
EnEff:Schule

Luftqualität – Messung versus Nutzerauskunft

6. Symposium Energieeffiziente Schule
des BMWi-Förderschwerpunktes EnOB

Karin Schakib-Ekbatan / Annette Roser

Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES)
Karlsruhe

Micha Illner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)
Stuttgart

EnEff:Schule

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Institut für Ressourceneffizienz
und Energiestrategien.



HOCHSCHULE
FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN
MÜNCHEN



Fraunhofer

IBP

Lüftungskonzepte von Schulen



Vergleich von Monitoring-Daten:

- Abluftsystem (Zuluftkastenfenster mit dez. Abluft)
- Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)
- Dezentrale Lüftungsanlage mit WRG und FRG
- Zentrale Lüftungsanlage mit WRG und FRG
- Zentrale Lüftungsanlage mit WRG



Gegenüberstellung Nutzerauskunft und Monitoring:

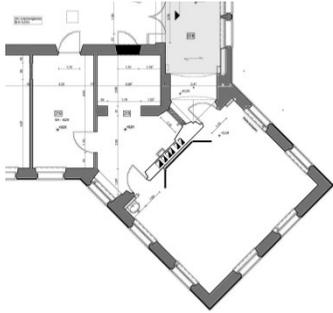
- Nutzerauskunft
- CO₂-Konzentration
- Energieverbrauch



Luftqualität: Psychophysiologische Aspekte

- Luftqualität wird vor allem über Geruchswahrnehmung bewertet.
- Geruchswahrnehmung ist eine Verarbeitungsleistung des Gehirns.
- Schneller Gewöhnungseffekt an die Innenraumluft
=> das manuelle Lüften wird vergessen
- Erhöhte Temperatur und Luftfeuchte => höhere Geruchsintensität, evtl. geringere Akzeptanz der Luftqualität
- Feuchtabgabe an der Haut und am Auge ist bei Mischluftströmung größer als bei Quellluftströmung
=> Beschwerden über zu trockene Luft?

Vorgehen bei der Auswertung



Auswahl von repräsentativen Klassenräumen

- Orientierung, Lage, Fensterfläche und Nutzung
- Anzahl an Umfrageteilnehmer



Auswertung der CO₂-Konzentration bei Anwesenheit

- Präsenzmelder-Signale
- Lüftungssignale und Präsenztaster

Auswertungsintervall von 15 Minuten

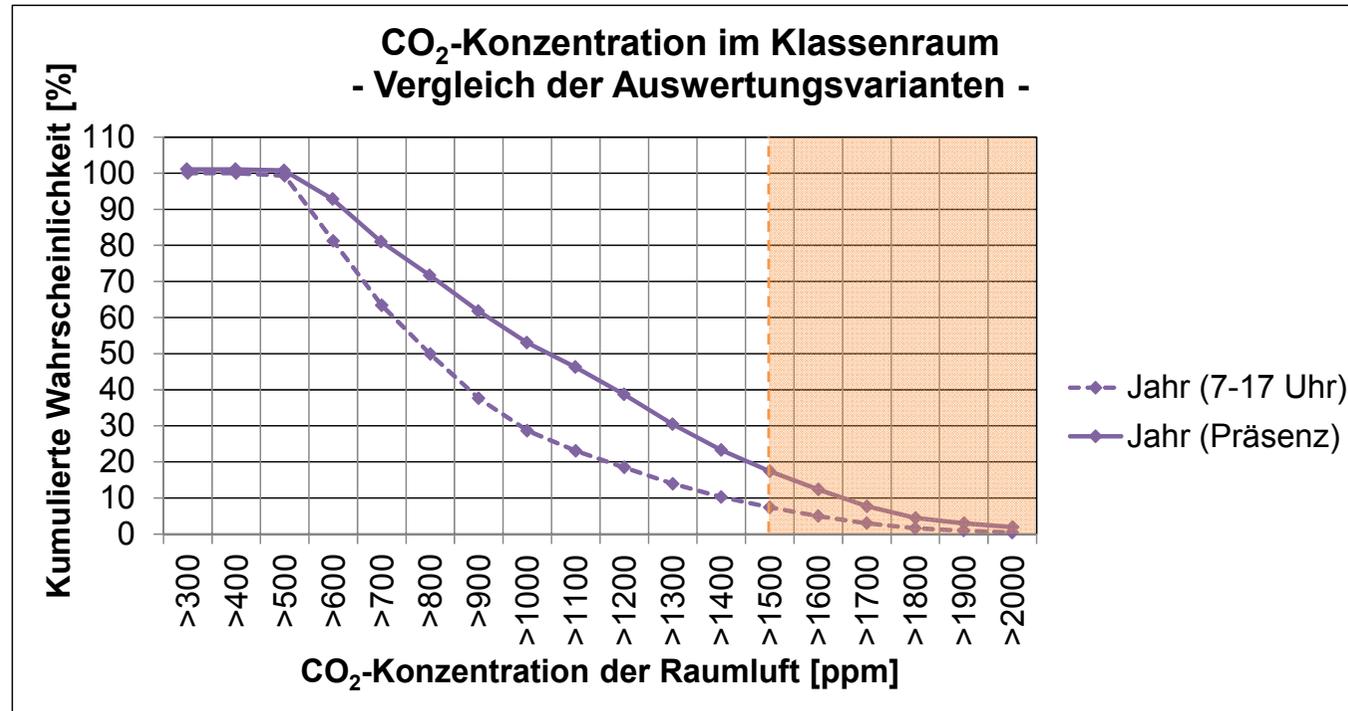
- Kleinstes gemeinsames Intervall
- Maximalwertsuche innerhalb des Auswertintervalls bei geringerem Messintervall



Darstellung als Mittelwert über Räume und Jahre

Einfluss der Messdatenauswertung

Unterschiedliche Methoden der Auswertung:

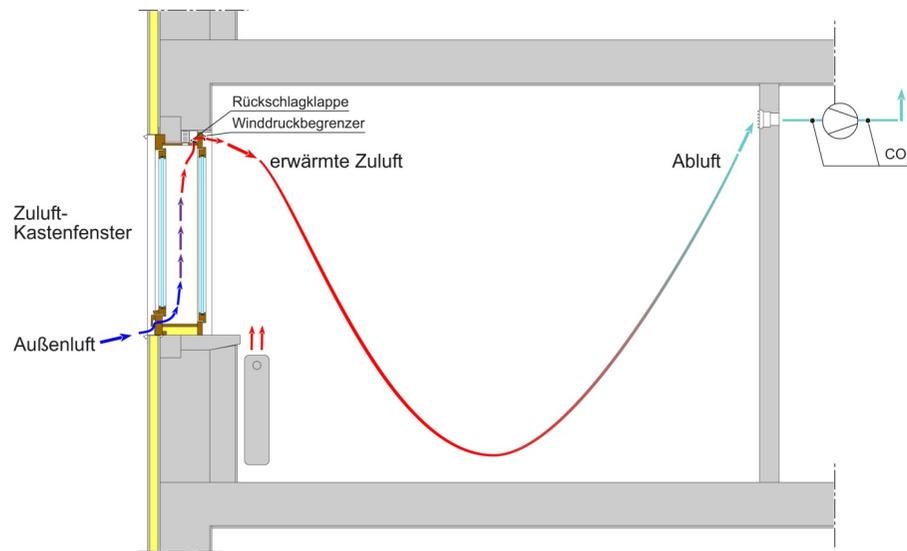


Bezeichnung	Nutzung [h]	CO ₂ >1500 ppm [%]
Jahr (7-17 Uhr)	1880	7,4
Jahr (Präsenz)	721	16,4

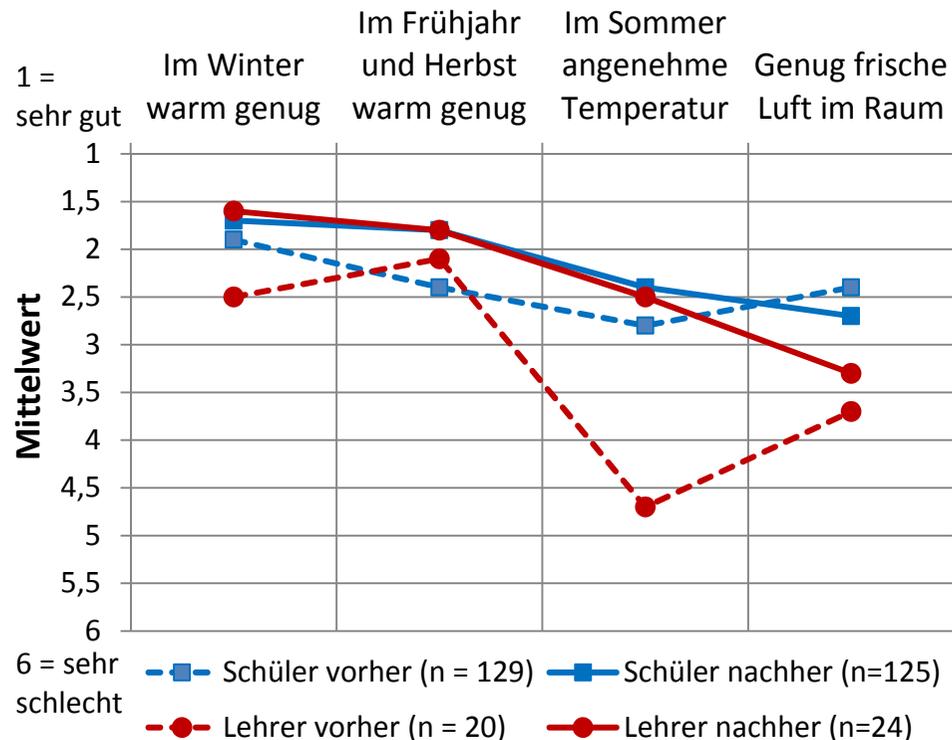
Abluftsystem (Zuluftkastenfenster mit dez. Abluft)

- Zuluft wird über Kastenfenster in die Räume eingebracht
- Natürlicher Auftrieb wird bei Bedarf durch Ventilatoren unterstützt
- Drehzahl der Abluftventilatoren ist CO₂-gesteuert

Umgesetzt in der Friedrich-Fröbel-Schule in Olbersdorf



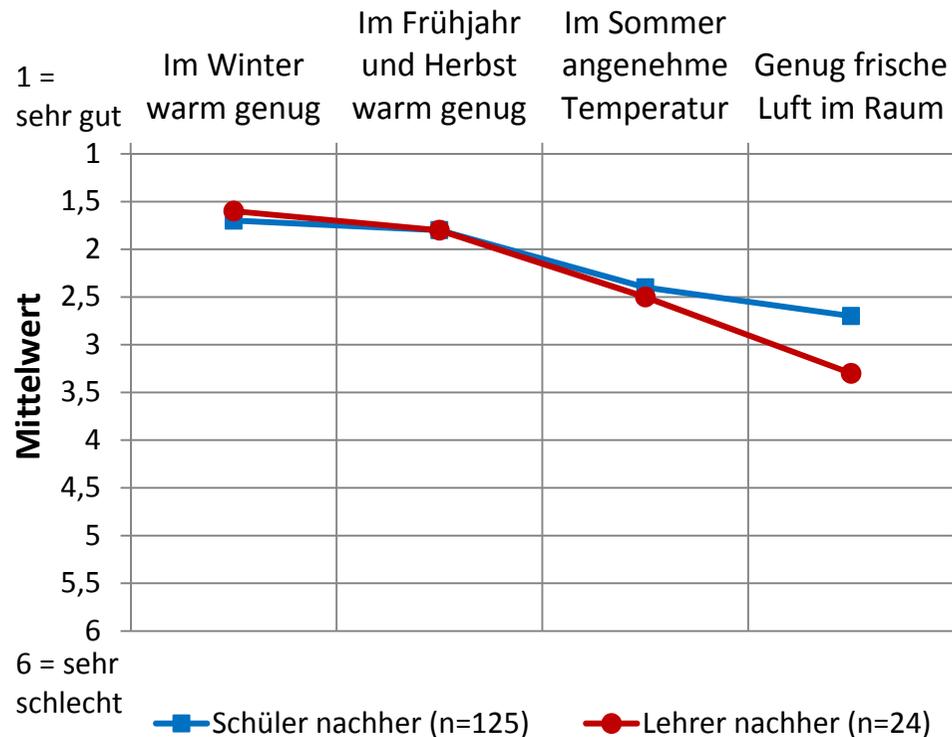
Abluftsystem (Zuluftkastenfenster mit dez. Abluft)



Kommentare und Erkenntnis aus Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

- „Die Luft ist schnell stickig.“
- „Es zieht.“
- Lüftungsdilemma Lüften versus Sonnen-/Blendschutz!

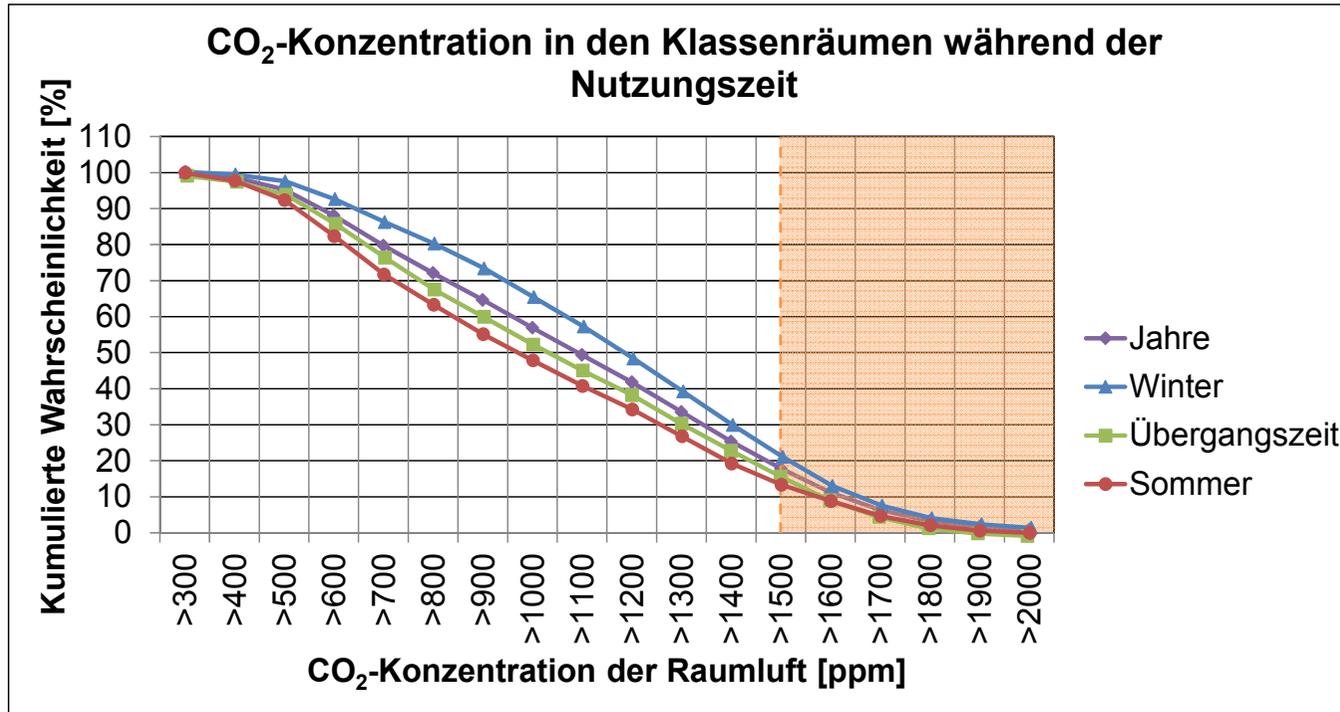
Abluftsystem (Zuluftkastenfenster mit dez. Abluft)



Kommentare und Erkenntnis aus Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

- „Die Luft ist schnell stickig.“
- „Es zieht.“
- Lüftungsdilemma Lüften versus Sonnen-/Blendschutz!

Abluftsystem (Zuluftkastenfenster mit dez. Abluft)

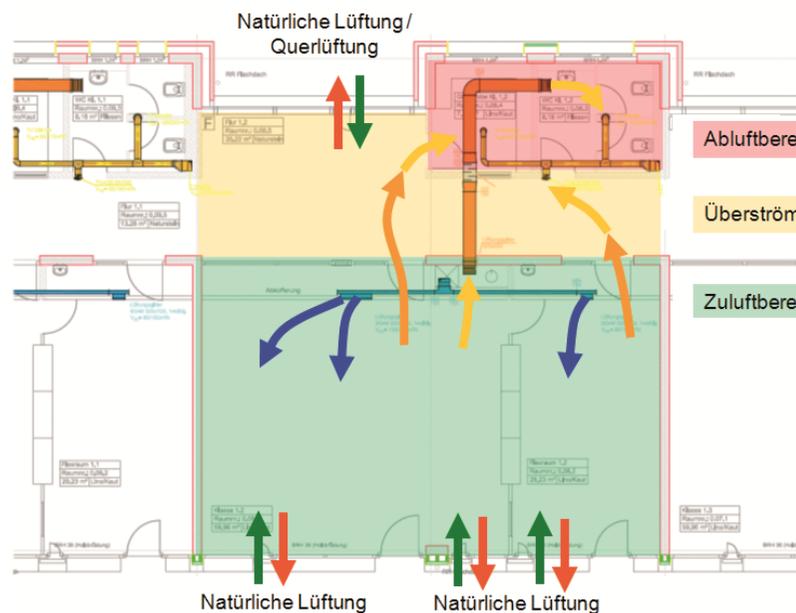


Bezeichnung	Datum	CO ₂ >1500 ppm [%]
Jahr	Jan. - Dez.	18
Winter	Jan.-Feb. & Nov.-Dez.	21
Übergangszeit	Mrz.-Apr. & Sep.-Okt.	17
Sommer	Mai - Aug.	14

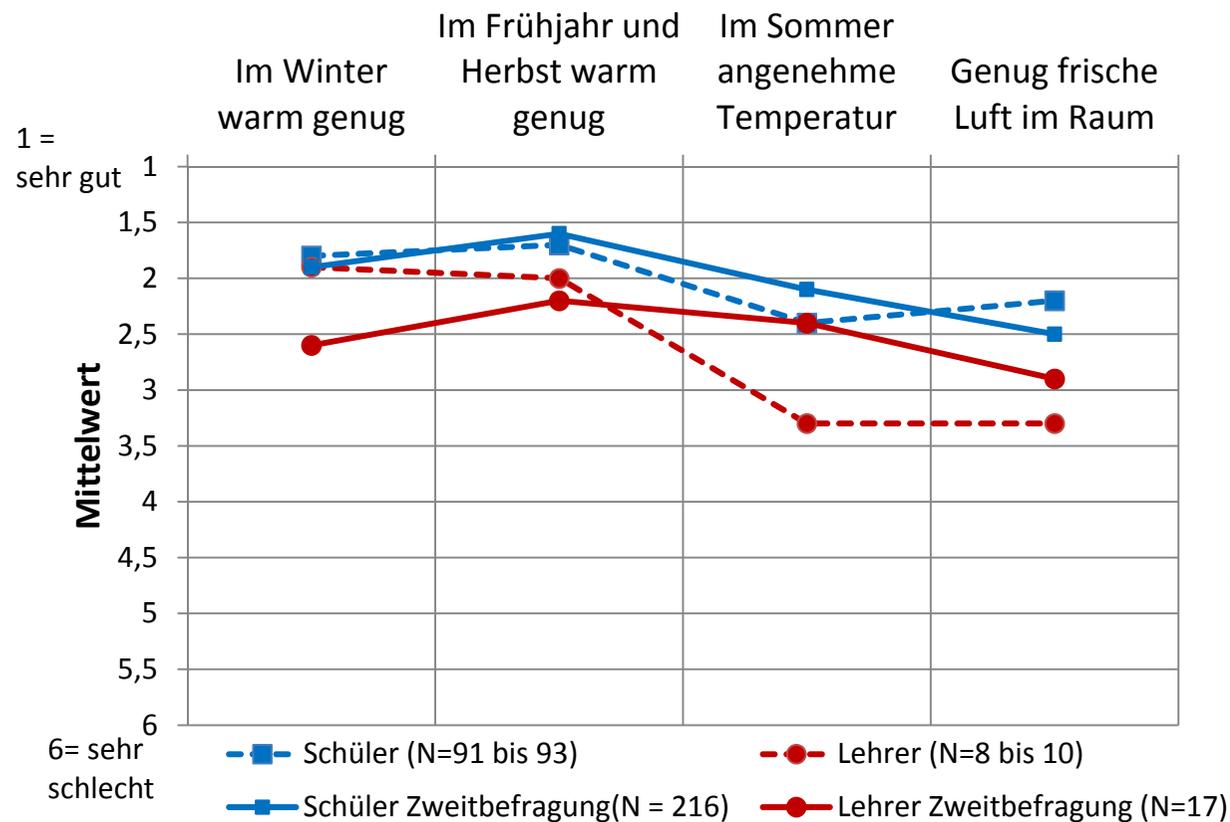
Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)

- Grundlüftung mit niedrigem Volumenstrom
- Automatische Fensteröffnung in den Pausen
- Sommerliche Nachtlüftung über motorische Fensterflügel

Umgesetzt in der Grundschule Hohen Neuendorf



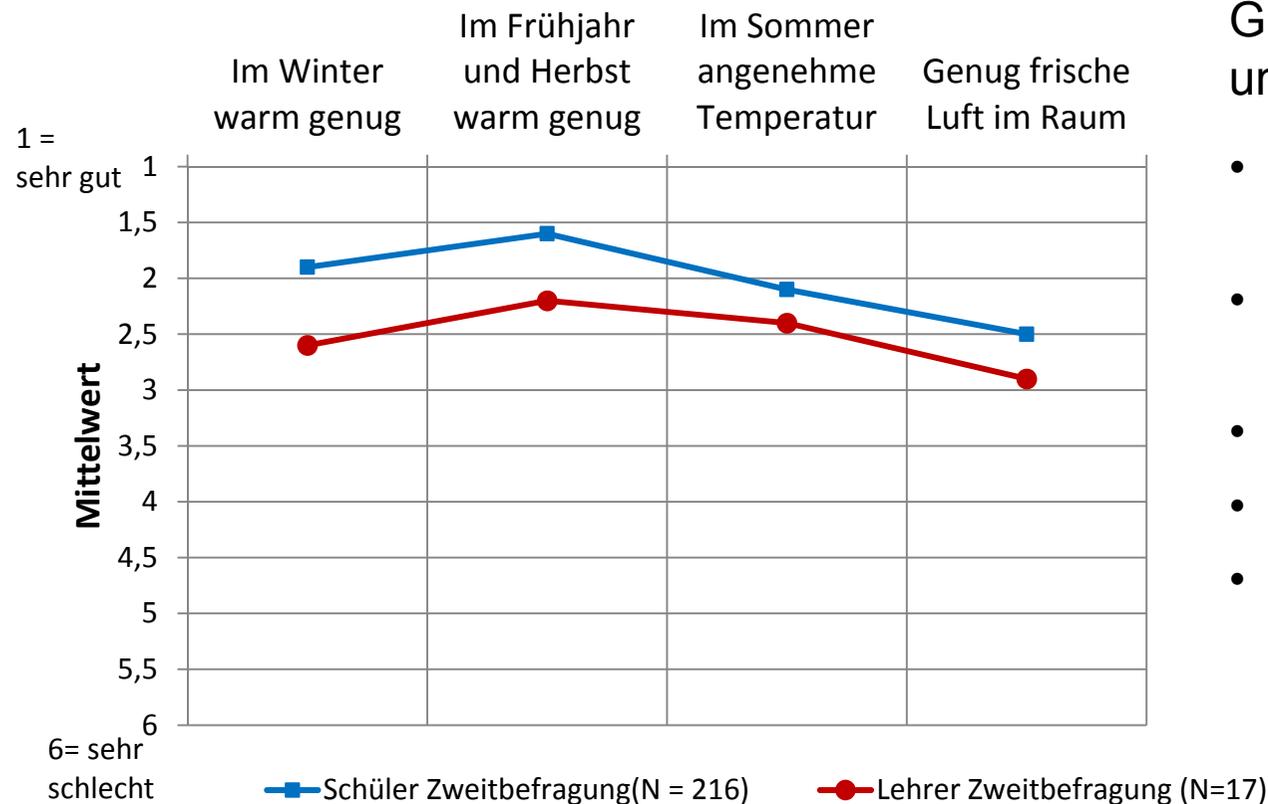
Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)



Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

- Anfangs Geruch vom Teppichbodenkleber
- Technische Probleme mit den Fensterklappen
- Kommunikationsdefizite
- Unklare Zuständigkeiten
- Höhere Instandhaltungskosten als gedacht

Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)

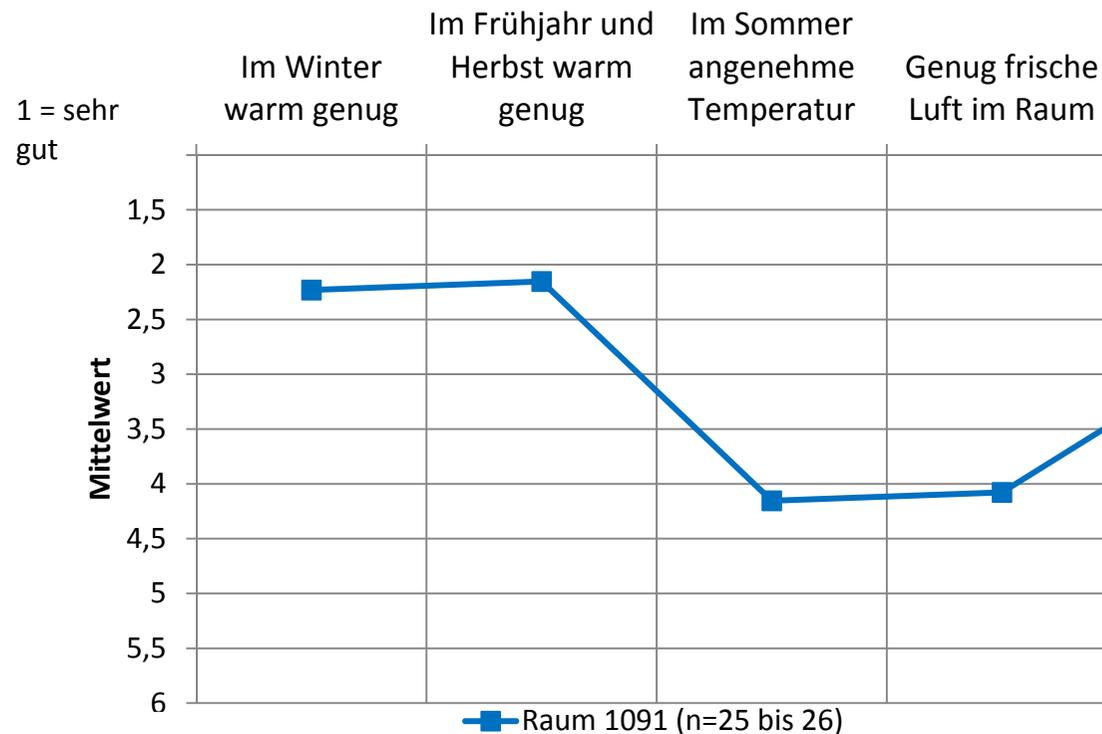


Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

- Anfangs Geruch vom Teppichbodenkleber
- Technische Probleme mit den Fensterklappen
- Kommunikationsdefizite
- Unklare Zuständigkeiten
- Höhere Instandhaltungskosten als gedacht

Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)

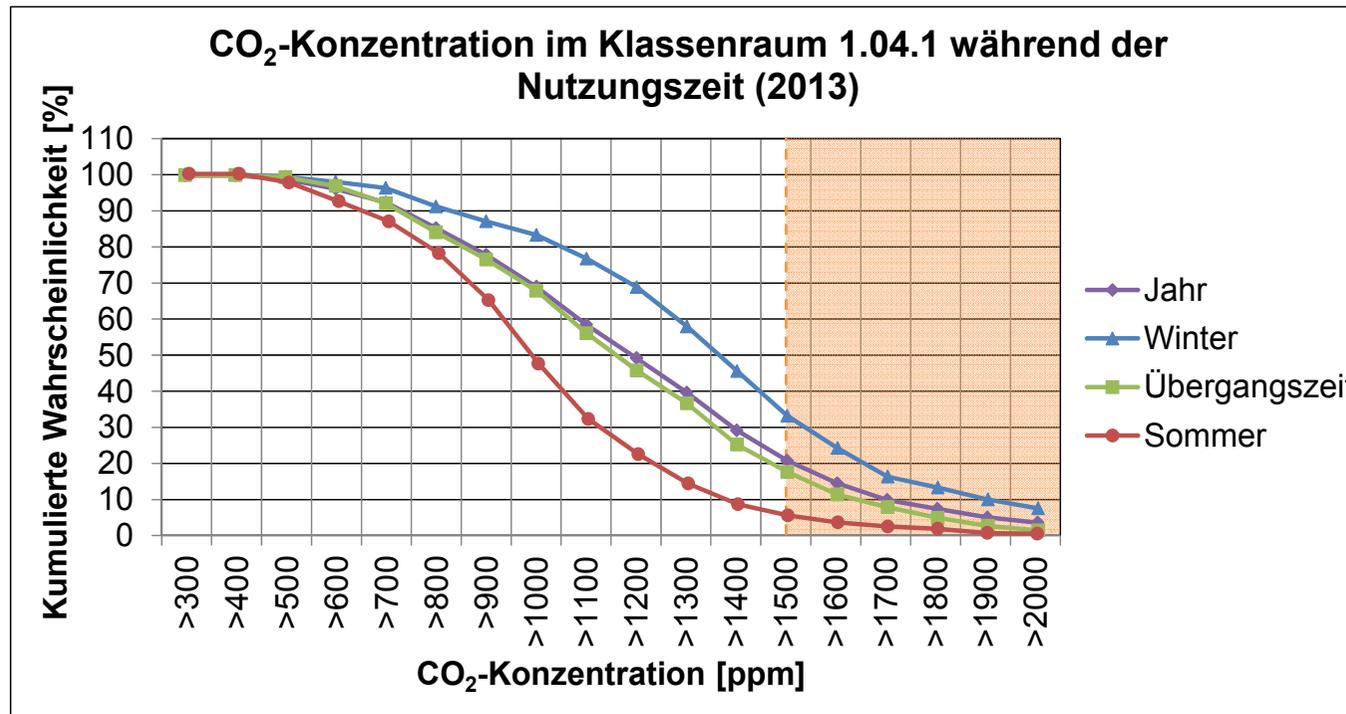
Raum 1091



Kommentare zum Raum:

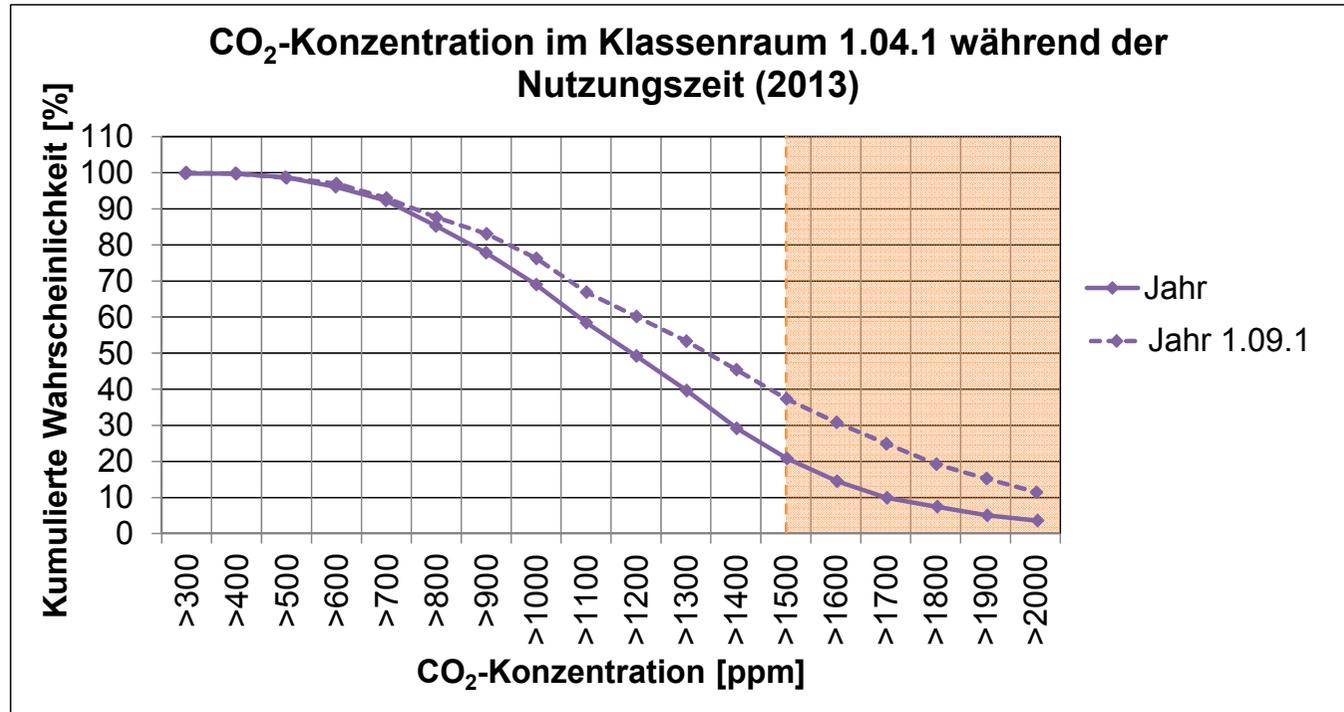
- „Man kann schlecht atmen.“
- „Es wird einem schlecht.“

Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)



Bezeichnung	Datum	CO ₂ >1500 ppm [%]
Jahr	Jan. - Dez.	21
Winter	Jan.-Feb. & Nov.-Dez.	33
Übergangszeit	Mrz.-Apr. & Sep.-Okt.	18
Sommer	Mai - Aug.	6

Hybride Lüftung (Grundlüftung mit autom. Fensteröffnung)

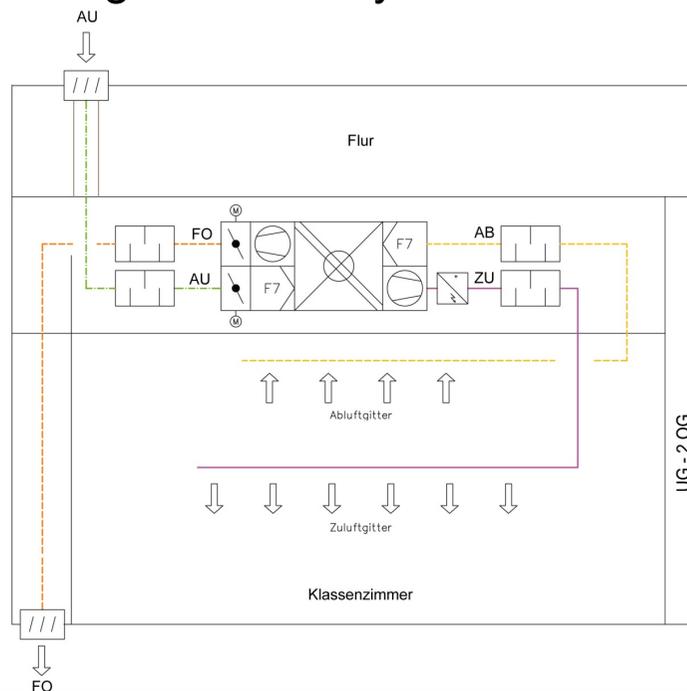


Bezeichnung	Datum	CO ₂ >1500 ppm [%]
Jahr (1.04.1)	Jan. - Dez.	21
Jahr (1.09.1)	Jan. - Dez.	37

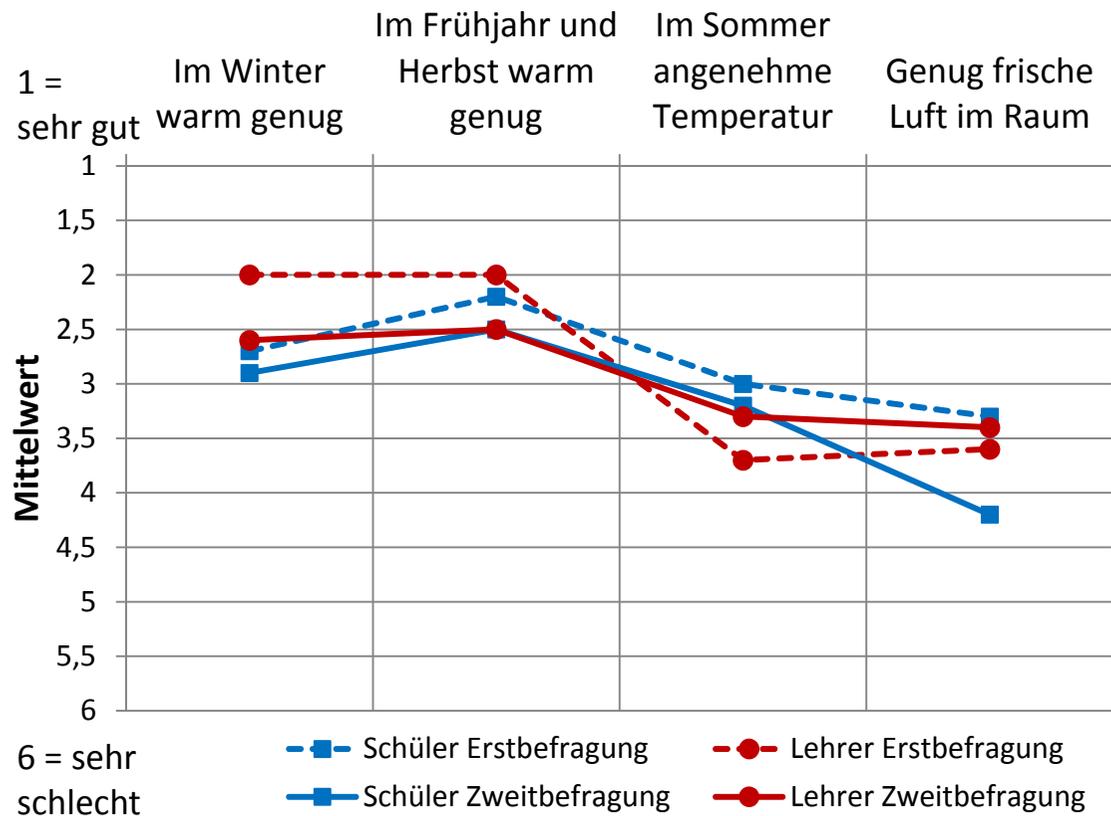
Dezentrale Lüftung mit WRG und FRG

- Aufstellung im Flur oder Klassenzimmer
- Rotationswärmetauscher zur Wärme- und Feuchterückgewinnung
- Zuluft über Wetterschutzgitter in der Fassade im Innenhof angesaugt

Umgesetzt im Gymnasium Marktoberdorf



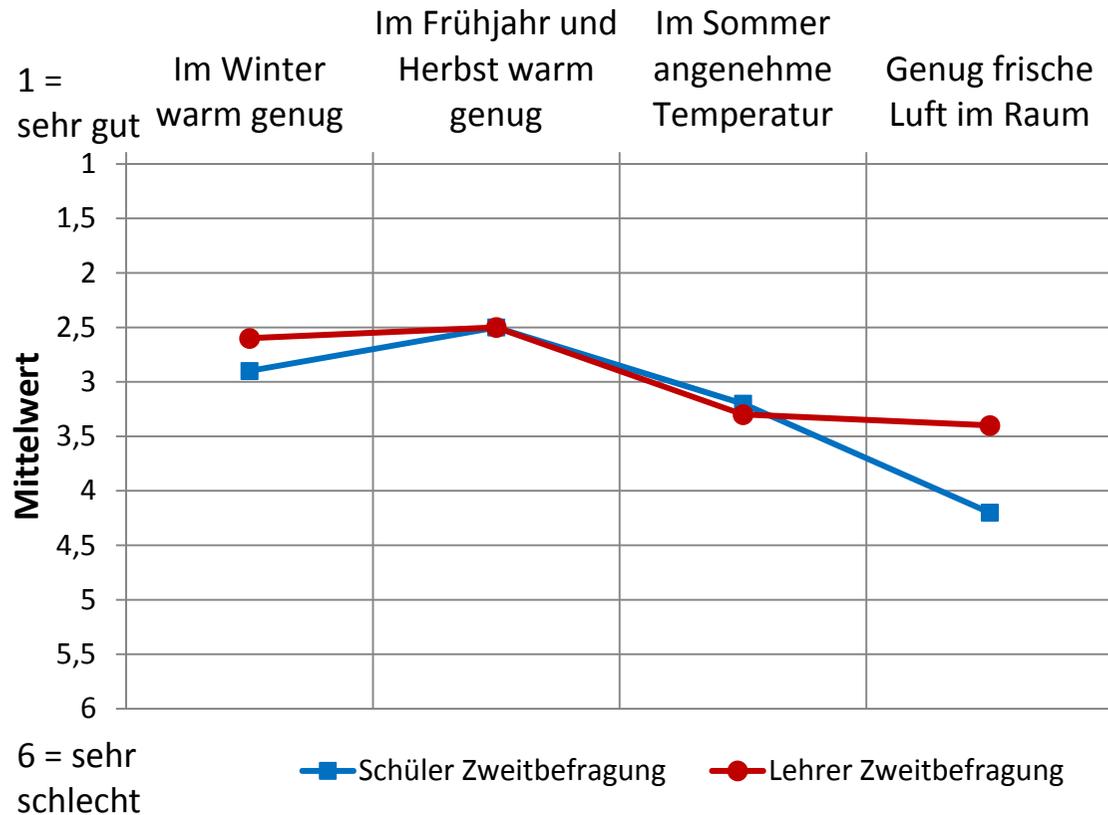
Dezentrale Lüftung mit WRG und FRG



Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

- „Stickige Luft“, „Man kann nicht gut atmen.“ „Man bekommt schlecht Luft.“
- Zegerscheinung, Problem der Luftstromführung
- Luft zu trocken
- Lüftung über Öffnen der Tür (im Sommer)
- CO₂-Werte werden laut CO₂-Anzeige nicht eingehalten
- Keine Akzeptanz für große Fensterflügel ohne Griffe

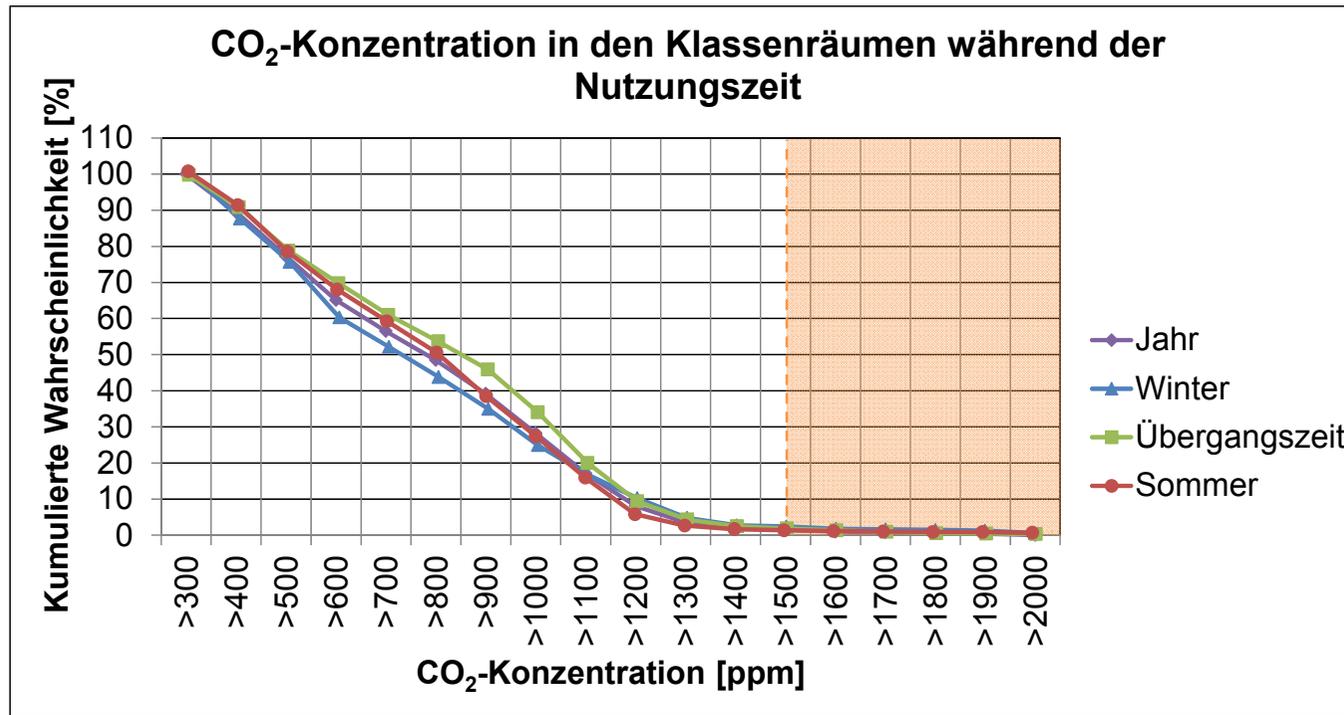
Dezentrale Lüftung mit WRG und FRG



Gruppendiskussion und Zweitbefragung:

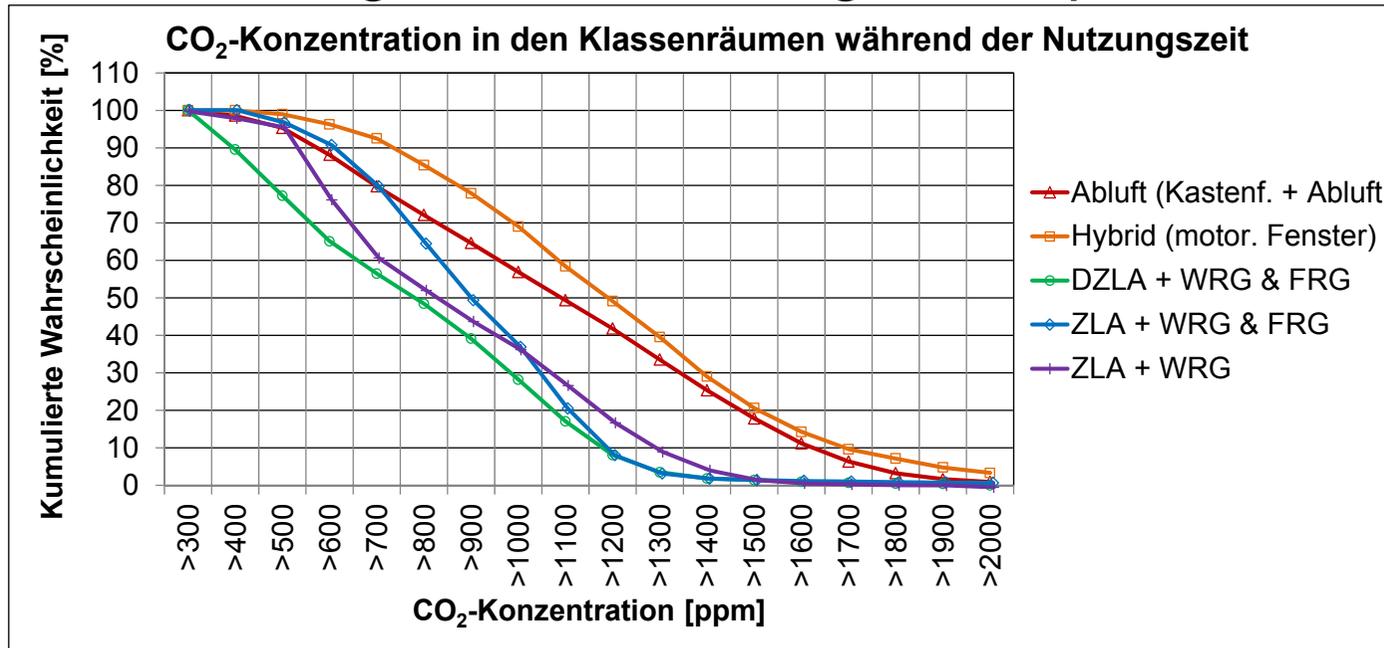
- „Stickige Luft“, „Man kann nicht gut atmen.“ „Man bekommt schlecht Luft.“
- Zegerscheinung, Problem der Luftstromführung
- Luft zu trocken
- Lüftung über Öffnen der Tür (im Sommer)
- CO₂-Werte werden laut CO₂-Anzeige nicht eingehalten
- Keine Akzeptanz für große Fensterflügel ohne Griffe

Dezentrale Lüftung mit WRG und FRG



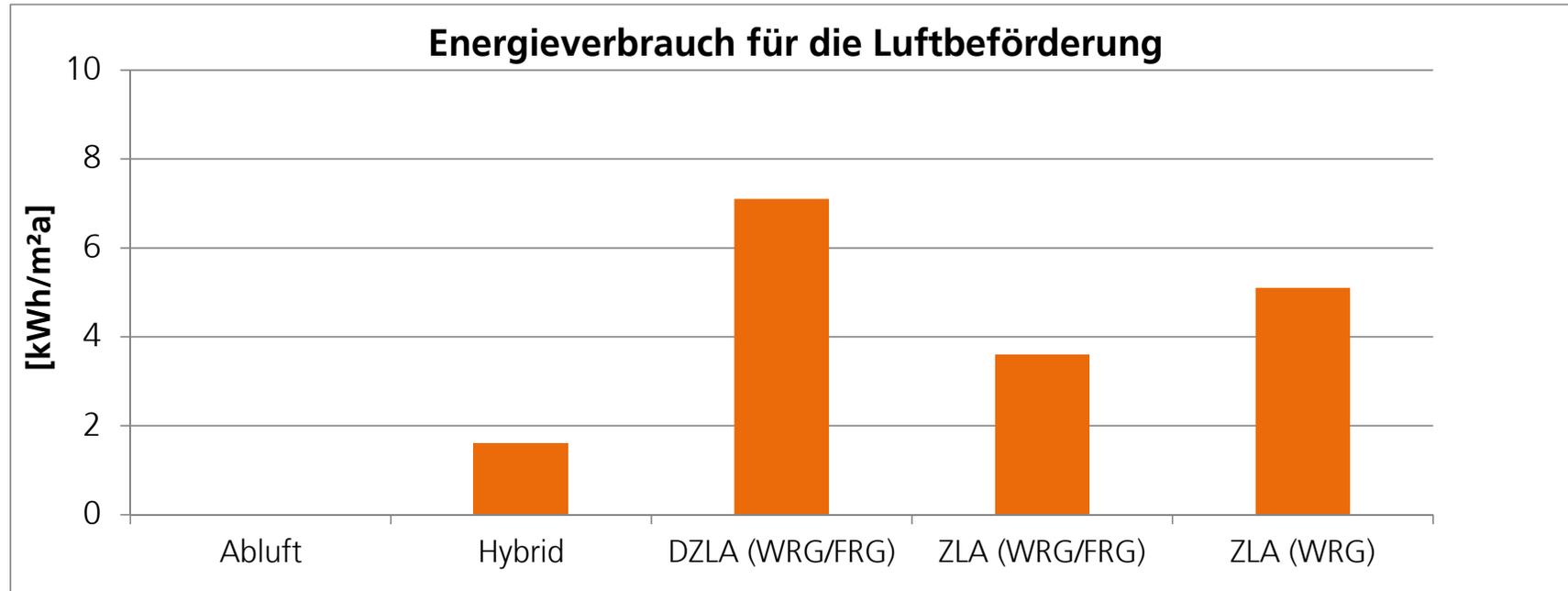
Bezeichnung	Datum	CO ₂ >1500 ppm [%]
Jahr	Jan. - Dez.	1,5
Winter	Jan.-Feb. & Nov.-Dez.	1,8
Übergangszeit	Mrz.-Apr. & Sep.-Okt.	1,6
Sommer	Mai - Aug.	0,7

Vergleich der Lüftungskonzepte



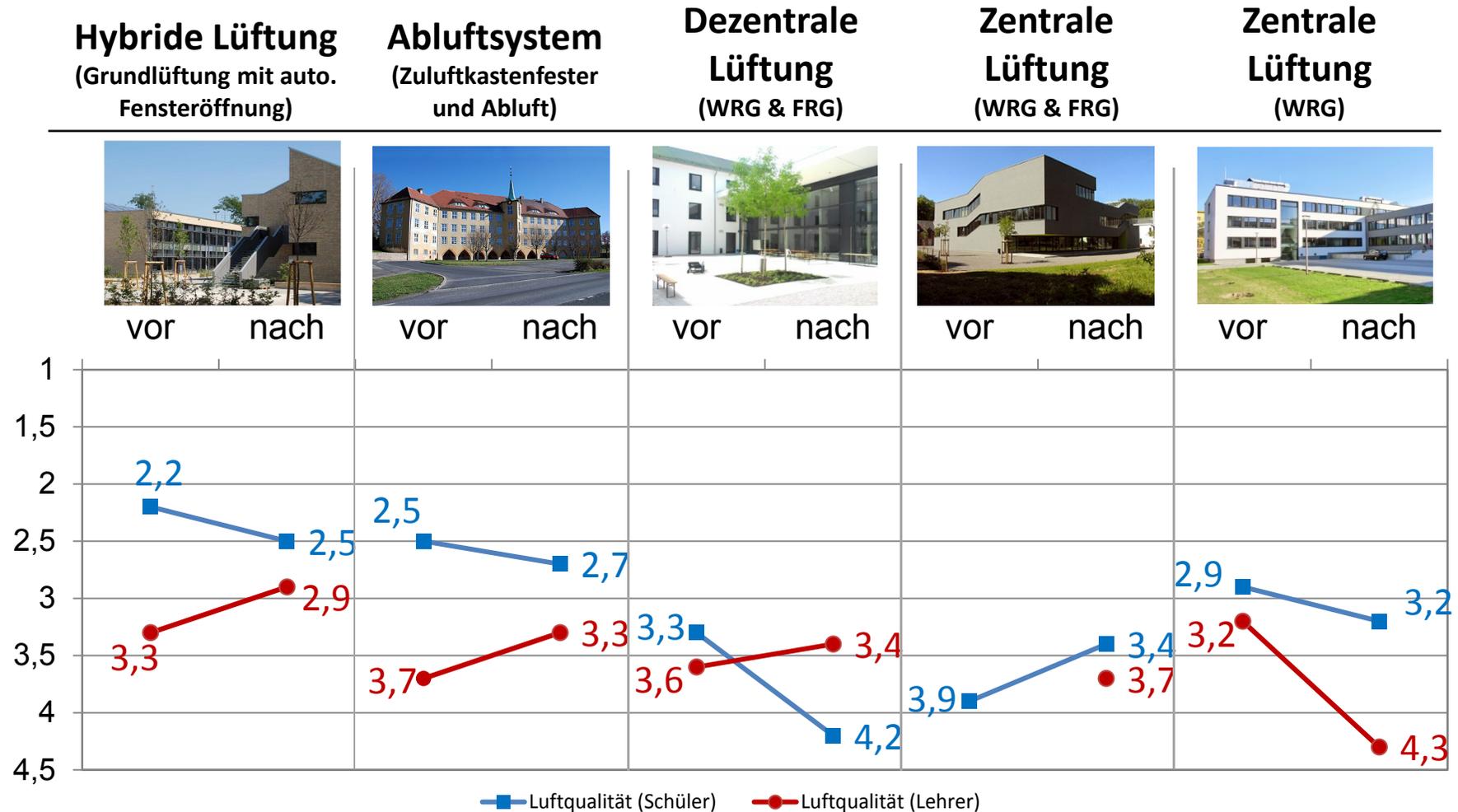
Bezeichnung	CO ₂ >1500 ppm [%]
Abluftsystem (Zuluftkastenfenster + dez. Abluft)	17,9
Hybrid (Grundlüftung + auto. Fenster)	20,6
Dezentrale Lüftungsanlage + WRG & FRG	1,5
Zentrale Lüftungsanlage + WRG & FRG	1,5
Zentrale Lüftungsanlage + WRG	2,0

Vergleich der Lüftungskonzepte



Bezeichnung	kWh/m²a
Abluftsystem (Zuluftkastenfenster + dez. Abluft)	-
Hybrid (Grundlüftung + auto. Fenster)	1,6
Dezentrale Lüftungsanlage + WRG & FRG	7,1
Zentrale Lüftungsanlage + WRG & FRG	3,6
Zentrale Lüftungsanlage + WRG	5,1

Quervergleiche



Fazit



	Hybride Lüftung (Grundlüftung mit auto. Fensteröffnung)	Abluftsystem (Zuluftkastenfenster und Abluft)	Dezentrale Lüftung (WRG & FRG)	Zentrale Lüftung (WRG & FRG)	Zentrale Lüftung (WRG)
Nutzerakusunft (Notenwerte)	2,7	3,0	3,8	3,55 bzw. 2,8 (nur Schüler)	3,75
CO ₂ -Konzentration % > 1500 ppm	20,6	17,9	1,5	1,5	2,0
Energieverbrauch kWh/m ² a	1,6	-	7,1	3,6	5,1