

Aktuelle Aspekte zur Lufthygiene in Schulen

Stand: April 2015

Die Qualität der Luft in Schulräumen hat einen entscheidenden Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Schülern und Lehrern.

Doch sowohl aktuelle Untersuchungsergebnisse verschiedener Bundesländer zur Luftqualität in Schulen als auch zahlreiche Meldungen von den kommunalen Gesundheitsbehörden weisen diesbezüglich auf ernsthafte Defizite hin, die hiermit näher erläutert werden sollen.

Auch treffen die Gesundheitsbehörden bei ihren Hygienekontrollen allzu oft auf eine offensichtliche Unkenntnis über die hygienischen sowie umweltmedizinischen Zusammenhänge in diesem sensiblen Bereich der Innenraumlufthygiene.

Dass es gelungen ist, sich an diese Zielstellung zumindest schrittweise ein Stück anzunähern, zeigen u. a. jüngste Aktivitäten zum verstärkten Einsatz einer sog. „Lüftungsampel“ in Schulen, ein Instrument, welches Lüftungsdefizite unmittelbar sichtbar macht (s. letzter Abschnitt dieses Beitrags).

Sowohl Untersuchungen der Landesuntersuchungsanstalt Sachsen als auch Untersuchungsergebnisse aus verschiedenen anderen Bundesländern weisen auf erhebliche Hygienemängel der Raumluftqualität in Schulen und anderen gemeinschaftlich genutzten Kindereinrichtungen hin. Besonders gravierend waren die Abweichungen von den Hygieneanforderungen beim Kohlendioxid, das vom Menschen permanent abgeatmet wird und deshalb in Räumen mit hohen Personenzahlen (wie u. a. Schulen, Kitaräume o. ä.) als der klassische Leitparameter für die Luftqualität gilt.

In etlichen Schulräumen waren im Winter die Kohlendioxidkonzentrationen während des Unterrichts bis zu 90 % nicht mehr als hygienekonform einzuschätzen. Punktuell traten zusätzliche Probleme zutage, wie u. a. erhöhte Feinstaubbelastungen, Schimmelpilzprobleme sowie auch beträchtliche Anreicherungen mit flüchtigen organischen Verbindungen (FOV).

Beispielsweise ergab sich aus unseren eigenen Untersuchungen von 65 Innenräumen auf flüchtige organische Verbindungen im Jahr 2011 (davon waren 47 Schul- und Kitainnenräume), dass nur 38 % als vollständig ziel- und richtwertkonform einzuschätzen waren. In 62 % der Untersuchungsräume wurden die empfohlenen Zielwertkonzentrationen für die summarische Belastung mit flüchtigen organischen Verbindungen (FOV-Summenkonzentration) überschritten. Zusätzlich wiesen 43 % dieser Räume Richtwertüberschreitungen von Einzelstoffen auf, bei denen aus gesundheitlichen Gründen vorsorglich Maßnahmen zur Ursachenermittlung und -beseitigung angezeigt waren. In 15 Fällen wurden Innenraumluftkonzentrationen ermittelt, die nicht mehr als gesundheitlich unbedenklich galten, bei denen dringender Handlungsbedarf bestand (d. h. Nutzungsänderungen bzw. -einschränkungen). Unter diesen Einrichtungen befanden sich auch 10 Kindereinrichtungen, in denen die Nutzung nicht in hergebrachter Weise fortgesetzt werden konnte. In den meisten dieser Fälle waren Lüftungsdefizite eine maßgebliche Mitursache für die gemessenen Stoffanreicherungen.

Die derzeitige Renaissance lufthygienischer Probleme in Schulen und anderen Gemeinschaftseinrichtungen und die aktuell geführte Diskussion um deren Ursachen gibt insofern zu denken, als die hygie-

newissenschaftlichen Zusammenhänge lange bekannt sind. Die Wurzeln der wissenschaftlichen Aufarbeitung und Begründung einer anforderungsgerechten Lüftung in Schulen und anderen Gemeinschaftseinrichtungen reichen bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts. Bereits der Hygieniker Max von Pettenkofer (1818-1901) machte systematische Beobachtungen, dass gemeinschaftlich genutzte Räume (darunter Schulräume, Versammlungsräume, Hörsäle, Gruppenräume o. ä.) anfällig für Anreicherungen von Atemgasen und für weitere personengebundene Ausdünstungen sind, die Unbehaglichkeiten, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Leistungsdefizite und den Geruch von „verbrauchter Luft“ erzeugen können. Er etablierte die Kohlendioxidkonzentration der Raumluft als objektiv zugänglichen (weil damals schon messbaren) Leitparameter für die Überwachung der Luftqualität in Gruppen- bzw. Gemeinschaftsräumen. Pettenkofer empfahl Lüftungsmaßnahmen ab CO₂-Gehalten von 0,1 Vol % (1000 ppm) in der genutzten Raumluft (wissenschaftlich etabliert als sog. „Pettenkofer-Zahl“), weil ansonsten Einbußen des Wohlbefindens und in der Leistungsfähigkeit drohten.

Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte (2015 in „Ausschuss für Innenraumrichtwerte“ umbenannt) des Umweltbundesamtes hat im Jahr 2008 die Gültigkeit der genannten Pettenkoferschen CO₂-Zielkonzentration von 1000 ppm aufgrund neuerer umweltmedizinischer Studien wiederholt bestätigt. Das Expertengremium hat empfohlen, diesen Wert als Leitwert bzw. Zielwert zu handhaben und durch anforderungsgerechte Lüftungsmaßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass diese CO₂-Zielkonzentration möglichst nicht überschritten wird. Die praktische Umsetzung dieser Empfehlung stellt allerdings unter den Gegebenheiten des modernen Schulalltags eine Herausforderung dar. Sie bedeutet, z. B. in Klassenzimmern mit einem verfügbaren (Standard-)Raumvolumen von 6 m³ pro Schüler hohe Luftwechsellzahlen realisiert werden müssen.

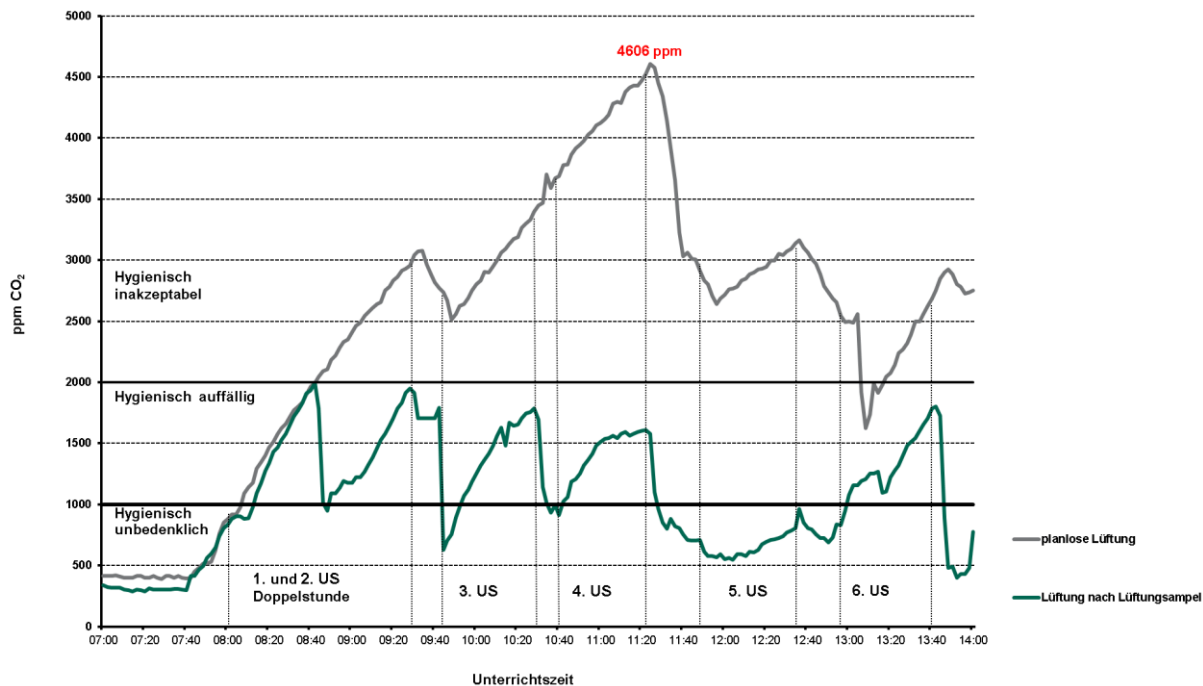
Beispielsweise würde daraus für ein Klassenzimmer mit Standardgröße und Standardbelegung konkret die Forderung nach einem 5-fachen Luftwechsel pro Stunde resultieren (entsprechend einer Luftwechsellzahl von 5 pro h), wenn lufthygienisch optimale Außenluftvolumenströme von 30 m³ je Schüler und Stunde gewährleistet werden sollen. Eine solche Lüftung, die dem Anspruch auf kontinuierlich behagliche, gesundheitszuträgliche und leistungsfördernde Raumluftbedingungen in Schulen gerecht wird, lässt sich ohne spezielle Lüftungstechnische Unterstützung in der Praxis nur mit einem hohen Maß an Lüftungsdisziplin umsetzen.

Im Rahmen von Hygienekontrollen durch den Öffentlichen Gesundheitsdienst sowie in den oben erwähnten Studien wurde und wird allerdings vielfach eine den hohen Anforderungen entgegenstehende nachlassende Lüftungsdisziplin und -sensibilität festgestellt. Immer weniger wird heute offenbar noch ein bewusst organisiertes Lüftungsregime, wie z. B. die früher übliche, regelmäßige Pausenlüftung oder die Lüftung zwischen den Doppelstunden angetroffen.

Entsprechende Befragungen zum Lüftungsverhalten machen deutlich, dass in den meisten Schulen in der Regel nach gefühltem Bedarf (d. h. nicht nach Plan) gelüftet wird. Bei einer rein gefühlsmäßigen Lüftung wird offenbar sowohl während des Unterrichts (insbesondere in den Doppelstunden) als auch in den Pausen zu wenig gelüftet. Zudem wird die Effizienz des eigenen Lüftungsverhaltens oft überschätzt.

Demgemäß entsprachen die von uns in den Klassenräumen gemessenen Raumluftverhältnisse jeweils dort am wenigsten den hygienischen Anforderungen, wo es keine an die Raumgegebenheiten bzw. auf den Bedarf abgestimmte Lüftung nach Plan gab, wo allenfalls gefühlsmäßig und ohne bestimmte Vorgaben gelüftet wurde.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft einen typischen CO₂-Konzentrationsverlauf in einem Klassenzimmer mit und ohne adäquate Lüftung.



Die "unangeleitete, planlose" Lüftung findet ihre Entsprechung in häufigeren, länger andauernden und höheren Überschreitungen von hygienischen Anforderungen an die Raumluftqualität. Genaue Zahlen, wie häufig diese Form der Lüftung in der Praxis anzutreffen ist, liegen nicht vor, die o. g. Erhebungen können nur als Stichprobe angesehen werden. Es scheint sich aber nach den bislang vorliegenden Daten und Erfahrungen um eine durchaus gängige – wenn nicht die häufigste – Praxis zu handeln. Die Ursachen für die zunehmend zu beobachtenden Defizite in einem solch wichtigen Bereich wie der Innenraumluft von Schulen, wo sich empfindlichste Nutzergruppen oft viele Stunden täglich aufhalten und wo den Kindern entsprechend dem gesetzlichen Bildungs- und Erziehungsauftrag stets ein hohes Maß an Lern- und Konzentrationsleistungen abverlangt wird, sind vielfältig. Sie sind aber nicht unvermeidbar und ganz und gar nicht als zwangsläufige Gegebenheiten des modernen Schulalltags zu akzeptieren.

Beispielsweise wird ein Teil der Versäumnisse mit Sicherheitsaspekten (Angst vor Unfällen) oder mit maroder Bausubstanz (kaputte, nicht zu öffnende Fenster) begründet. Auch ungünstige Standortbedingungen können mit den Lüftungserfordernissen kollidieren, wenn beispielsweise die Fenster wegen zu hoher Lärmbelastungen (u. a. Verkehrslärm bei straßennaher Lage) geschlossen bleiben müssen und keine Lüftungsanlage vorhanden ist.

Zu den weiteren, die Lüftungsbilanz verschlechternden Bedingungen des modernen Schulalltags zählt u. a. auch der Wegfall der selbsttätigen Grundlüftung via Fensterfugen und Undichtigkeiten in der Bauhülle in energetisch sanierten oder neuerrichteten Schulbauten. Zwar erfüllen moderne energieeffiziente Baukonstruktionen die bauordnungsrechtlich und energiepolitisch vorgeschriebenen Anforderungen an den Wärmeschutz und vermindern durch ihre hohe Luftdichtheit entsprechend unerwünschte Energieverluste. Gleichzeitig behindern sie aber die gerade in Schulräumen so dringend benötigte Abfuhr von kontinuierlich in erheblichen Mengen anfallenden Stofflasten (vor allem abgeatmetes Kohlendioxid, aber auch Geruchsstoffe), sofern die fehlende Grundlüftung nicht durch rein bewusstes forciertes Lüften wieder kompensiert wird. Mit dieser Entwicklung in Richtung immer luftdichterer Baukonstruktionen werden sich zukünftig womöglich die lufthygienischen Probleme in den Schulen noch verschärfen, wenn die vorgeschriebenen Energie- bzw. Wärmeschutzmaßnahmen einseitig realisiert – und nicht mit einem entsprechend angepassten Lüftungsregime oder mit Hilfe von technischen, den Luftwechsel unterstützenden Maßnahmen abgestimmt bzw. ausgeglichen werden.

„Eine Energiedeklaration ist ohne eine Deklaration zum Innenraumklima sinnlos. Es besteht also die Notwendigkeit, Kriterien für das Innenraumklima festzulegen, die bei Auslegung und bei Energieberechnungen sowie bei Leistungsfähigkeit und Betrieb anzuwenden sind.“

Zitat aus DIN EN 15251 (2007-08): Eingangssparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

Einen maßgeblichen Einfluss auf die Luftqualität in Schulräumen hat darüber hinaus die Schülerzahl, weil sich der Bedarf des zuzuführenden Außenluftvolumens pro zusätzlicher Schüler um mindestens 25 m³ pro Stunde erhöht (Forderung nach DIN EN 15251). Dabei spielt nicht nur das ausgeatmete Kohlendioxid eine Rolle, sondern es erhöhen sich auch die anderweitigen personenbezogenen Stoffeinträge (z. B. durch den Gebrauch von Schreib- bzw. Büromaterialien, Kosmetika usw.), die in der Summe beträchtlich sein können.

In Sachsen ist als Klassenobergrenze eine Zahl von maximal 28 Schülern in allen Schularten verbindlich festgeschrieben (SächsSchulG v. 16.07.2004).

Den Verantwortungsträgern für die Schulplanung und -leitung muss aber bewusst sein, dass enorme Anforderungen an die Lüftung resultieren, wenn allenfalls die räumlichen Mindestanforderungen erfüllt werden und andererseits die entsprechenden Schülerzahlen voll ausgeschöpft werden. Wenn irgend möglich, sollte daher eine Ausschöpfung der entsprechenden Limits vermieden werden. Ferner sollte der gegenwärtig vielenorts zu beobachtenden Tendenz von zunehmenden Klassenstärken durch eine vorausschauende schul- bzw. haushaltspolitische Planung möglichst entgegengewirkt werden.

Die folgende Tabelle fasst die Ursachen für die Lüftungsprobleme in Schulen nochmals zusammen:

Direkt auf die Lüftung Einfluss nehmende Faktoren:

nachlassende Lüftungsdisziplin bzw. -sensibilität

Bau- und Sanierungstätigkeiten erfolgen prioritär nach energiepolitischen Anforderungen (energiesparende Bauweisen, immer energieeffizientere und damit luftdichtere Baukonstruktionen)

Überbetonung von Sicherheitsaspekten (fixierte Fensterflügel)

marode Bausubstanz, nicht zu öffnende Fenster

ungünstige Standortbedingungen (z. B. erhöhte Lärmbelastungen in Straßennähe)

Indirekt, die Lüftungsbilanz verschlechternde Faktoren:

zunehmende Klassenstärken

Ausschöpfung bzw. Unterschreitung der Mindestraumproportionen

zunehmende Etablierung von Doppelstunden als sog. „Blockunterricht“

höhere Stoffeinträge durch Körperpflegemittel, Schreibutensilien, Unterrichtsmaterialien, Elektronik

zunehmende Ausdünnung der Reinigungsintervalle, nachlassende Professionalität und dadurch verstärkte Anreicherungen

Die kontinuierliche Versorgung der Unterrichtsräume mit Frischluft ist u. a. auch deshalb so bedeutsam, weil sie nach allen vorliegenden Kenntnissen und Studienergebnissen als eine unerlässliche Voraussetzung für die Ausschöpfung der schulischen Leistungspotenziale anzusehen ist.

Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass beispielsweise eine Optimierung der Frischluftzufuhr in klimatisierten Räumen zu einer Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit (z. B. zu besseren Rechenleistungen) führte und umgekehrt (Verschlechterung von Hirnrindenprozessen bei Absenkung der Luftwechselraten, bereits zitiert in „Hygienische Grundlagen der Klimagestaltung in Wohn- und Gesellschaftsbauten“, Berlin 1983). Auch neuere Studien bestätigen, dass es zu signifikanten Leistungseinbußen und diversen Befindlichkeitsstörungen kommen kann, wenn die Frischluftvolumenströme nicht den lufthygienischen Anforderungen entsprechen (z. B. Wargotzki et al. 2000). Die adversen Effekte waren bereits bei suboptimalen Raumlufbedingungen (ab 1000 ppm CO₂, teils darunter) zu beobachten. Anhand der vorliegenden Datenlage muss man zu dem Fazit kommen, dass Nachlässigkeiten in der Lüftung offenbar eindeutig zu Lasten der Aufmerksamkeit, der Konzentration sowie der kognitiven Leistungsfähigkeit gehen und entsprechend positive Effekte (in Studien überprüft anhand verschiedener physiologischer Parameter, Leistungstests sowie anhand von Wirkungen auf die Disziplin, Schüler-Lehrer-Kommunikation u. a.) offenbar an optimale Raumlufbedingungen geknüpft sind, was die Einhaltung der genannten CO₂-Konzentration von 1000 ppm bedeutet.

Derzeit sind nach Einschätzung des Öffentlichen Gesundheitsdienstes noch erhebliche Anstrengungen erforderlich, um optimale lufthygienische Verhältnisse in Klassenzimmern zu erreichen, die den Schülern und Lehrern ein Höchstmaß an physischem und psychischem Wohlbefinden sowie die volle Ausschöpfung ihrer Leistungs- und Lernfähigkeit ermöglichen. Die Gesundheitsämter wirken den vorhandenen Defiziten u. a. dadurch entgegen, dass sie mit Beharrlichkeit gegenüber den Verantwortungsträgern und Schulpersonal immer wieder die Bedeutung der Lüftung in einem der für Kinder wichtigsten Aufenthalts- und Lebensbereiche nahelegen. Eine ganz maßgebliche Verbesserung der Situation in Schulen wäre allein dadurch zu erreichen, wenn flächendeckend an allen Schulen wieder ein straff organisiertes Lüftungsregime etabliert werden würde (wie dies nach den Erfahrungen vorwendezeitlicher Schulabgänger schon einmal der Fall war).

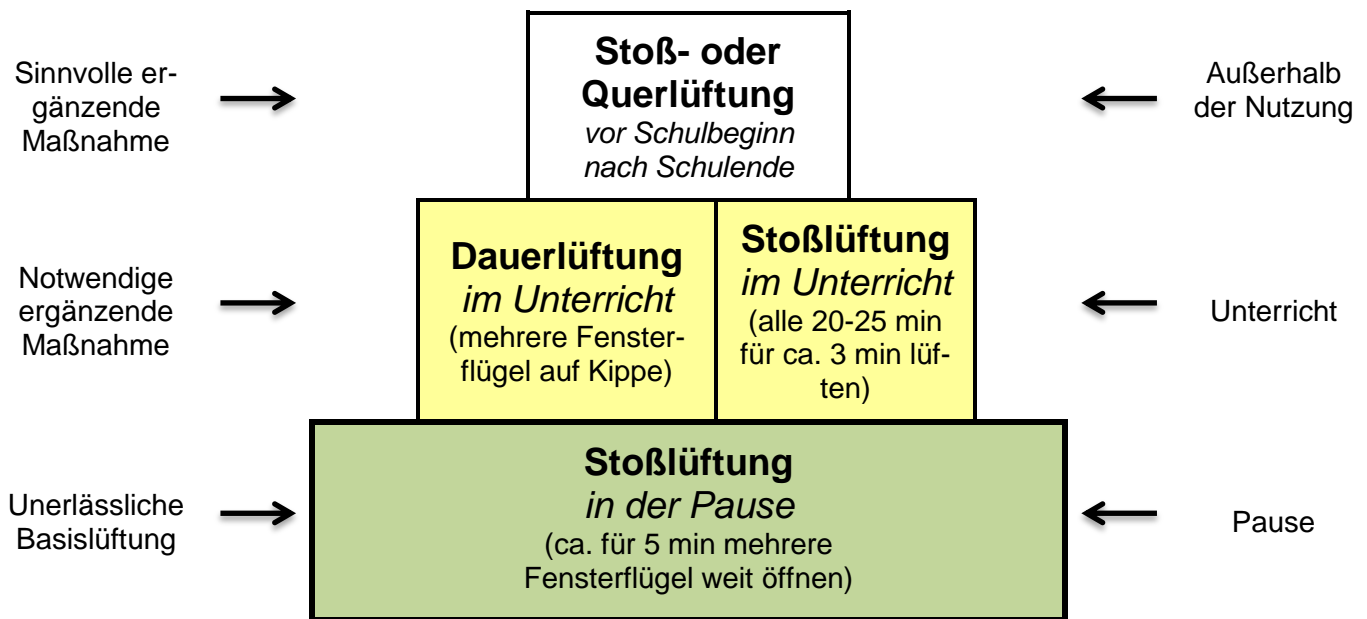
Insbesondere muss den Nutzern und Verantwortlichen bewusst sein, dass sie ihr Lüftungsverhalten den Gegebenheiten des modernen Schulalltags anpassen und entsprechende Aktivitäten forcieren müssen, und nicht umgekehrt, wie dies leider oft der Fall ist.

Die Fensterlüftung wird schließlich nur dann funktionieren, wenn konkrete Verantwortlichkeiten zum Öffnen und Schließen der Fenster bzw. Türen festgelegt werden. Es empfiehlt sich, hierfür einen Lüftungsdienst einzurichten und ein anforderungsgerechtes Lüftungsmanagement entsprechend den jahreszeitlich variablen Gegebenheiten zu organisieren.

Grundsätzlich ist eine aktive Lüftung maschinell (Raumluftechnik) oder manuell möglich. In Sachsen wird aber auf absehbarer Zeit die Lüftung von Unterrichtsräumen über die Fenster die dominante Lüftungsart bleiben.

Gegenüber den technischen Lüftungsvarianten bietet die Regulation des Luftaustausches per Hand über die Fenster Vor- und Nachteile. Sie gilt einerseits als hinreichend erprobte, gut überschaubare und kostengünstige Lüftungsart. Andererseits ist sie bestimmten Schwankungen (u. a. bedingt durch meteorologische Variablen wie Winddruck und thermischer Auftrieb) unterworfen, sie kann u. U. die Nutzung stören (z. B. beim Durchzug) und erfordert in jedem Falle eine hohe Lüftungsdisziplin. Es hat sich aber gezeigt, dass für den üblichen Schulalltag bestimmte Grundregeln ausreichen, um akzeptable Luftverhältnisse herbeizuführen, sofern diese Lüftungsregeln konsequent befolgt werden.

Lüftungspyramide



Um das Bewusstsein für die Thematik in den Schulen zu schärfen, gibt es wiederum eine Vielzahl von Möglichkeiten (z. B. Faltblätter oder Infoblätter mit Lüftungsregeln, sog. „Lüftungsampel“ als Indikator für den Lüftungsbedarf, Messaktionen der CO₂-Konzentration der Raumluft mit direkt anzeigenden handbetrieblaren Messgeräten u. v. a. m.), die seitens des Öffentlichen Gesundheitsdienstes in den Schulen vor Ort genutzt werden. Gegenwärtig kommen an verschiedenen Schulen Sachsens unter Federführung einzelner Gesundheitsämter sowie auf Initiative der Sächsischen Bildungsagentur verstärkt sog. „Lüftungsampeln“ zum Einsatz, um zu erproben, ob diese Ampeln sich bei der Lüftung von Klassenräumen als hilfreich und praktikabel erweisen.

Eine Lüftungsampel ist ein einfach handhabbares Gerät, das mit einer Anzeige ausgestattet ist, die darüber informiert, wann einem Raum frische Luft zugeführt werden soll. Die Anzeige der Ampel richtet sich jeweils nach der vom Gerät aktuell gemessenen Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft. Sie verfügt über eine Optimalanzeige (grün) sowie über zwei Dringlichkeitsstufen (gelb, rot) als optisches Warnsystem für entsprechende Lüftungserfordernisse.

Grün:	Optimale Raumluftverhältnisse (vom Umweltbundesamt empfohlene Zielkonzentrationen für CO₂ < 1000 ppm sind eingehalten)
Gelb:	länger anhaltende Gelbphasen sollten laut Empfehlungen vom Umweltbundesamt vermieden werden, eine Lüftung ist anzuraten (entspricht Kohlendioxidkonzentrationen von > 1000-2000 ppm)
Rot:	hier sollte lt. Empfehlung vom Umweltbundesamt unbedingt und unverzüglich gelüftet werden (Kohlendioxidkonzentrationen deutlich erhöht, > 2000 ppm)

Der bisherige Einsatz der Lüftungsampel verlief durchaus vielversprechend und wurde ausnahmslos als nützlich für die Unterstützung des Lüftungsmanagements eingeschätzt. Falls die Beurteilung der Schulen über den Nutzen der Lüftungsampel weiterhin so positiv ausfällt, sollte darüber entschieden werden, inwiefern nicht auf einer noch breiteren Basis zukünftig noch mehr Schulen von derartigen Instrumenten zur Optimierung der lufthygienischen Situation profitieren können.

Das Sächsische Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz sowie das Sächsische Kultusministerium sind über die gegenwärtig laufenden Aktivitäten informiert.

Bearbeiter: Dr. med. Mario Hopf LUA Chemnitz
 Dr. med. Katrin Flohrs LUA Dresden