



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 [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

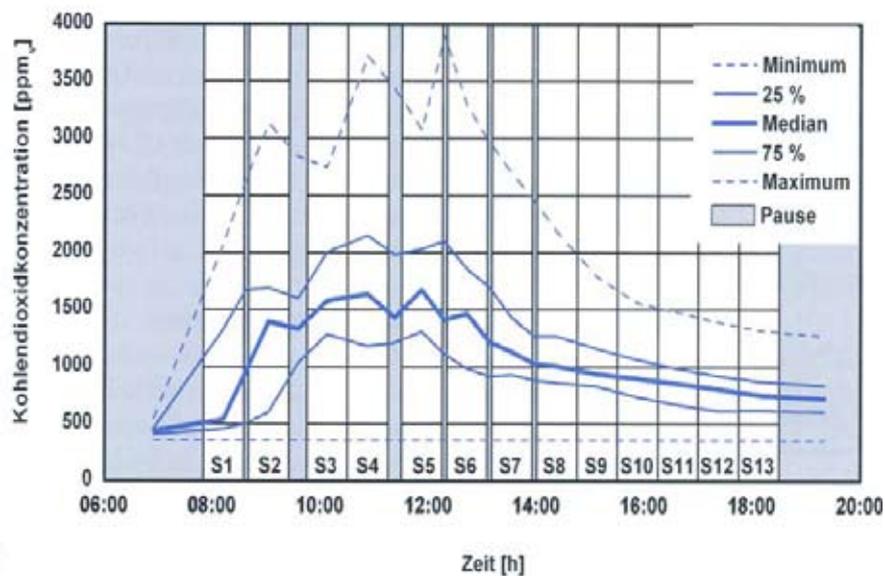


Bild 1: Typische CO₂-Konzentrationen in einem Klassenzimmer, gemittelt aus Werten der Monate Januar und Februar [1]

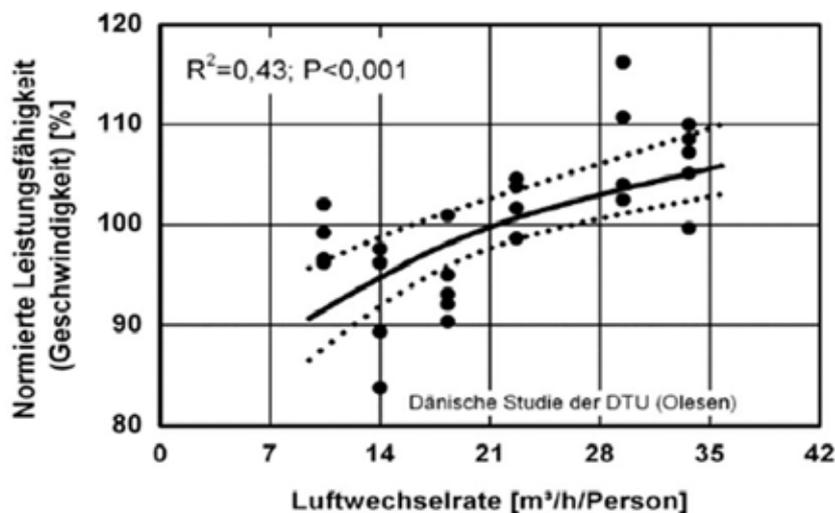


Bild 2: Geschwindigkeit der Bearbeitung von Aufgaben durch Schüler in Abhängigkeit vom Außenluftvolumenstrom je Schüler [2]

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 je Schüler und ein Raumvolumen von 6 m³ gefordert. In Bestandsgebäuden sind die typischen Raumgrößen und Belegungsdichten großen Schwankungen unterworfen. So weisen 80 Prozent 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 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 m ³ /h
II	25	1,3	2,5	5,0	30 m ³ /h
III	14	0,7	1,4	2,9	17 m ³ /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 Kindern 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 des Kindes	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: Außenvolumenstrom 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

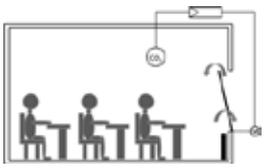
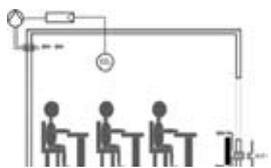
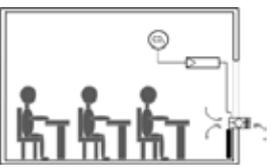
Die Aula ist wie ein Veranstaltungsraum zu behandeln.

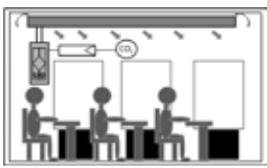
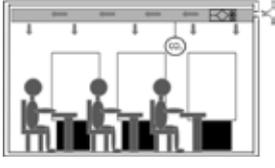
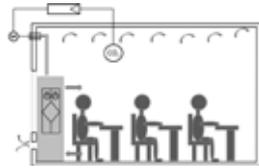
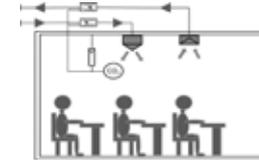
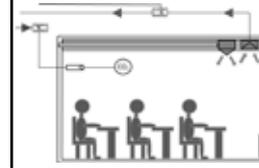
Turnhallen

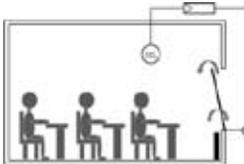
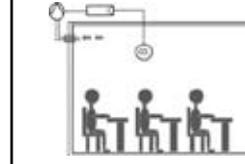
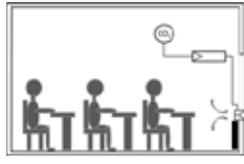
Für die Auslegung von Turnhallen ist die DIN 18032 Teil 1 zu beachten.

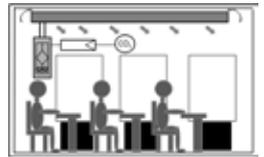
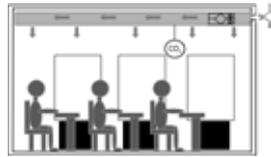
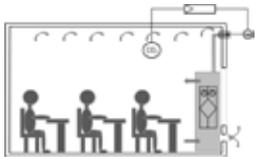
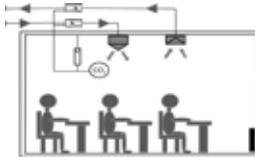
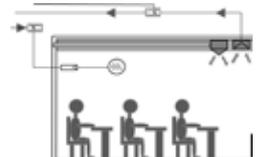
Literaturhinweise

- [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	Geregelte motorisch unterstützte Fensterlüftung	Geregelte Abluftsysteme	Brüstungs- u. Zargengerät, Fassadenlüftungsgeräte
Schema				
Beschreibung	Einseitige, freie Lüftung über Fenster, Schachtlüftung, belegungsabhängigen Lüftungsplan erstellen. CO ₂ - oder andere geeignete Luftqualitätssensoren melden in den Klassenzimmern schlechte Luftqualität.	CO ₂ - oder andere geeignete Luftqualitätssensoren regeln die Luftqualität über motorisch verstellbare Fenster und Oberlichter.	Abluftsysteme mit Luftvolumenstromregelung nach einer geeigneten Führungsgröße in Verbindung mit motorisch verstellbaren Nach- bzw. Überströmöffnungen; 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: 50–50 m ³ /h, Schwenkstellung für Stoßlüftung: 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 notwendige Flure, Schächte als Brandabschnitt	Brandschutzklappen bei Überströmung in notwendige 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 Überschreitungen 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 Überschreitungszeit durch motorisch geregelte Nachtauskühlung	möglich mit dezentraler Kühlung	möglich mit dezentraler Kühlung
Zugluftbegrenzung	bedingt bei einstellbarem Fensterspalt und Heizkörperanordnungen 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, Begrenzung max. Feuchte	nein	nein	möglich	möglich
Fenster, Außen- u. Fortluftdurchlässe, 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 m ³ /h, 1 Gerät pro Raum	500–900 m ³ /h, 1 Gerät pro Raum	600–1.000 m ³ /h, 1 Gerät pro Raum	1.200–12.000 m ³ /h, 1 Gerät für 2–20 Räume	1.200–12.000 m ³ /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 m ³ /h	möglich > 600 m ³ /h	möglich > 600 m ³ /h	möglich > 600 m ³ /h	möglich > 600 m ³ /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 der Spei- chermasse Decke und nur 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				Mehrere Lüftungsgeräte pro Raum
Konzept, Gerätetyp	Lüftungsplan Lüftungsampel	Geregelte motorisch unterstützte Fensterlüftung	Geregelte 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 /m ² /a)	entfallen		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 Lüftungsplan	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 Temperaturen optimal möglich
möglich	möglich	möglich	möglich, energetisch nur sinnvoll bei niedrigem Strombedarf der Ventilatoren	sehr effektiv wegen Speichereffekt der Betondecke
erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
erforderlich für Nacherhitzer	erforderlich für Nacherhitzer	erforderlich für Nacherhitzer	erforderlich für Heizkörper und Nacherhitzer	Heizung: normale Regelung für Nacherhitzer (wenn vorhanden)
erreichbar	erreichbar	erreichbar	erreichbar	abhängig vom Anlagenkonzept, wird aber durch die niedrigen Konditionierungskosten 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, Gerätenachrüstung einfach, hohe Flexibilität bei Luftverteilung im Raum	Fassadenöffnungen vorbehalten, Gerätenachrüstung einfach, uneingeschränkte Nutzung der Grundfläche	Fassadenöffnungen vorbehalten, Gerätenachrüstung einfach, Standort ohne Umbau der Luftleitungen nicht veränderbar	Anpassung Volumenströme über Programmierung V-Regler, Nachrüstung schwierig	Bei achsweiser Verlegung der Rohre in der Betondecke ohne weiteres möglich
einfach	einfach	einfach	aufwendiger	möglich



Grundschule Gensingen (Exhausto)



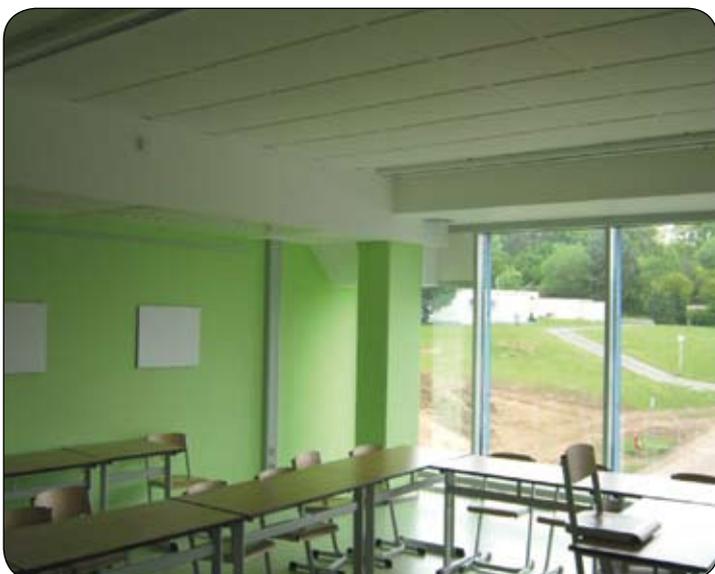
Grundschule Sailauf (Rosenberg Ventilatoren)



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.