

## Zusammenfassung CO<sub>2</sub>-Bericht

Jeder Mensch gibt beim Ausatmen permanent Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) an seine Umwelt ab. In geschlossenen Räumen führt dies dazu, dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft mit der Zeit ansteigt. Neben CO<sub>2</sub> werden auch andere Stoffe abgegeben, die zu einer Verschlechterung der Raumluftqualität führen können. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration dient daher als sogenannte Indikatorgröße, die eine Aussage über die Luftqualität in einem Raum ermöglicht.

Hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen können zu Müdigkeit führen und das Konzentrationsvermögen vermindern. Studien zeigen, dass bereits ab einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1000 ppm die Konzentrationsfähigkeit der Probanden merklich sinkt.

Da bei Raumluftmessungen in Gebäuden, die im Zuge des Konjunkturpaketes II umgebaut bzw. energetisch saniert wurden, die festgestellte CO<sub>2</sub>-Konzentration häufig nicht den hygienischen Anforderungen entsprach, die beispielsweise vom Umweltbundesamt an Räume in Schulgebäuden formuliert wurden, wurde 2012 durch die Arbeitsgruppe bug (Bau – Umwelt – Gesundheit) ein CO<sub>2</sub>-Untersuchungsprogramm aufgelegt. Dabei sollte untersucht werden, ob über freie Lüftung eine hygienisch unbedenkliche CO<sub>2</sub>-Konzentration in Klassenzimmern erreichbar ist oder der Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen zur Einhaltung dieser Konzentration zwingend erforderlich ist. Außerdem sollte geprüft werden, inwieweit signalgebende Messgeräte zur Verbesserung der Raumluftqualität beitragen können.

Die Auswahl der an dem Messprogramm teilnehmenden Schulen erfolgte in Zusammenarbeit von Schulamt, Hochbauamt, Gesundheitsamt und Umweltanalytik. Ausgewählt wurden insgesamt 6 Schulen aus den folgenden Kategorien: Schulen, in denen bauliche Verbesserungen bzw. energetische Teilsanierungen durchgeführt worden waren; Schulen, in denen keine Sanierung erfolgt war und bei denen aus diversen Gründen nur eine eingeschränkte Lüftungsmöglichkeit besteht sowie Schulen, in denen keine Sanierung erfolgte und die als beschwerdefrei gelten. Dabei wurden sowohl Grund- als auch weiterführende Schulen in das Messprogramm aufgenommen. Die Messungen erfolgten in jeweils 2 Klassenräumen. Zwei der Klassenräume sind mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet, die übrigen werden ausschließlich durch manuelle Fensterlüftung belüftet.

Da der Mensch eine steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration nicht sensorisch wahrnehmen kann, wurden im Messprogramm neben Phasen, in denen die Nutzer wie gewohnt bzw. nach eigenem Dafürhalten lüften auch Phasen durchgeführt, in denen das Lüftungsintervall durch eines von zwei signalgebenden Systemen vorgegeben wurde. Zum Einsatz kamen dabei sogenannte Luftgüte-Ampeln und Klimagriffe. Die Luftgüte-Ampeln messen die im Raum vorliegende CO<sub>2</sub>-Konzentration und fordern bei Überschreitung von zuvor festlegbaren Grenzwerten die Nutzer mittels optischer und /oder akustischer Signale zum Lüften auf. Klimagriffe werden anstelle der normalen Fenstergriffe an einem oder mehreren Fenstern montiert und berechnen über die gemessenen Werte von Lufttemperatur, Luftfeuchte und Öffnungswinkel des Fensters die nötigen Lüftungsmaßnahmen.

Die Ergebnisse des zwischen Dezember 2012 und Juli 2013 durchgeführten Messprogramms wurden dem Stadtrat mit dem Bericht „Bedeutung und Bewertung der Kohlendioxid-Belastung der Luft in Schulgebäuden“ im Juli 2013 vorgelegt. In einer vom Stadtrat beauftragten Fortsetzung des Messprogramms wurden von September 2013 bis April 2014 die zuvor optimierten Einstellungen der signalgebenden Geräte im Schulalltag weiter erprobt.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass das Lüftungsverhalten stark jahreszeiten- bzw. witterungsabhängig ist. In den warmen Sommermonaten wird unabhängig davon, ob ein signalgebendes Messgerät zu Lüften auffordert, eine bessere Luftqualität erreicht, da aufgrund der hohen Temperaturen die Fenster häufiger geöffnet werden und längere Zeit geöffnet bleiben.

Bei kühlerer Witterung in Frühling, Herbst und Winter ist dies jedoch meist nicht der Fall. Die Raumluftqualität ist daher in den Klassenzimmern anhand der ermittelten CO<sub>2</sub>-Konzentration mindestens als hygienisch auffällig, häufig auch als hygienisch inakzeptabel einzustufen. In den beiden Räumen des Untersuchungsprogramms, die mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet sind, werden niedrigere CO<sub>2</sub>-Konzentrationen erreicht. Ohne Unterstützung durch ein signalgebendes Messgerät oder mechanische Lüftungsanlagen reicht das Lüftungsverhalten jedoch nicht aus, um die Raumqualität dauerhaft in einem akzeptablen Bereich zu halten.

Negativ wirkt sich dabei aus, dass Fenster teilweise aus Sicherheitsgründen blockiert oder Fensterbänke als Ablagefläche genutzt werden, so dass die Fenster nur gekippt oder gar nicht geöffnet werden können. Auch zeigten die Rückmeldungen der Nutzer, dass eine gute, dem Lernen zuträgliche Raumluftqualität im Schulalltag eine eher untergeordnete Rolle spielt.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt auch, dass der Einsatz signalgebender Messgeräte zu einer Verbesserung der Raumluftqualität beitragen kann. Die Mindestanforderung einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von maximal 1400 ppm, die von der DIN EN 15251 an bestehende Gebäude gestellt wird, erscheint mit freier Lüftung unter optimalen Bedingungen bei Einsatz eines signalgebenden Messgeräts erreichbar. Dabei erzielte die Luftgüte-Ampel bessere Ergebnisse als der Klimagriff, der aufgrund des leisen Signaltons im Klassenzimmeralltag häufig überhört wird und durch die Montage am Fenster anfälliger für versehentliche oder mutwillige Veränderungen der gespeicherten Einstellungen und Kalibrierungen ist. Die Luftgüte-Ampel liefert in diesem Zusammenhang verlässlichere Werte. Nachteil hier ist allerdings die Staubempfindlichkeit des Messgeräts.

Generell zeigten insbesondere die Ergebnisse des zweiten Teils des Messprogramms, dass die langfristige Akzeptanz und die Bereitschaft der Nutzer, auf die Signale der Messgeräte hin entsprechende Lüftungsmaßnahmen durchzuführen, unverzichtbar sind. Das Ziel, die Raumluftqualität in Schulräumen mit einfachen Mitteln zu verbessern erscheint vor dem Hintergrund der mit dem Messprogramm gesammelten Daten möglich. Zur Erreichung dieses Ziels ist es notwendig, ein gesteigertes Bewusstsein für die Notwendigkeit und die positiven Auswirkungen einer guten Luftqualität im Innenraum im Rahmen einer dienststellenübergreifenden Zusammenarbeit zu schaffen und dieses dauerhaft zu erhalten.