kommt zu

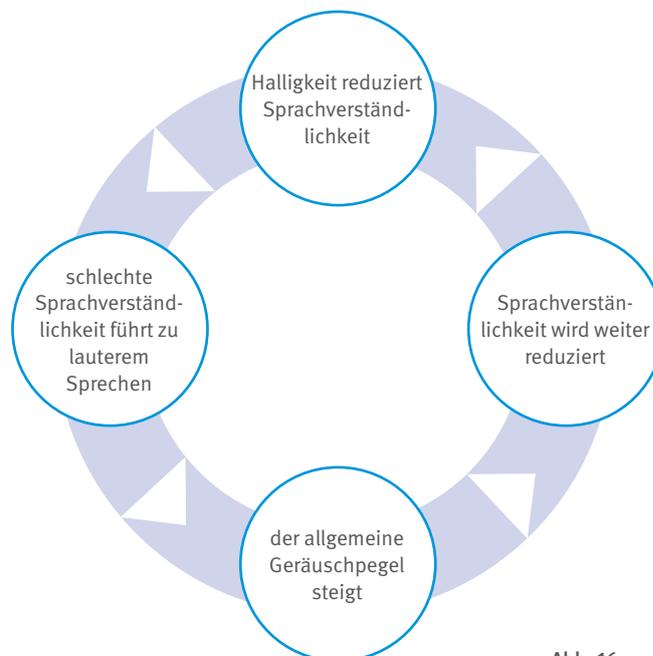


Abb. 16

häufigem Nachfragen mit zusätzlichen Störgeräuschen. Dies zeigt sich vor allem im Fremdsprachenunterricht sowie in Situationen, in denen die Sprachverständlichkeit besonders wichtig ist.

## Sollwerte der Nachhallzeit für Unterrichtsräume

Da ein lautes Klassenzimmer das aufmerksame Lernen und Lehren behindert, sind Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik notwendig. Die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ hat diese Entwicklung aufgegriffen und Referenzwerte für die Nachhallzeit in Unterrichtsräumen und Sporthallen festgelegt, wobei auch moderne Unterrichtsformen angemessen berücksichtigt werden. Die gegenwärtigen raumakustischen Bedingungen können der Abbildung 17 entnommen werden. Die Soll-Nachhallzeit für Unterrichtsräume mit einer Raumgröße von ca. 180 bis 200 m<sup>2</sup> liegt bei etwa 0,5 Sekunden, die Nachhallzeit für Sporthallen je nach Größe und Unterrichtsform bei 1,7 bis 2,5 (einzügiger Unterricht) bzw. 1,4 bis 2,0 Sekunden (mehrzügiger Unterricht) (weitere Gütemerkmale siehe Anhang C).

Diese Zielvorgaben lassen sich bereits durch eine schallabsorbierende Gestaltung der Deckenfläche mit einem zu 50 bis 60 Prozent absorptionswirksamen Material erreichen. Beispielsweise kann dies durch eine 20 cm tief abgehängte Decke mit



## Bestimmung des Referenzwertes $T_{\text{soll}}$ der gemittelten Nachhallzeit

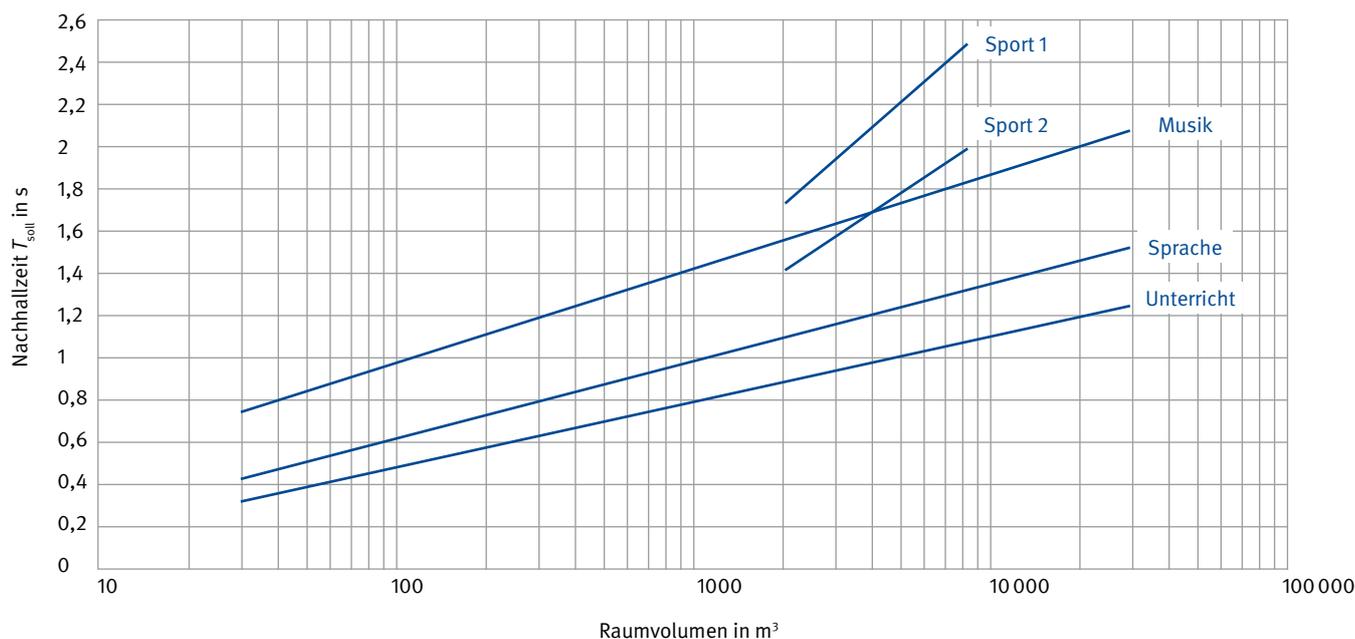


Abb. 17 Abbildung nach DIN 18041: 2004-05, Seite 14

ca. 20 mm dicken Platten aus schwer entflammaren Schaumstoffmaterialien oder geeigneten Akustikpaneelen erfolgen (Abb. 18). Verschiedene Hersteller bieten Konzepte zur akustischen Gestaltung von Klassenräumen an, auch als wirtschaftliche und effektive Lösung für den Sanierungsfall.

Ergänzend zur schallabsorbierenden Decke kann bei Frontalunterricht eine mit Akustikmaterialien belegte Teilfläche der Rückwand des Raumes sinnvoll sein, um die Sprachverständlichkeit für die vorderen Sitzreihen zu erhöhen (Abb. 19). Insgesamt werden sich je nach Ausgangssituation erhebliche Lärmreduzierungsenerfolge einstellen, die mit sehr guten Sprachverständlichkeitswerten einhergehen.

### Verbesserung der Unterrichtsbedingungen bei guter Raumakustik

Studien haben gezeigt, dass bei guter Raumakustik der Lombard-Effekt nicht eintritt; die Partner-, Gruppen- oder Projektarbeit läuft relativ leise ab. Die Sprachverständlichkeit innerhalb der Gruppen wird von den benachbarten Gruppen kaum beeinflusst und das Lernumfeld bietet eine deutlich entspanntere Atmosphäre. Durch die Reduzierung der Nachhallzeit nehmen die Störgeräusche ab. Damit bleibt der Grundgeräuschpegel

über den Unterrichtstag weitgehend gleich bzw. geht leicht zurück, während er in Räumen mit höheren Nachhallzeiten zunimmt.

In Studien wurden Unterrichtsräume mit guter und schlechter Akustik verglichen und dabei Unterschiede von bis zu 13 dB ermittelt. Eine Verbesserung der Raumakustik wirkte sich nachweislich positiv auf die Arbeitsbeanspruchung der Lehrkräfte aus. Die Lehrkräfte zeigten deutlich verringerte Anzeichen für Stress. Der Raumakustik kommt damit zweifelsfrei eine wichtige gesundheitsförderliche Dimension zu. Sie ist eine zentrale Ressource für den Lehr- und Lernerfolg an Schulen.

Eine veränderte Pädagogik, die u. a. durch eine Zunahme differenzierter Arbeits- und Unterrichtsformen gekennzeichnet ist, kann zur Folge haben, dass seit Jahrzehnten gut funktionierende Schulgebäude einer Neubewertung in dieser Hinsicht bedürfen. Dabei greift allerdings die Ansicht, die Reduzierung der Schallpegel in den Klassenzimmern sei ausschließlich auf Veränderungen der raumakustischen Bedingungen begründet, zu kurz. Natürlich haben auch Lehrkräfte Einfluss auf eine effiziente Lärmreduzierung und sie sollten ihn nutzen. Mit pädagogischen Konzepten und Beiträgen der Schule und des Kollegiums werden dann wirklich leise Schulen entstehen. Eine gute Raumakustik ist ein erster notwendiger Schritt in diese Richtung.



Abb. 18



Abb. 19

### ► Kleiner Maßnahmenkatalog

1. Lassen Sie die Nachhallzeit näherungsweise berechnen, z. B. nach der Sabine'schen Formel  
 $T = 0,163 \times V / A$  mit  
 $T$  = Nachhallzeit in Sekunden,  
 $V$  = Raumvolumen in  $m^3$ ,  
 $A$  = Summe aller Schallabsorptionsflächen im Raum in  $m^2$  ( $A = \sum A \times \alpha$ ), mit  $\alpha$  als Schallabsorptionsgrad der Oberflächenmaterialien im Raum.
2. Prüfen Sie den Geräuschpegel im Zusammenhang mit der Unterrichtsmethodik, z. B. durch die zeitweilige Aufstellung einer „Lärmampel“ im Klassenzimmer
  - a. bei Gruppenarbeiten,
  - b. bei Klassenarbeiten/Stillarbeiten,
  - c. bei lehrerzentriertem Frontalunterricht.
3. Nehmen Sie sich zusammen mit Ihren Schülern „Lärmpausen“ im täglichen Unterrichtsablauf!

### Ausgewählte Informationsquellen

„Lärmschutz“ (GUV-I 8958-UKN), Informationen der Unfallkasse Nord, Download unter: [www.uk-nord.de](http://www.uk-nord.de) (Webcode: P00423)

Klatte, M./Meis, M./Nocke, C./Schick, A., Akustik in Schulen: Können Sie denn nicht zuhören?!, Einblicke – Forschungsmagazin der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Nr. 35, 2002, Download unter: [www.presse.uni-oldenburg.de/einblicke/35/klatte.pdf](http://www.presse.uni-oldenburg.de/einblicke/35/klatte.pdf)

Oberdörster, M./Tiesler, G., Akustische Ergonomie der Schule, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 1071, Dortmund 2006

Oberdörster, M./Tiesler, G., Lärm in Bildungsstätten, Initiative Neue Qualität der Arbeit, Dortmund 2006

Oberdörster, M., Wissenswertes zum Thema Lärm, Lernen und Akustik, Infobroschüre Akustik des Vereins „Lernen statt Lärmen e.V.“, Lübeck 2006

DIN 18041:2004-05, Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen, Beuth Verlag, Berlin





# Raumklima

Das Raumklima wird im Wesentlichen bestimmt durch Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit. Ein gutes Raumklima fördert Wohlbefinden, Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit und Gesundheit des Menschen.

Wie drückt sich gutes Raumklima in Zahlen aus? Trotz individuellem Klimaempfinden fühlen sich die meisten Menschen wohl bei

- einer Temperatur zwischen 20 und 24 °C,
- einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 65 Prozent (bei Tätigkeiten mit hohem Sprechanteil) und
- einer maximalen Luftgeschwindigkeit von 0,15 Meter pro Sekunde.

Damit sich Schüler und Lehrkräfte wohlfühlen, sollten diese drei Voraussetzungen in einem Raum erfüllt sein.

Die niedrige Luftgeschwindigkeit und der beschriebene Temperaturbereich können in den meisten Fällen eingehalten werden. Die Installation eines außen liegenden Sonnenschutzes ist allerdings unverzichtbar, um den Anstieg der Raumtemperatur auch in den Sommermonaten zu begrenzen. Die **Luftfeuchtigkeit** hingegen bereitet während der Heizperiode in den Wintermonaten immer wieder Probleme. Die entsprechenden Werte bewegen sich in vielen Klassenzimmern von November bis Februar zwischen 15 und 30 Prozent. Jedoch kann sich zu niedrige Luftfeuchtigkeit negativ auf die Gesundheit auswirken. So besteht die Gefahr, dass Schleimhäute in Mund, Nase und Rachen schneller austrocknen, insbesondere wenn gleichzeitig nicht ausreichend getrunken wird. Die Folgen können eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Erkältungskrankheiten oder eine Zunahme der Beschwerden bei Allergikern und Asthmatikern sein.

Die Bedingungen bei der Anwendung von Luftbefeuchtern zur Erhöhung der relativen Luftfeuchte muss allerdings genau betrachtet werden. Die wichtigsten Gebote bei der Verwendung entsprechender Geräte sind die richtige Auswahl, eine fachgerechte Anwendung sowie die regelmäßige Reinigung und Wartung des Luftbefeuchters durch Fachleute. Ansonsten können Luftbefeuchter ebenso wie Heizkörperverdunster oder Zimmerbrunnen eine ideale Brutstätte für Bakterien und Schimmelpilze darstellen. Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Schulalltags ist von deren Verwendung besser abzusehen.

Eine einfache Möglichkeit die Luftfeuchtigkeit in Maßen (ca. 5 bis 10 Prozent) zu erhöhen besteht in der Verwendung bestimmter Zimmerpflanzen (z. B. Zyperngras). Wird bei der Pflege der Pflanzen zusätzlich darauf geachtet, dass die Pflanze regelmäßig mit Wasser besprüht wird, kann dies zu einer stärkeren Erhöhung der Luftfeuchtigkeit im Klassenzimmer führen (siehe auch

Kapitel „Raumgestaltung“). Natürlich ist aber auch bei der Verwendung der Pflanzen auf deren sachgerechte Pflege zu achten, um beispielsweise Schimmelpilzwachstum zu vermeiden.

Zur Kontrolle der Luftfeuchtigkeit können handelsübliche Wetterstationen eingesetzt werden. Auch wenn die Werte nicht ganz exakt sind, liefern sie doch erste Anhaltspunkte zum Raumklima und können einfach in jedem Klassenzimmer aufgestellt werden.

Neben dem Raumklima trägt auch die **Luftqualität** ganz entscheidend zum Wohlfühlen in Unterrichtsräumen bei. Immer wieder wird in Schulen über die Luftqualität geklagt und vielfach werden in diesem Zusammenhang Symptome wie Kopfschmerzen, Ermüdungserscheinungen oder Reizerscheinungen an Augen, Nase und Rachen geschildert.

Die Luftqualität in Klassenzimmern wird maßgeblich durch den Gehalt an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) beeinflusst. Daher kann CO<sub>2</sub> auch als Indikator für die Raumluftqualität herangezogen werden. Kohlendioxid ist ein farb- und geruchsloses Gas, das zu etwa 0,04 Volumen-Prozent (Vol.-%) in der Atmosphäre vorkommt. Es wird entweder in Volumen-Prozent oder in parts per million (ppm) angegeben, wobei 0,04 Vol.-% 400 ppm entsprechen.

Die wichtigste CO<sub>2</sub>-Quelle in Innenräumen ist der Mensch selbst: Mit jedem Atemzug atmen wir durchschnittlich einen halben Liter Luft ein. Diese besteht zu 21 Vol.-% aus Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und nur zu 0,04 Vol.-% aus CO<sub>2</sub>. Unsere ausgeatmete Luft enthält dagegen nur noch ca. 17 Vol.-% O<sub>2</sub> dafür aber etwa 4 Vol.-% CO<sub>2</sub>. Gerade in Schulräumen ist CO<sub>2</sub> von besonderer Bedeutung, da hier viele Personen auf begrenztem Raum zusammenkommen und dadurch bei falschem Lüftungsverhalten die CO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich ansteigen kann (Abb. 20).

Zur Bewertungen des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in Innenräumen kann die sogenannte „Pettenkofferzahl“ von 1.000 ppm (0,1 Vol.-%) zur Orientierung dienen. Sie erlaubt die Bestimmung eines lufthygienisch akzeptablen Bereiches. Höhere CO<sub>2</sub>-Mengen können bereits das Wohlbefinden beeinträchtigen. Sie können Ursache von Kopfschmerzen sein, schränken die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit ein und machen müde. So legt auch der „Leitfaden für Innenraumhygiene in Schulen“ des Umweltbundesamtes einen Leitwert von 1.000 ppm für den Kohlendioxidgehalt in der Innenraumluft von Schulen fest. Kohlendioxidmengen zwischen 1.000 und 2.000 ppm werden im Leitfaden bereits als „hygienisch auffällig“ eingestuft. Hier wird die Empfehlung gemacht, bereits ab 1.000 ppm zu lüften. Leider sieht die Realität in deutschen Klassenzimmern ganz anders aus.



### Zunahme Kohlendioxid über 35 Minuten ohne Lüftung



Abb. 20

### Effektive Querlüftung

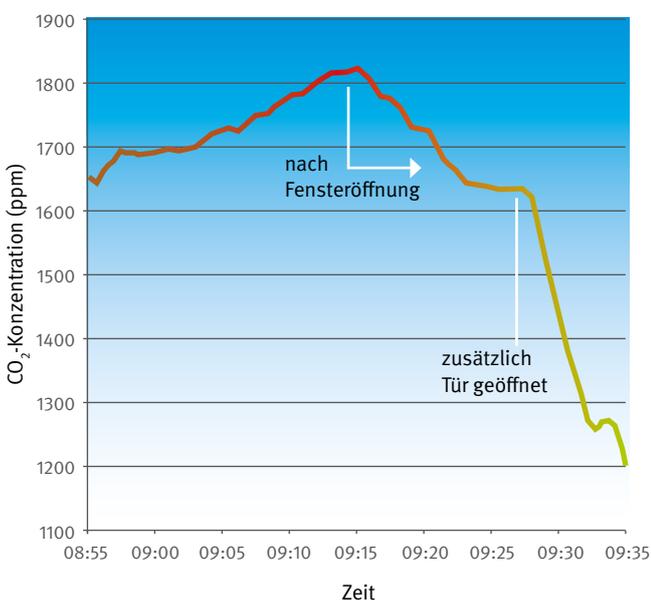


Abb. 21

Messungen an Schulen brachten in Klassenzimmern Werte von 2.000 bis zu 4.000 ppm zu Tage! Ein so hoher Kohlendioxidgehalt ist eine denkbar schlechte Voraussetzung für erfolgreiches Lernen und Lehren. Schon einfache Maßnahmen ermöglichen es aber, den CO<sub>2</sub>-Gehalt im Klassenzimmer zu reduzieren. Durch richtiges Lüften (siehe Infobox) kann für eine ausreichende Zufuhr an frischer Luft und somit einen niedrigen CO<sub>2</sub>-Gehalt gesorgt werden.

Richtiges Lüften heißt: Regelmäßiges Stoß- und Querlüften! Nur auf diese Weise lässt sich der Anteil an CO<sub>2</sub> in Klassenzimmern schnell verringern (Abb. 21). Ein gekipptes Fenster führt kaum zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Belastung. Es ist zudem aus energetischen Gesichtspunkten nicht sinnvoll.

Zur Kontrolle des CO<sub>2</sub>-Gehaltes können sogenannte CO<sub>2</sub>-Ampeln oder auch CO<sub>2</sub>-Sensoren im Klassenzimmer eingesetzt werden. Sie zeigen entweder optisch oder akustisch die Überschreitung der Kohlendioxid-Konzentration (meist ab einem Richtwert von etwa 1500 ppm) im Raum an und können dabei unterstützen, das richtige Lüften zu trainieren.

Damit also im Klassenzimmer keine „dicke Luft“ herrscht, achten Sie auf regelmäßige Lüftungspausen mit Querlüftung und sorgen so für frischen Wind im Klassenzimmer.

### Ausgewählte Informationsquellen

Frische Luft für frisches Denken, Broschüre der Unfallkasse Hessen, Download unter: [www.schuleundgesundheit.hessen.de/fileadmin/content/Medien/Frische\\_Luft\\_UKH\\_\\_HKM-2008-12-12.pdf](http://www.schuleundgesundheit.hessen.de/fileadmin/content/Medien/Frische_Luft_UKH__HKM-2008-12-12.pdf)

Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, Umweltbundesamt 2008, Download unter: [www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3689.html](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3689.html)

Bezugsquellen für Luftgüte-/CO<sub>2</sub>-Ampeln (beispielhafte Aufzählung):

- OrgDelta, [www.org-delta.de](http://www.org-delta.de),
- MB-Systemtechnik, [www.mb-systemtechnik.com](http://www.mb-systemtechnik.com),
- PädBoutique, [www.paedboutique.de](http://www.paedboutique.de),
- Zila Elektronik, [www.zila.de](http://www.zila.de)

**Information****Tipps und Tricks zum richtigen Lüften**

Lüften Sie mindestens einmal vor und nach jeder Unterrichtsstunde bei ganz geöffneten Fenstern und Türen (sog. Stoß- und Querlüftung). Dabei entsteht ein Durchzug, welcher bereits in wenigen Minuten einen Luftaustausch ermöglicht. Gerade in den Wintermonaten reicht dadurch bereits eine Lüftungsdauer von 2 bis 3 Minuten aus.

Planen Sie in der Mitte Ihrer Unterrichtsstunde eine Lüftungspause ein, in welcher Sie kurz Fenster und möglichst auch die Tür öffnen.

Wann immer die Wetterlage und der Unterricht es zulassen: Fenster ganz öffnen, damit frische Luft hereinkommen kann.

**Kleiner Maßnahmenkatalog**

1. Kann die Luftfeuchtigkeit im Winter bei etwa 40 Prozent gehalten werden (Kontrolle über Hygrometer)?
2. Wird regelmäßig (etwa alle 20 Minuten) gelüftet?
  - a. Sind die Fensterbänke im Wesentlichen leer, sodass sich die Fenster zum Lüften schnell und problemlos öffnen lassen?
  - b. Werden beim Lüften Fenster und Tür für etwa 2 bis 3 Minuten vollständig geöffnet?
3. Prüfen Sie mit einer CO<sub>2</sub>-Ampel den Gehalt an Kohlendioxid.





# Raumgestaltung mit Farben, Pflanzen und Objekten

## Räumliche Strukturierung

In einem Klassenzimmer sollten ausreichend Platzreserven vorgesehen werden, die eine flexible Raumnutzung ermöglichen (siehe Kapitel „Raumgröße“). Das Klassenzimmer sollte neben dem typischen „Ein-Lernraum“ mit Tischen und Stühlen auch weitere Nutzungsmöglichkeiten bieten.

Kinder, Jugendliche und Erwachsene bevorzugen – wenn sie die Wahl haben – Ecken oder Nischen als Aufenthaltsort. Kleine Räume schaffen ein Gefühl von Sicherheit und Autonomie. Diesem Bedürfnis kann nachgekommen werden, indem mit Hilfe von Mobiliar oder Pflanzen „Chill-Out“-Bereiche und Lese- oder Computerecken vom eigentlichen Klassenzimmer optisch abgetrennt werden (Abb. 22). Das Klassenzimmer bietet auf diese Weise einen Lern- und Kommunikationsraum sowie zusätzliche Rückzugsmöglichkeiten für Einzel- und Gruppenarbeiten.

## Farbgestaltung

In den meisten Klassenzimmern sind die Wände bislang vollkommen weiß gehalten. Weiß lässt Räume zwar größer erscheinen, wirkt aber in der Regel lieblos und steril. Insbesondere Kinder haben zum abstrakten Weiß keinerlei Bezug. Der Einsatz von Farbe im Klassenzimmer kann daher das Raumempfinden positiv verändern.

Farben lösen beim Betrachter Gefühle und Assoziationen aus. Sie können Stimmungen verändern oder unbewusste Reaktionen hervorrufen. Jede Farbe hat, neben individuellen Vorlieben oder Abneigungen, ihre eigene Wirkung. Diese hat für die meisten Menschen Gültigkeit.

Bei der Farbgestaltung kann die (psychologische) Wirkung der einzelnen Farben berücksichtigt werden. Für ein Klassenzimmer eignen sich warme Farbtöne aus dem gelben oder orangen Spektrum. Diese Farben wirken raumweitend und erzeugen eine freundliche und kommunikative Atmosphäre (zu Farben und deren Wirkung siehe Anhang D).

Die gewählte Wandfarbe sollte sich harmonisch in die Umgebung einfügen. Außerdem sollte sie gezielt und mit Maß eingesetzt werden. Nur so kann eine positive Wirkung erreicht werden. Meistens genügt es eine Wand farbig zu gestalten, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

## Pflanzen und Objekte

Pflanzen eignen sich hervorragend für die Strukturierung von Klassenzimmern. Mit Pflanzen lassen sich z. B. Computer- oder Leseecken ästhetisch ansprechend vom restlichen Klassenzimmer abteilen. Professorin Dr. Tove Fjeld vom Norwegischen Institut für Gartenbau konnte schon 1999 die positive Wirkung einer Innenraumbegrünung in Schulen belegen. Ihre Studie zeigte, dass sich Schüler nach der Begrünung ihrer Klassenzimmer wohler fühlten und eine bessere Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit aufwiesen als vorher. Pflanzen wirken dabei auf physikalischer und psychologischer Ebene.

*Physikalisch:* Pflanzen können mithelfen, die Luftfeuchtigkeit in einem angenehmen Bereich zu halten. Etwa 97 Prozent des Gießwassers werden durch die Transpirationsleistung der Pflanzen wieder an die Umgebung abgegeben. So kann in den Wintermonaten die Luftfeuchtigkeit mit Hilfe von Pflanzen erhöht werden. Je nach Anzahl und Art der Pflanzen sind Steigerungen der Luftfeuchtigkeit von 10 Prozent möglich. Zudem können große Pflanzen mit üppigen Blättern zur Schalldämpfung und somit zur Verbesserung der Raumakustik in Klassenzimmern beitragen.

*Psychologisch:* Menschen fühlen sich von lebendem Grün angezogen und empfinden Behaglichkeit und Ausgeglichenheit in der Umgebung von Pflanzen. Stressparameter wie Blutdruck oder Muskelanspannung können durch den Kontakt mit Pflanzen nachweislich gesenkt werden. Diese Wirkung von Pflanzen wird inzwischen bei der Therapie von Kindern mit Aufmerksamkeits-Defizit-Syndrom (ADS) eingesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass diese Kinder durch den Kontakt mit Pflanzen wieder ruhiger und aufnahmefähiger wurden.



Abb. 22



Diese positiven Wirkungen von Pflanzen können auch in Schulen genutzt werden: Die Pflanzen sollten von den Schülern – soweit die altersbedingten Voraussetzungen gegeben sind – möglichst eigenverantwortlich und selbstständig gepflegt werden. Diese Übertragung von Verantwortung fördert die Kinder und Jugendlichen in ihrer sozialen Entwicklung und eröffnet dadurch neue pädagogische Ansätze.

Daneben gibt es noch weitere Möglichkeiten, einen Raum wohnlich oder behaglich zu gestalten. So kann bereits durch das Aufhängen von farblich passenden, freundlichen Vorhängen oder auch schön gerahmten Bildern (am besten von den Schülern selbst gestaltet) der gesamte Raum angenehmer wirken. Schon mit kleinen Maßnahmen lassen sich hier große Wirkungen erzielen.

### Ein Raumkonzept entwickeln – Räume gestalten

In der Schule wirken verschiedene Akteure. Für eine nachhaltige Raumgestaltung sind neben den Lehrkräften und Schülern auch der Sachkostenträger und die Eltern einzubinden. Insbesondere die Partizipation der Schüler ist für die Nachhaltigkeit der Raumgestaltung entscheidend. Die Kinder und Jugendlichen sollten bereits an der Gestaltungsplanung des Klassenzimmers so weit wie möglich beteiligt werden. So können sie Modelle oder Zeichnungen „ihres“ lernfördernden Klassenzimmers anfertigen, die als Grundlage oder Ideenpool für die Raumgestaltung dienen. Auch bei der Umsetzung (z. B. Farbgestaltung) sollten Schüler und Eltern gleichermaßen beteiligt werden (Abbildung 23 a, b und c). Dies hat mehrere Vorteile: Durch die Beteiligung der Schüler an der Planung und Gestaltung ihres eigenen Umfeldes identifizieren sie sich stärker und vor allem dauerhaft mit dem Projekt. So wird die Akzeptanz erhöht, Vandalismus verringert, kurz: das Projekt nachhaltig integriert.

### ► Kleiner Maßnahmenkatalog

1. Wie wirkt das Klassenzimmer auf den ersten Blick auf Sie?
  - a. Wirkt es freundlich und lebendig oder eher steril?
  - b. Ist Ihre erste Assoziation mit dem Raum „Wärme“ oder „Kälte“?
2. Sind eine oder mehrere Wände des Klassenzimmers farbig gestaltet?
3. Gibt es im Raum abgetrennte und unterschiedlich gestaltete Bereiche (z. B. Sitzzecke, Computerecke)?
4. Planen Sie gemeinsam mit den Schülern das „neue Raumkonzept“. Beteiligen Sie dabei auch Sachkostenträger (z. B. Gemeinde) sowie das Lehrerkollegium und die Eltern.

### Ausgewählte Informationsquellen

Wohlbefinden im Büro – Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit, Broschüre der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 7. Auflage, Dortmund 2010, S. 29-32, Download unter: [www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A11.html](http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A11.html)

Das Lernfördernde Klassenzimmer – Wie Pflanzen, Farben und Licht in Schulen Lernprozesse unterstützen, ein Ansatz der guten gesunden Schule, Schriftenreihe des Bayerischen GUVV

Fjeld, T., Grüne Nachrichten aus dem Norden; Vortrag, gehalten auf dem Symposium „Mensch, Pflanzen, Raum“, Veitshöchheim 2000, Download unter: [www.hydroflora.de/downloads/studien/fjeld.pdf](http://www.hydroflora.de/downloads/studien/fjeld.pdf)

Franz, M./Vollmert, M., Raumgestaltung in der Kita, Don Bosco Verlag 2007



Abb. 23 a, b und c

# Anhang A

## Maße, Größenklassen und Größenkennzeichnungen

**Tabelle 1** aus: DIN EN 1729-1:2006-09: Möbel – Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen – Teil 1: Funktionsmaße, Seite 13, 14

Maße in Millimeter

Größenklasse	0	1	2	3	4	5	6	8
Farbkennzeichnung	Weiß	Orange	Violett	Gelb	Rot	Grün	Blau	Braun
Körpergröße <sup>1)</sup>	800 - 950 (900)	930 - 1160 (1050)	1080 - 1210 (1200)	1190 - 1420 (1350)	1330 - 1590 (1500)	1460 - 1765 (1650)	1590 - 1880 (1800)	1740 - 2070
Sitzhöhe <sup>2)</sup>	210 (220)	260 (260)	310 (300)	350 (340)	380 (380)	430 (420)	460 (460)	510
Effektive Sitztiefe <sup>3)</sup>	225	250	270	300	340	380	420	460
Sitzbreite <sup>4)</sup>	210	240	280	320	340	360	380	400
Höhe bis Tischplatte <sup>5)</sup>	400 (400)	460 (460)	530 (520)	590 (580)	640 (640)	710 (700)	760 (760)	820
Mindesttiefe der Tischplatte		500 <sup>7)</sup>	500 <sup>7)</sup>	500 <sup>7)</sup>	500	500	500	500
Mindestlänge der Tischplatte <sup>6)</sup>		600 <sup>8)</sup>	600 <sup>8)</sup>	600 <sup>8)</sup>	600 <sup>8)</sup>	600	600	600

1) (ohne Schuhe)

2) ± 10 mm für Stühle mit einer Sitzflächenneigung zwischen - 5° und + 5°

3) ± 10 mm (0 - 2), ± 20 mm (3 - 7)

4) (mindestens)

5) ± 10 mm für Tische zur Verwendung mit Stühlen mit einer Sitzflächenneigung zwischen - 5° und + 5°

6) (je Benutzer)

7) Kann bis auf 400 mm reduziert werden (nur wenn aufgrund der Schulraumbedingungen erforderlich).

8) Kann bis auf 550 mm reduziert werden (nur wenn aufgrund der Schulraumbedingungen erforderlich).

(Werte für durchschnittliche Körperhöhe, Sitzflächenhöhe, Tischhöhe nach DIN ISO 5970:1981-01)

**Tabelle 2** aus: DIN ISO 5970:1981-01: Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen; Funktionsmaße, Seite 3, 4

Maße in Millimeter

Größenklasse	0	1	2	3	4	5	6
Farbkennzeichnung	Weiß	Orange	Violett	Gelb	Rot	Grün	Blau
durchschnittliche Körpergröße <sup>1)</sup>	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800
Höhe der Sitzfläche	220	260	300	340	380	420	460
Tischhöhe	400	460	520	580	640	700	760

1) (ohne Schuhe)

# Anhang B

## Anforderungen an die Beleuchtung eines Klassenzimmers

Gütemerkmale	Mindestanforderungen	Bemerkungen/Empfehlungen/organisatorische Maßnahmen
Tageslicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhältnis <b>lichtdurchlässige Fensterfläche</b> zu Raumgrundfläche <math>\geq 1 : 10</math></li> <li>• <b>Tageslichtquotient</b> <math>\geq 2 \%</math></li> <li>• <b>Sonnenschutz</b> zur Blendungsbegrenzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entfernung Arbeitsplatz – Fenster <math>\leq 6</math> m</li> <li>• farbneutrale Verglasungsmaterialien</li> <li>• Fenster regelmäßig säubern</li> <li>• Tageslichtlenksystem inkl. Wärmeschutz</li> </ul>
Künstliche Beleuchtung	<b>Beleuchtungsstärke:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittlere horizontale Beleuchtungsstärke in 0,75 m Höhe <math>\geq 500</math> lx</li> <li>• mittlere vertikale Beleuchtungsstärke in 1,2 m Höhe <math>\geq 150</math> lx</li> <li>• mittlere vertikale Beleuchtungsstärke Wandtafel <math>\geq 500</math> lx</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dimmbar</li> <li>• Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke <math>\geq 0,6</math></li> </ul>
	<b>Lichtfarbe der Lampen:</b> neutralweiß	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbtemperatur <math>\geq 4000</math> K</li> <li>• Vollspektrum nicht notwendig</li> </ul>
	<b>Farbwiedergabe der Lampen:</b> gut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbwiedergabeindex <math>\geq 80</math></li> </ul>
	Blendungsbegrenzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• blendungsreduzierte Leuchten mit UGR <math>\leq 19</math> zur Vermeidung von Direktblendung</li> <li>• matte Oberflächen zur Vermeidung von Reflexionsblendung</li> </ul>
	<b>Schattigkeit:</b> ausgewogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leuchten mit direkt-/indirekt-Lichtverteilung (es gibt Leuchten mit Indirektanteil, die unmittelbar unter der Decke angebracht werden)</li> </ul>
	regelmäßige <b>Wartung</b> der Beleuchtungsanlage (ca. alle 3 Jahre)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen und striktes Einhalten eines Wartungsplans</li> <li>• Säubern</li> <li>• Austausch beschädigter oder zu alter Teile</li> <li>• Beleuchtungsstärkemessungen</li> </ul>
	<b>Energieeffizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung mit manueller Regelung</li> <li>• Lichtbänder separat schaltbar</li> </ul>

# Anhang C

## Anforderungen an die Raumakustik eines Klassenzimmers

Gütemerkmale	Mindestanforderungen	Bemerkungen/Empfehlungen/organisatorische Maßnahmen
<b>Sprachverständlichkeit</b>	<b>STI</b> = Speech Transmission Index (Sprachübertragungsindex) für Klassenräume: <b>STI &gt; 0,75</b> STI = 0 nichts mehr zu verstehen STI = 0,5 mittelmäßiges Verstehen STI = 1 optimales Verstehen	Die Sprachverständlichkeit hängt direkt vom Hintergrund, Geräuschpegel und der Nachhallzeit ab. Der <b>STI</b> ist ein Maß dafür, wie gut Schüler im Klassenzimmer die Vorteile verstehen können, die vorne von der üblichen Position des Lehrers aus gesprochen werden.
<b>kein Konsonantenverlust</b>	<b>ALcons</b> = Articulation Loss of Consonants <b>%ALcons</b> als Wert für verloren gegangene oder falsch verstandene Konsonanten < 5 % = hervorragend 10 - 5% = gut 15 - 10% = akzeptabel für allgemeine Informationen/Botschaften > 15 % = inakzeptabel	Konsonanten sind die Elemente der Sprache, die am schwersten zu hören und am leichtesten zu verwechseln sind; <b>%ALcons</b> ist eine Methode zur Erfassung der Konsonantenverluste.
<b>kurze Nachhallzeiten</b>	Sollwert für Klassenräume nach DIN 18041, Bild 1; bei üblicher Größe der Räume von 200 m <sup>2</sup> : <b>0,5 Sekunden</b>	Die Nachhallzeit ist als die Zeit definiert, in der ein impulshaltiger Schallpegel um 60 dB abnimmt (gemessen in Sekunden).
<b>Senkung der Stör- bzw. Hintergrundgeräusche; Reduzierung der Sprechanstrengungen, der Herzschlagfrequenz und anderer Stressfaktoren</b>	Nutzsignalpegel (z.B. Sprache des Lehrers) > <b>10 dB</b> als vorhandener Störgeräuschpegel (für möglichst fehlerfreie Aufnahme von Informationen); bei Vorschul- und Grundschulkindern sowie Kindern mit fremder Muttersprache sind > <b>15 dB</b> Unterschied notwendig	Das Verhältnis von Nutz- zu Störsignal im Klassenzimmer ist abhängig von den im Unterricht stattfindenden Kommunikationsprozessen (z.B. Gruppenarbeiten, Stillarbeit, Frontalunterricht). Kurze Nachhallzeiten senken den Störgeräuschpegel und reduzieren den Lombard Effekt sowie die Belastung der Stimmbänder beim Sprechen.
<b>Schüler- und lernfreundliche „Hörumwelt“ in der Schule schaffen</b>	Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit als wesentliche Parameter für Lernerfolge im Unterricht	Störung der Gedächtnisleistung beim Laut- und Schriftsprachenerwerb durch unregelmäßige Hintergrund- und Störgeräusche
<b>Qualität der Schallabsorptionsmaterialien</b>	bewerteter Schallabsorptionsgrad <b>α<sub>w</sub></b> gemäß DIN EN ISO 11654:1997-07; Einteilung in fünf Absorptionsklassen: Klasse A: α <sub>w</sub> = 0,90 - 1,00 Klasse B: α <sub>w</sub> = 0,80 - 0,85 Klasse C: α <sub>w</sub> = 0,60 - 0,75 Klasse D: α <sub>w</sub> = 0,30 - 0,55 Klasse E: α <sub>w</sub> = 0,15 - 0,25	Je besser der Absorptionsgrad eines Akustikmaterials (1,00 = optimal, 0,15 = minimal), desto weniger Fläche ist innerhalb eines Raumes erforderlich, um die erforderliche Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit zu erreichen.
<b>optimale raumakustische Gestaltung der Unterrichtsräume</b>	Akustikdecke im Unterrichtsraum möglichst mit Absorptionsmaterialien der Klassen A und B	Erfahrungsgemäß sind niedrigflorige Fußbodenbeläge, Polstermöbel, Gardinen und Vorhänge nicht zur effektiven Nachhallzeitreduzierung geeignet.

# Anhang D

## Farben und deren Wirkung

Farbe	Wirkung
gelb	Gelbe Farbe verleiht dem Raum eine positive und sonnige Atmosphäre. Die Farbe Gelb wirkt auf den Geist anregend und ist somit gut für Räume geeignet, in denen gelernt wird. Gelb fördert die Konzentration und die Lernbegeisterung. Gelb wirkt kommunikationsfördernd und beeinflusst das Gedächtnis positiv.
orange	Orange erzeugt eine freundliche und gelöste Atmosphäre im Raum. Sie strahlt Wärme und Behaglichkeit aus. Orange ist auch eine „kommunikative“ Farbe. Sie kann Gespräche und soziale Interaktionen fördern. Sie ist – wie gelb – ideal geeignet für Nordzimmer bzw. Räume mit zuwenig Sonne. Orange fördert auch den Appetit und ist daher ideal für Küchen oder Räume in denen gegessen wird.
rot	Rot wirkt allgemein stimulierend, sowohl physisch als auch psychisch. Die Farbe regt den Stoffwechsel an und fördert die Durchblutung im Körper. Damit im Raum kein bedrückender aggressiver Charakter entsteht, darf rot nur akzentuierend eingesetzt werden. Auch sollte auf die Intensität des Rot-Tons geachtet werden. Am besten verwendet man warme Rot-Töne.
blau	Blaue Farben wirken in der Regel kühl. Blau kann daher in hellen Südzimmern, die sich im Sommer schnell aufheizen ausgleichend wirken. Es kann aber einem Raum auch „zuviel“ Kühle geben. Es besteht die Gefahr, dass ein blau gestalteter Raum „unnahbar“ wirkt. Blau ist die Farbe der Entspannung, der Ruhe und der Ausgeglichenheit. Es eignet sich daher – vorsichtig eingesetzt – ideal für Schlafzimmer oder in Schulen für sogenannte „Orte der Stille“.
grün	Die Farbe Grün hat eine beruhigende Wirkung. Es sorgt für Ausgleich, Sicherheit und Harmonie. Grün hat einen regenerierenden Einfluss auf den Organismus und weckt die Kreativität. Ein grüner Raum kann erholsam und vitalisierend, beruhigend und sogar „lärmdämpfend“ wirken. Der großflächige Einsatz intensiver Grün-Töne ist nicht empfehlenswert, da sie aufgrund der Reflexionen die Hautfarbe ungesund aussehen lassen können.

**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)