



FGK

STATUS-REPORT

22

Lüftung von Schulen

- ***Raumluftqualität***
- ***Leistungsfähigkeit***
- ***Systeme***

Eine Informationsschrift des
FACHVERBANDES GEBÄUDE-KLIMA e. V.

Grundlagen zur Raumluftqualität in Schulen

Erhöhte Anforderungen an die Energieeffizienz erfordern bei Schulen wie auch bei allen anderen Gebäudetypen eine dichte Bauweise der Gebäudehülle. Messungen in fensterbelüfteten Klassenzimmern zeigen, dass die CO₂-Konzentrationen im Winter auf Werte über 3.000 ppm ansteigen können (Bild 1) [1]. Eine korrekte Lüftung über manuell bediente Fenster durch Schüler und Lehrkörper kann nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Forschungsergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss des Außenluftvolumenstromes auf die Leistungsfähigkeit von Schülern. So führt eine Verdoppelung des Außenluftvolumenstromes zu einer Leistungsverbesserung von 8 bis 14 % (Bild 2) [2].

Nach Empfehlungen des Umweltbundesamtes [3, 4] sind bei CO₂-Konzentrationen über 2.000 ppm weitergehende organisatorische, lüftungstechnische oder bauliche Maßnahmen erforderlich (Tabelle 1). In der Praxis werden darin bei aktuellem Baustandard folgende Aspekte empfohlen:

- Verringerung der Personenanzahl
- mechanische CO₂-gesteuerte Fensteröffnung
- Einbau einer Lüftungsanlage

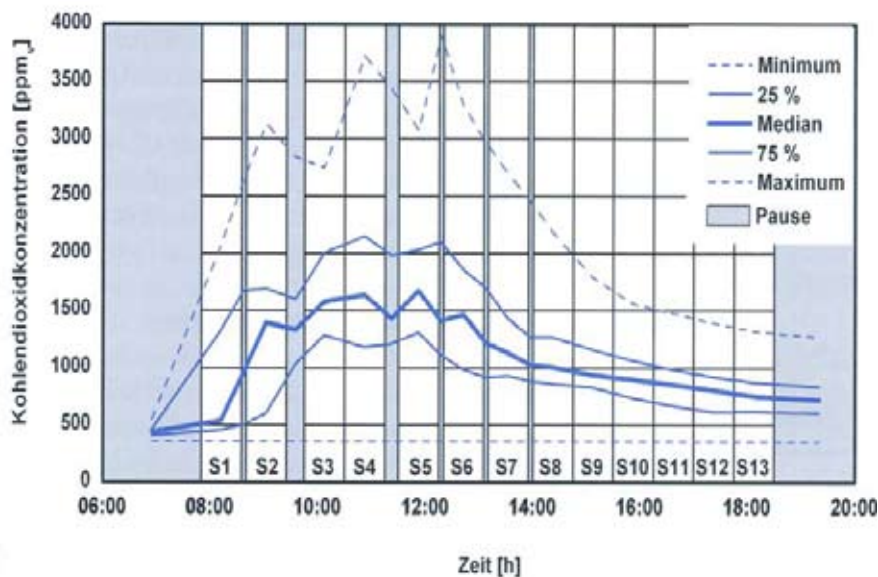


Bild 1: Typische CO₂-Konzentrationen in einem Klassenzimmer, gemittelt aus Werten der Monate Januar und Februar [1]

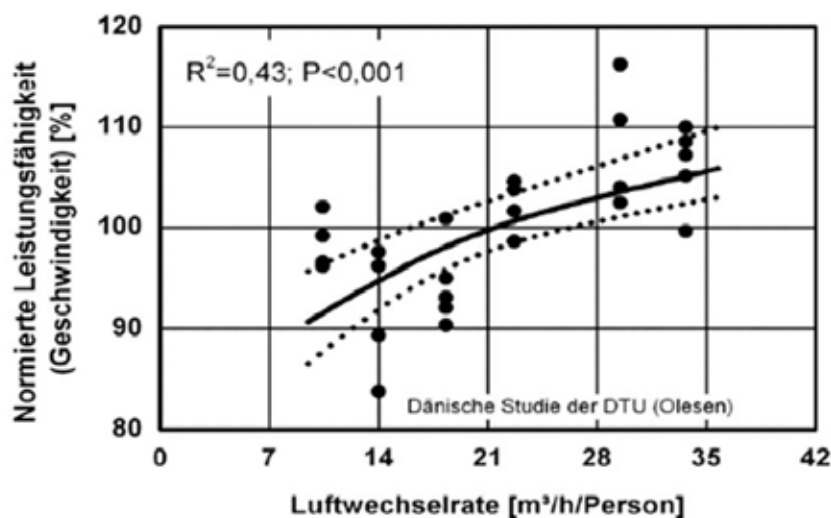


Bild 2: Geschwindigkeit der Bearbeitung von Aufgaben durch Schüler in Abhängigkeit vom Außenluftvolumenstrom je Schüler [2]

| CO ₂ -Konzentration | Hygienische Bewertung | Empfehlung |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| < 1.000 ppm | hygienisch unbedenklich | Keine weiteren Maßnahmen erforderlich. |
| 1.000–2.000 ppm | hygienisch auffällig | Lüftungsmaßnahmen intensivieren, Außenluftvolumenstrom erhöhen, Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern. |
| > 2.000 ppm | hygienisch inakzeptabel | Belüftbarkeit des Raumes prüfen, weitergehende Maßnahmen prüfen. |

Tabelle 1: Hygienische Bewertung von CO₂-Konzentrationen [3, 4]

Raumgrößen und Belegungsdichte

Für die Belegungsdichte ist in den meisten Schulbaurichtlinien der Bundesländer eine Mindestgrundfläche von 2 m² und ein Raumvolumen von 6 m³ je Schüler gefordert. In Bestandsgebäuden sind die typischen Raumgrößen und Belegungsdichten großen Schwankungen unterworfen. So weisen 80 % aller Klassenzimmer eines bayerischen Landkreises eine Grundfläche zwischen 40 und 80 m² und eine Raumhöhe zwischen 2,8 und 3,7 m auf. Je Schüler stehen in diesen Klassenzimmern damit 1,2 bis 4,6 m² bzw. 6,2 bis 14,6 m³ zur Verfügung [5].

Notwendiger Außenluftvolumenstrom für Klassenzimmer

Für die Festlegung der notwendigen Außenluftvolumenströme in Klassenzimmern sind neben den gültigen Bauordnungen die Normen DIN EN 15251, DIN EN 13779 sowie der Entwurf der VDI 6040 Blatt 1 relevant. Die für die Auslegung verwendete Norm und die Kategorien können frei gewählt werden. Bevorzugt sind die Kategorien IDA 2 oder 3 nach DIN EN 13779 bzw. II oder III nach DIN EN 15251 anzuwenden.

Auslegung nach DIN EN 13779 für ventilatorgestützte Lüftungssysteme

Der Außenluftvolumenstrom von ventilatorgestützten Lüftungssystemen kann nach DIN EN 13779 dimensioniert werden. Als Zielwert sind 1.000 bis 1.200 ppm, also IDA 2 bis 3, anzusetzen (entspricht etwa dem Sollwert bei CO₂-geregelten Systemen).

| Kategorie | Beschreibung | Erhöhung der CO ₂ -Konzentration gegenüber der Außenluft (ppm) | Außenluftvolumenstrom (m ³ /h pro Schüler) |
|-----------|---------------------------|---|---|
| IDA 1 | hohe Raumluftqualität | < 400 | > 54 |
| IDA 2 | mittlere Raumluftqualität | 400–600 | 36–54 |
| IDA 3 | mäßige Raumluftqualität | 600–1.000 | 22–36 |
| IDA 4 | niedrige Raumluftqualität | > 1.000 | < 22 |

Tabelle 2: Innenraumluftqualität und Außenluftvolumenströme nach DIN EN 13779

Auslegung nach DIN EN 15251 für freie und ventilatorgestützte Lüftungssysteme

Der Außenluftvolumenstrom von Lüftungssystemen kann unabhängig von der Art des Lüftungssystems nach DIN EN 15251 dimensioniert werden. Die Werte aus Tabelle 3 ergeben sich unter Zugrundelegung von 2 m² je Schüler und einem schadstoffarmen Gebäude mit den Einzelwerten pro Person und einem Luftvolumenstrom für die Gebäudeemissionen nach Tabelle 3. In DIN EN 15251 werden drei Kategorien des Innenraumklimas festgelegt. Die Kategorien berücksichtigen das Maß an Erwartungen der Nutzer und empfehlen die Anwendung der Kategorien auf Gebäude unterschiedlichen Alters bzw. Erhaltungszustandes. Kategorie II und III gelten für ein normales Maß an Erwartungen (Neubau) und Kategorie III für ein moderates Maß an Erwartungen (Bestand). Kategorie I steht für ein sehr hohes Maß an Erwartungen und sollte nur für Personen mit körperlichen Einschränkungen oder sehr kleinen Kindern angewendet werden. Tabelle 3 zeigt Beispiele für empfohlene Lüftungsraten bei Nichtwohngebäuden nach DIN EN 15251 für drei Kategorien der Verunreinigung durch das Gebäude selbst. Die Raten sind je Person und je m² Grundfläche angegeben. Zur Berechnung sind pro Zeile der zutreffende Wert aus den Spalten 3–5 mit 2 zu multiplizieren und mit dem Wert aus Spalte 2 zu addieren.

| Kategorie | Luftvolumenstrom m ³ /h (Schüler) | Luftvolumenstrom für Verunreinigungen durch Gebäudeemissionen m ³ / (h m ²) | | | Beispiel für schadstoffarme Gebäude 2 m ² /Person |
|------------|---|---|-------------------------|-------------------------------|--|
| | | sehr schadstoffarmes Gebäude | schadstoffarmes Gebäude | nicht schadstoffarmes Gebäude | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (2) + (4) x 2 |
| I | 36 | 1,8 | 3,6 | 7,2 | 43 m³/h |
| II | 25 | 1,3 | 2,5 | 5,0 | 30 m³/h |
| III | 14 | 0,7 | 1,4 | 2,9 | 17 m³/h |

Tabelle 3: Personenbezogener Luftvolumenstrom und Luftvolumenstrom zur Abführung der Gebäudeemissionen nach DIN EN 15251

Die Auslegung nach DIN EN 15251 (Kategorie II und III) wird derzeit bevorzugt angewendet.

Weitere Auslegungsgrundlagen

Für Kinder können die notwendigen Außenluftvolumenströme bei bekannter Altersstruktur auch altersabhängig definiert werden. Tabelle 4 ist ein Auszug aus dem österreichischen Leitfaden „Klassenzimmerlüftung – 61 Qualitätskriterien“ [6].

| Alter der Kinder | Außenluftvolumenstrom bei Zielwert [m ³ /h pro Person] | |
|------------------|--|---------------------------|
| | 1.200 ppm CO ₂ | 1.000 ppm CO ₂ |
| 0–6 Jahre | 19 | 25 |
| 6–10 Jahre | 19 | 25 |
| 10–14 Jahre | 23 | 30 |
| 14–19 Jahre | 24 | 33 |
| über 19 Jahre | 25 | 34 |
| Lehrkraft | 28 | 37 |

Tabelle 4: Außenluftvolumenstrom in Abhängigkeit vom Zielwert der CO₂-Konzentration und dem Alter der Kinder [6]

Akustik

Die akustische Qualität von Klassenzimmern hat einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Schülern. Dazu ist eine gute Sprachverständlichkeit im Unterricht bei möglichst müheloser Sprechweise des Lehrers erforderlich. Die akustische Wahrnehmung durch die Schüler wird durch die Schallreflexion, die Nachhallzeit und Störgeräusche beeinflusst. Nach DIN 4109 darf der Störschalldruckpegel einen Wert von 30 bis 35 dB(A) nicht überschreiten. Der niedrigere Wert gilt für Personen mit eingeschränktem Hörvermögen oder für die Wahrnehmung schwieriger oder fremdsprachiger Texte.

Lüftungssysteme für Klassenzimmer

Klassenzimmer bei bestehenden Schulgebäuden werden in Deutschland meist über manuell zu bedienende Fenster gelüftet. Bei Neubau und Sanierung von Schulen werden zunehmend geregelte Lüftungssysteme gefordert, da ohne derartige Systeme meist die erforderlichen Luftqualitäten nur unzureichend erfüllt werden können. Auch automatisierte Fensterlüftungskonzepte sind aus Sicht der Luftqualität zielführend. Hybride Lüftungssysteme nutzen natürliche und maschinelle Antriebskräfte. Für den Einsatz in Schulgebäuden eignen sich insbesondere die auf den folgenden Seiten dargestellten Lüftungskonzepte und Lüftungssysteme. Aus energetischer Sicht sind Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zu bevorzugen. Aus Sicht der Behaglichkeit ist eine Nachheizung der Zuluft oder eine Heizung in der Nähe der Außenluftnachströmung vorzusehen.

Funktionsräume

Chemieraum

Für die Abzüge sind die Randbedingungen für Labore einzuhalten.

Physik- und Biologieraum

Wie Klassenzimmer, soweit keine besonderen Anforderungen bestehen.

Aula


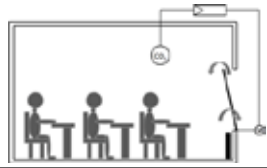
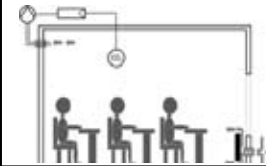
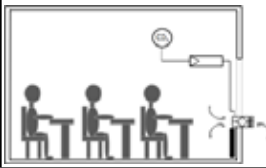
Die Aula ist wie ein Veranstaltungsraum zu behandeln.

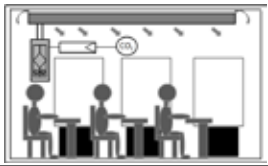
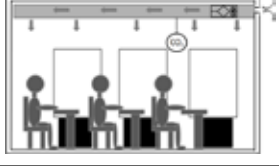
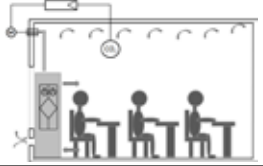
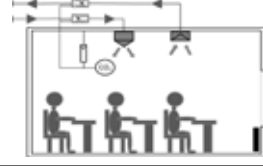
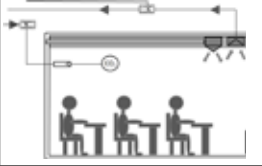
Turnhallen


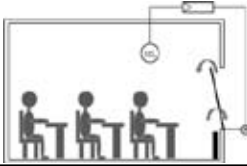
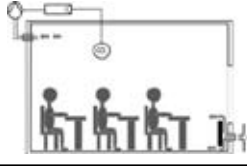
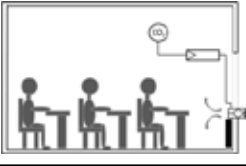
Für die Auslegung von Turnhallen ist die DIN 18032 Teil 1 zu beachten.

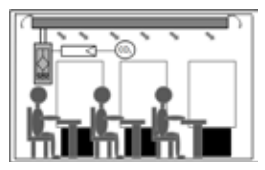
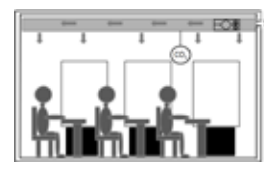
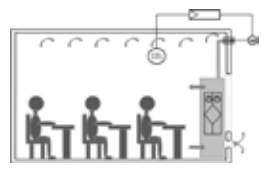
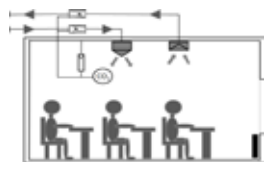
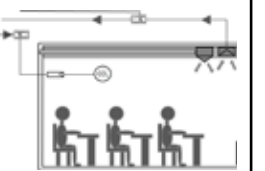
Literaturhinweise

- [1] Hellwig, R.T.; Antretter, F.; Holm, A.; Sedlbauer, K.: Untersuchungen zum Raumklima und zur Fensterlüftung in Schulen. Bauphysik 31 (2009), Heft 2, S. 89–98
- [2] Wargocki, P.; Wyon, D.P.: Effects of HVAC on students performance. ASHRAE Journal 2006, S. 22–28
- [3] Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, erarbeitet von der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes Berlin, August 2008
- [4] Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft, Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden, Bundesgesundheitsblatt 11/2008
- [5] Hellwig, R.T.; Kersken, M.; Schmidt, S.: Ausstattung von Klassenräumen mit Einrichtungen zum Temperieren, Lüften und Belichten, Bauphysik 31 (2009), Heft 3, S. 157–162
- [6] Greml, A.; Kapferer, R.; Leitzinger, W.; Gösseler, A.; Blümel, E.: Klassenzimmerlüftung – 61 Qualitätskriterien 2008/1

| Systeme Beispiel für einen Schulraum mit 60 m ² Grundfläche und für 30 Schüler | Fensterlüftung | | Abluftsysteme | mehrere Lüftungsgeräte pro Raum |
|--|---|---|--|--|
| | Konzept, Gerätetyp | Lüftungsplan Lüftungsampel | geregelt, motorisch unter- stützte Fensterlüftung | geregelt Abluftsysteme |
| Schema |  |  |  |  |
| Beschreibung | Einseitige, freie Lüftung über Fenster, Schachtlüf- tung, belegungsabhängigen Lüftungsplan erstellen. CO ₂ - oder andere geeig- nete Luftqualitätssensoren melden in den Klassenzim- mern schlechte Luftqualität. | CO ₂ - oder andere geeignete Luftqualitätssensoren regeln die Luftqualität über moto- risch verstellbare Fenster und Oberlichter. | Abluftsysteme mit Luftvo- lumenstromregelung nach einer geeigneten Führungs- größe in Verbindung mit motorisch verstellbaren Nach- bzw. Überströmöff- nungen; bei Nachheizung ist wirksame Rückströmsperre erforderlich. | Brüstungsgeräte sind komplette Lüftungssysteme in einer Einheit. Sie lassen sich architektonisch gut integrieren. Es sind 3–5 Geräte pro Klassenzimmer erforderlich. |
| Außenluftvolumenstrom pro Fenster und pro Gerät, Geräteanzahl pro Raum | Kippstellung für Dauerlüftung: 50–150 m ³ /h, Schwenkstellung für Stoß- lüftung: 200–800 m ³ /h | Kippstellung: 200–400 m ³ /h, 2–3 Fensterstellantriebe pro Raum | 200–600 m ³ /h, 1–3 Überströmöffnungen pro Raum | 100–200 m ³ /h je Gerät, 3–6 Geräte pro Raum 200–300 m ³ /h je Gerät, 2–3 Geräte pro Raum |
| Brandschutz | Brandschutzklappen bei Überströmung in notwen- dige Flure, Schächte als Brandabschnitt | Brandschutzklappen bei Überströmung in notwen- dige Flure, Schächte als Brandabschnitt | Brandschutzklappen in Abluftleitung, Technikraum u. Vertikalschächte als Brandabschnitt | selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft |
| Anforderungen an Hygiene und Komfort | | | | |
| Mittelwert CO ₂ -Konzentration über Unterrichtseinheit < 1.000 ppm laut neuer VDI 6040 | bei Einhaltung des Lüftungsplanes Über- schreitungen bei geringen Außentemperaturen | möglich bei geeigneter Fassade mit getrennten Zu- und Abluftöffnungen und Heizkörper unter Fenstern, Überschreitung bei sehr geringen Außentemperaturen | ja, möglich nur mit Nachheizung | möglich > 600 m ³ /h |
| Feinstaub-Filterung | nicht möglich | nicht möglich | eingeschränkt möglich mit großem F7-Filter | möglich |
| Raumtemperatur < 26 °C | nein | Minimierung der Überschrei- tungszeit durch motorisch geregelt Nachtauskühlung | möglich mit dezentraler Kühlung | möglich mit dezentraler Kühlung |
| Zugluftbegrenzung | bedingt bei einstellbarem Fensterspalt u. Heizkörper- anordnungen unter Fenstern, nicht bei Stoßlüftung | ja, nur bei Heizkörperanordnung unter Fenstern | ja, möglich nur bei Nachheizung | ja, möglich bei richtiger Planung |
| Schallschutz Außenlärm | nein | nein | möglich mit Schalldämpfer | möglich |
| TGA-Geräusche im Raum, Schalldruck < 35 dB(A) | entfällt | ja, nur bei stabiler Regelung mit reduzierter Stellhäufigkeit | abhängig vom Volumenstrom möglich | abhängig vom Volumenstrom möglich |
| Feuchtekontrolle, Begren- zung max. Feuchte | nein | nein | möglich | möglich |
| Fenster, Außen- u. Fortluft- durchlässe, Wetterschutz, minimaler Kurzschluss Außen- u. Fortluft | kein Wetterschutz, Bedienung von Hand | Integration in Regelung möglich | erforderlich | erforderlich |
| Luftverteilsystem im Raum | nein | nein | nein | möglich |
| Luftverteilsystem im Gebäude | entfällt | entfällt | erforderlich | entfällt |
| Wärmerückgewinnung | nicht möglich | nicht möglich | nicht möglich | möglich |
| Vereisungsschutz Wärmerückgewinner | entfällt | entfällt | entfällt | erforderlich |

| dezentrale, raumweise Lüftungssysteme mit Zu- und Abluftventilator und mit Wärmerückgewinnung | | | (semi-) zentrale Lüftungssysteme | |
|--|--|--|--|--|
| ein Lüftungsgerät pro Raum | | | ein Lüftungsgerät für mehrere Räume | Betonkerntemperatur mit Zuluft |
| Wandgeräte | Deckengeräte | Standgeräte | Lüftungsgerät Innen-/Außengerät (Dachzentrale) | Lüftungsanlage mit in die Betondecke integrierten Rippenrohren |
|  |  |  |  |  |
| Ein Lüftungsgerät als Wandgerät belüftet den Raum über ein kurzes Luft- leitungssystem. Die Zuluft- versorgung ist besonders gleichmäßig und zugfrei möglich. Vergleichbar mit einem zentralen Lüftungs- system. | Diese Geräte sind vergleichbar mit den Wandgeräten. Die Luftaufbereitung, Schalldämp- fung und Luftverteilung kann in einem Deckenabsatz unter- gebracht oder in Sichtmontage ausgeführt werden. | Luftaufbereitung und Verteilung sind in einem kompakten Standgerät untergebracht. | Ein Lüftungsgerät versorgt mehrere Klassenzimmer mit zentral aufbereiteter Au- ßenluft. Luftleitungssystem erforderlich. | Je nach Erfordernis sind in den Decken der Klassenräu- me Aluminiumrippenrohre integriert, durch die die Zuluft in den Raum gelangt. Die freie Kühlung kann über weite Zeiträume des Jahres zum Kühlen der Räume kostenlos genutzt werden. |
| 500–900 m³/h, 1 Gerät pro Raum | 500–900 m³/h, 1 Gerät pro Raum | 600–1.000 m³/h, 1 Gerät pro Raum | 1.200–12.000 m³/h, 1 Gerät für 2–20 Räume | 1.200–12.000 m³/h, 1 Gerät für 2–20 Räume |
| selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft | selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft | selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft | Brandschutzklappen in Luftleitung, Technikraum u. Vertikalschächte als Brandabschnitte | Brandschutzklappen bei Durchtritt in anderen Brandabschnitt |
| möglich > 600 m³/h | möglich > 600 m³/h | möglich > 600 m³/h | möglich > 600 m³/h | möglich > 600 m³/h |
| möglich | möglich | möglich | möglich | möglich |
| möglich mit dezentraler Kühlung | möglich mit dezentraler Kühlung | möglich mit dezentraler Kühlung | möglich mit dezentraler Kühlung | möglich mit effektiver Nachtauskühlung und Spitzenlastkühlung |
| ja, möglich bei richtiger Planung | ja, möglich bei richtiger Planung | ja, möglich bei richtiger Planung | ja, möglich bei richtiger Planung | möglich |
| möglich | möglich | möglich | möglich | möglich |
| abhängig vom Volumenstrom möglich | abhängig vom Volumenstrom möglich | abhängig vom Volumenstrom möglich | abhängig vom Volumenstrom möglich | abhängig vom Volumenstrom möglich |
| möglich | möglich | möglich | möglich | möglich |
| erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich, Kurzschluss zwischen Au- ßen- u. Fortluft vermeidbar |
| erforderlich | erforderlich, im Sichtgerät integriert | nein | erforderlich | nicht erforderlich (in Betondecke integriert) |
| entfällt | entfällt | entfällt | erforderlich | erforderlich |
| möglich | möglich | möglich | möglich | Auf Grund der WRG in der Betondecke beträgt die Rückwärmzahl zusammen mit der WRG im Zentralgerät über 95 %. |
| erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich | im Zentrallüftungsgerät erforderlich |

| Systeme | Fensteröffnung | | Abluftsysteme | |
|---|---|---|--|---|
| | Beispiel für einen Schulraum mit 60 m ² Grundfläche und für 30 Schüler | | | |
| Konzept, Gerätetyp | Lüftungsplan Lüftungspanel | geregelt, motorisch unterstützte Fensterlüftung | geregelt Abluftsysteme | Brüstungs- u. Zargengeräte, Fassadenlüftungsgeräte |
| Schema |  |  |  |  |
| Luftfilter mind. F7 | nicht möglich | nicht möglich | nicht möglich | möglich |
| Nacherhitzer | nicht möglich | nicht möglich | möglich mit Nacherhitzer | erforderlich |
| Regelung, Sensorik für Lüftung | nein | erforderlich | erforderlich | erforderlich |
| Merkmale, Funktionen | | | | |
| automatische Kontrolle über Lüftung/Nutzereingriff | nicht möglich | bei geeigneter Fassade möglich/möglich | möglich/möglich | erforderlich/möglich |
| Nutzung freie Kühlung während Nutzung | möglich mit Handbedienung | möglich mit Temperaturregler | möglich mit Temperaturregler | möglich mit WRG-Bypass und Temperaturregler |
| Nachtkühlung | nein | möglich mit Temperaturregler und Witterungsschutzregelung | möglich mit Temperaturregler und Witterungsschutzregelung | möglich |
| Auskühlschutz Raum | nicht möglich | erforderlich | erforderlich | erforderlich |
| Frostschutz Raumheizung/Nacherhitzer, wenn vorhanden | erforderlich für Heizkörper | erforderlich für Heizkörper | erforderlich für Heizkörper und Nacherhitzer | erforderlich für Nacherhitzer |
| Energiebedarf, Betriebskosten | | | | |
| niedriger Strombedarf Ventilatoren (SFP < 1 kW/(m ³ /s)) | entfällt | entfällt | erreichbar | erreichbar |
| niedrige Lüftungswärmeverluste (< 1 kWh/m ² /a) | nein | nein | mit Abluft-WP nicht erreichbar | möglich |
| niedrige Energiekosten (< 4 Euro/m ² /a) | nein | nein | nein | möglich |
| niedrige Wartungskosten (< 2 Euro/m ² /a) | entfallen | möglich | möglich | möglich |
| Bautechnische Auswirkungen, Abstimmung Gewerke, Medien | | | | |
| zusätzliche Fassadenöffnung pro Raum erforderlich | entfällt | entfällt | 1–3 pro Raum | 6–12 pro Raum |
| Raumflächenbedarf für Lüftung < 2 % m ² TF/m ² NF (TF = techn. Funktionsflächen, DIN 277) | entfällt | entfällt | erreichbar | möglich |
| raumweise Umrüstung bei gleichzeitiger Nutzung des Gebäudes | möglich | möglich | nicht möglich | schwer möglich, da Eingriff in Heizung erforderlich |
| Flexibilität Nutzungsänderung | Anpassung Lüftungspan | Aktivierung zusätzlicher Lüftungsflügel | Programmierung Abluft-Volumenstromregler | Fassadenöffnungen vorbehalten, Gerätenachrüstung einfach |
| Umstellung bei Nutzungsänderung | einfach, organisatorisch | einfach, ggfs. eingeschränkt | einfach, ggfs. eingeschränkt | einfach, ggfs. eingeschränkt |

| dezentrale, raumweise Lüftungssysteme mit Zu- und Abluftventilator und mit Wärmerückgewinnung | | | (semi-) zentrale Lüftungssysteme | |
|--|---|---|--|--|
| ein Lüftungsgerät pro Raum | | | ein Lüftungsgerät für mehrere Räume | Betonkerntemperierung mit Zuluft |
| Wandgeräte | Deckengeräte | Standgeräte | Lüftungsgerät Innen-/Außengerät (Dachzentrale) | Lüftungsanlage mit in die Betondecke integrierten Rippenrohren |
|  |  |  |  |  |
| erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich |
| möglich | möglich | möglich | erforderlich | kann wegen der großen WRG u. U. entfallen |
| erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich |
| erforderlich/möglich | erforderlich/möglich | erforderlich/möglich | erforderlich/möglich | möglich |
| möglich mit WRG-Bypass und Temperaturregler | möglich mit WRG-Bypass und Temperaturregler | möglich mit WRG-Bypass und Temperaturregler | möglich mit WRG-Bypass und Temperaturregler | bei entsprechenden Tempe- raturen optimal möglich |
| möglich | möglich | möglich | möglich, energetisch nur sinnvoll bei niedrigem Strombedarf der Venti- latoren | sehr effektiv wegen Spei- chereffekt der Betondecke |
| erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich | erforderlich |
| erforderlich für Nacher- hitzer | erforderlich für Nacher- hitzer | erforderlich für Nacher- hitzer | erforderlich für Heizkör- per und Nacherhitzer | Heizung: normale Regelung für Nacherhitzer (wenn vorhanden) |
| erreichbar | erreichbar | erreichbar | erreichbar | abhängig vom Anlagenkon- zept, wird aber durch die niedrigen Konditionierungs- kosten überkompensiert |
| möglich | möglich | möglich | möglich | möglich |
| möglich | möglich | möglich | möglich | erreichbar |
| möglich | möglich | möglich | möglich | möglich |
| 2 pro Raum | 1–2 pro Raum | 2 pro Raum | entfällt | entfällt |
| möglich | möglich | möglich | schwer erreichbar | schwer erreichbar |
| möglich | möglich | möglich | nicht möglich | nur bei Neubau anwendbar |
| Fassadenöffnungen vorbehalten, Gerätenach- rüstung einfach, hohe Flexibilität bei Luftvertei- lung im Raum | Fassadenöffnungen vorbe- halten, Gerätenachrüstung einfach, uneingeschränkte Nutzung der Grundfläche | Fassadenöffnungen vorbe- halten, Gerätenachrüstung einfach, Standort ohne Umbau der Luftleitungen nicht veränderbar | Anpassung Volumenströ- me über Programmie- rung V-Regler, Nachrü- stung schwierig | Bei achsweiser Verlegung der Rohre in der Betonde- cke ohne weiteres möglich |
| einfach | einfach | einfach | aufwendiger | möglich |



Grundschule Gensingen (Exhausto)



Grundschule Sailauf (Rosenberg Ventilatoren)



Berufsschulzentrum Recklinghausen (Kiefer)



Waldschule Egels, Aurich (LTG AG)



Gymnasium Göttenbach (LTG AG)





Grundschule Setzingen (LTG AG)



Schule Starnberg (Trox)



Grundschule Dautphetal (LTG AG)



Schule Prien (Trox)



Weitere Schriften aus der Reihe STATUS-REPORT:

Best.-Nr.:

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | Raumluftechnische Anlagen – Instandhaltung, Reinigung, Entsorgungsaufgaben | 9 |
| 2 | Moderne Klimaanlage: Die Wohlfühltechnik! | 106 |
| 3 | Klimaanlagen: Die unsichtbaren Problemlöser! | 107 |
| 4 | DIN EN 13779 – Lüftung von Nichtwohngebäuden | 108 |
| 5 | Energetische Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage | 113 |
| 6 | Energetische Inspektion von Kälteanlagen zur Klimatisierung | 120 |
| 7 | Bewertung der Außenluftqualität | 121 |
| 8 | Fragen und Antworten zur Raumlufffeuchte | 139 |
| 9 | Hygiene in Wohnungslüftungsanlagen | 129 |
| 10 | Regenerative Energien in der Klima- und Lüftungstechnik | 140 |
| 11 | EU-Verordnung NR. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase FREQUENTLY ASKED QUESTIONS | 137 |
| 12 | Verbindliche Temperaturen | 140 |
| 13 | Ehrenkodex Instandhaltung und Reinigung von RLT-Anlagen | 144 |
| 14 | Definition von Klimaanlage nach EnEV und EPBD | 146 |
| 15 | Raumluftechnische Anlagen – Leitfaden für die Durchführung von Hygieneinspektionen nach VDI 6022 | 143 |
| 16 | Information zur Hygiene in RLT-Anlagen | 145 |
| 17 | Bewertung des Innenraumklimas | 154 |
| 18 | Wohnungslüftung | 159 |
| 19 | Rehva Guidebook No 8: Die Sauberkeit von Lüftungsanlagen (Deutsche Fassung) | 150 |
| 20 | Die Bewertung von Wärmerückgewinnung und Regenerativen Energien in RLT-Anlagen für Nicht- wohngebäude nach EEWärmeG | 162 |
| 21 | Software zur Anwendung von Wohnungslüftung | 175 |
| 23 | Anforderungen an RLT-Geräte in hocheffizienten Nichtwohngebäuden | 176 |
| 24 | Hinweise für die CE-Kennzeichnung von Wohnungslüftungsgeräten | 177 |
| 25 | EG-Konformitätsbewertung von Raumluftechnischen Produkten | 178 |
| 26 | Gütesiegel Raumklimageräte | 179 |
| 27 | Checkliste für die Abnahme von Klima- und Lüftungsanlagen | 170 |

Eine Information der Arbeitsgruppe Raumklimageräte und Behaglichkeit im FACHVERBAND GEBÄUDE-KLIMA e. V.

FACHVERBAND GEBÄUDE-KLIMA e. V.
Danziger Str. 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: +49 7142 78 88 99 0
Fax: +49 7142 78 88 99 19
E-Mail: info@fgk.de
www.fgk.de



FACHVERBAND
GEBÄUDE-KLIMA e. V.