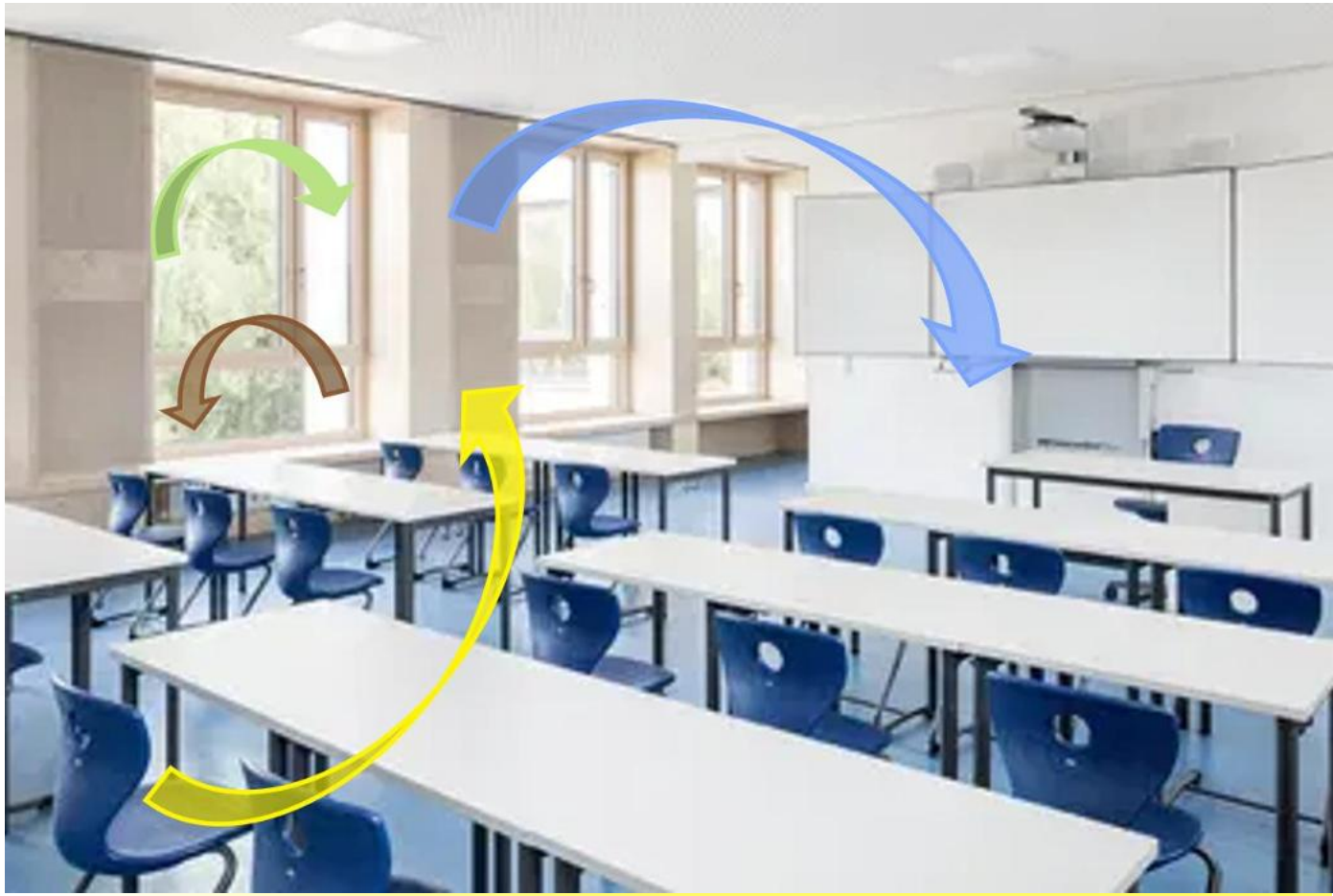
EGS-plan Ingenieurgesellschaft für
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH

Lüftung von Nichtwohngebäuden

- Luftqualität
- Lüftungskonzepte
  HIGH tech / LOW tech / NO tech
- Simulation im Entscheidungsprozess



Dr. Hermann Leis

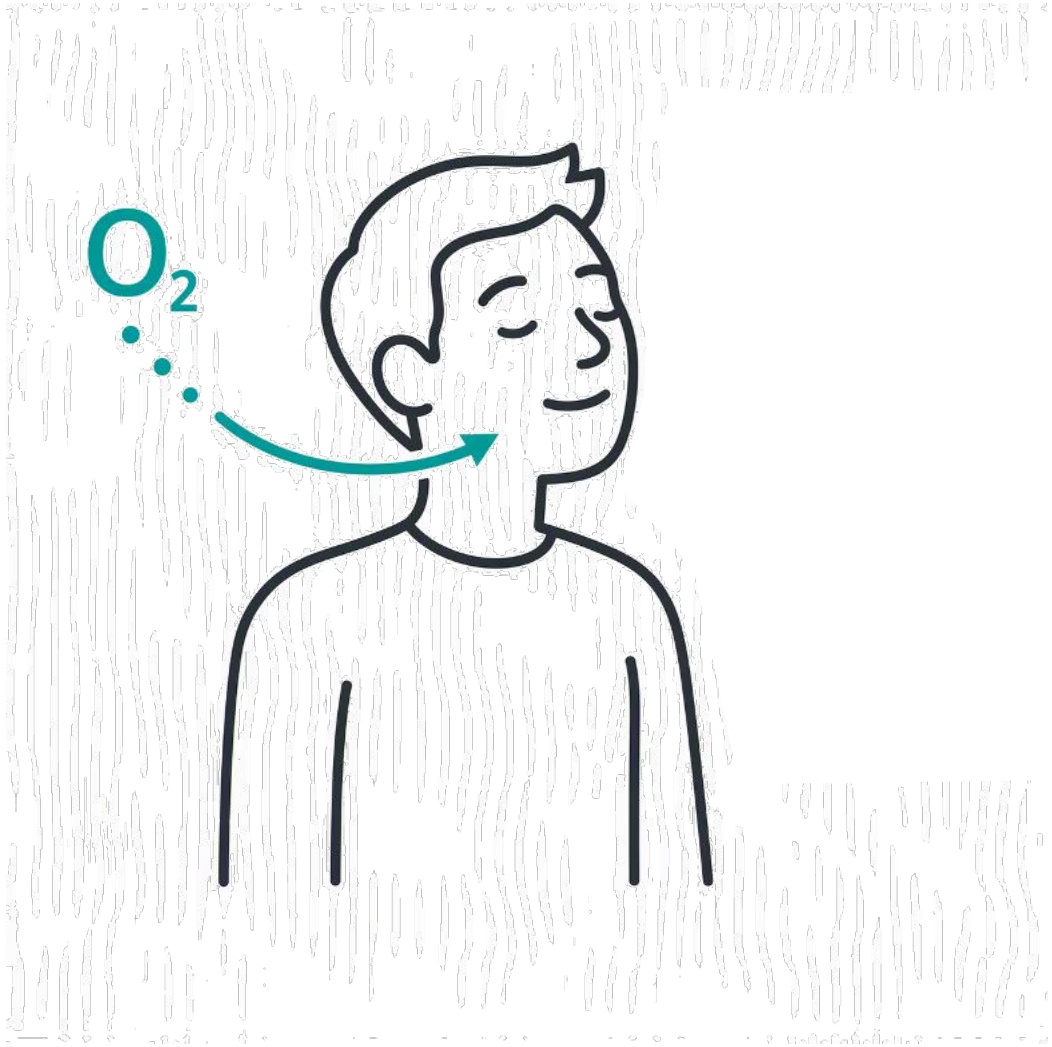
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Böwe

Alexander Jurk (MBA)

Ingenieure aus Leidenschaft

Warum müssen wir lüften?

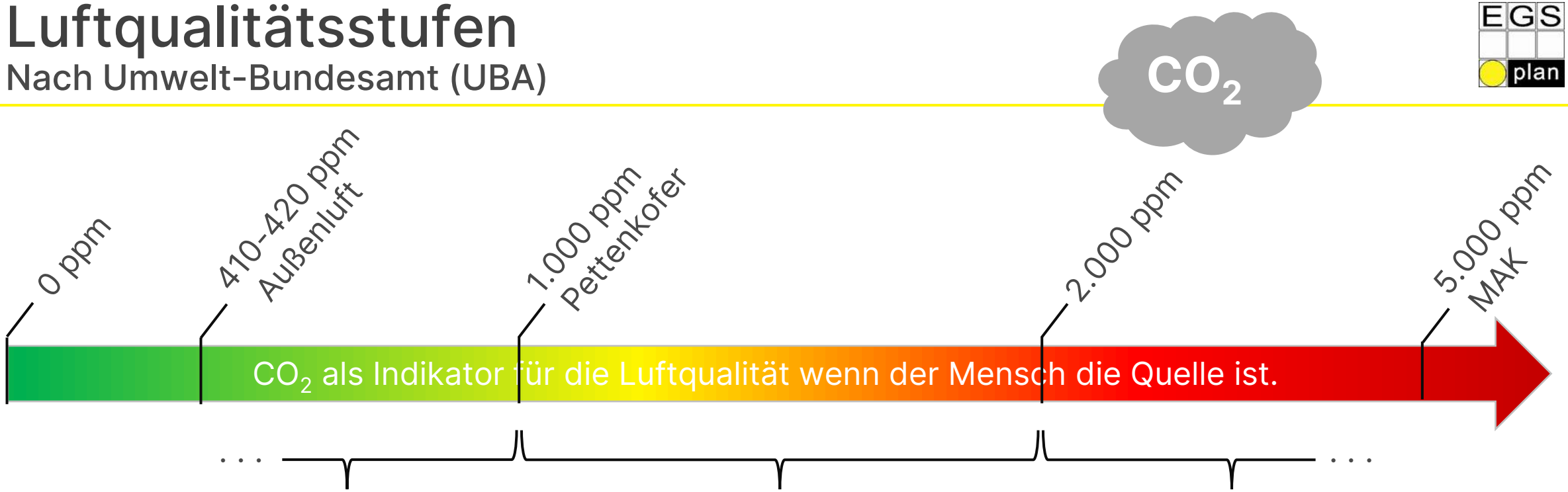
Sauerstoff zum atmen



Abfuhr der menschlichen Emissionen

Luftqualitätsstufen

Nach Umwelt-Bundesamt (UBA)



Hygienisch **unbedenklich**

Hygienisch **auffällig.**
Lüftungsverhalten
überprüfen & verbessern

Hygienisch **inakzeptabel.**
weitergehende Maßnahmen
prüfen

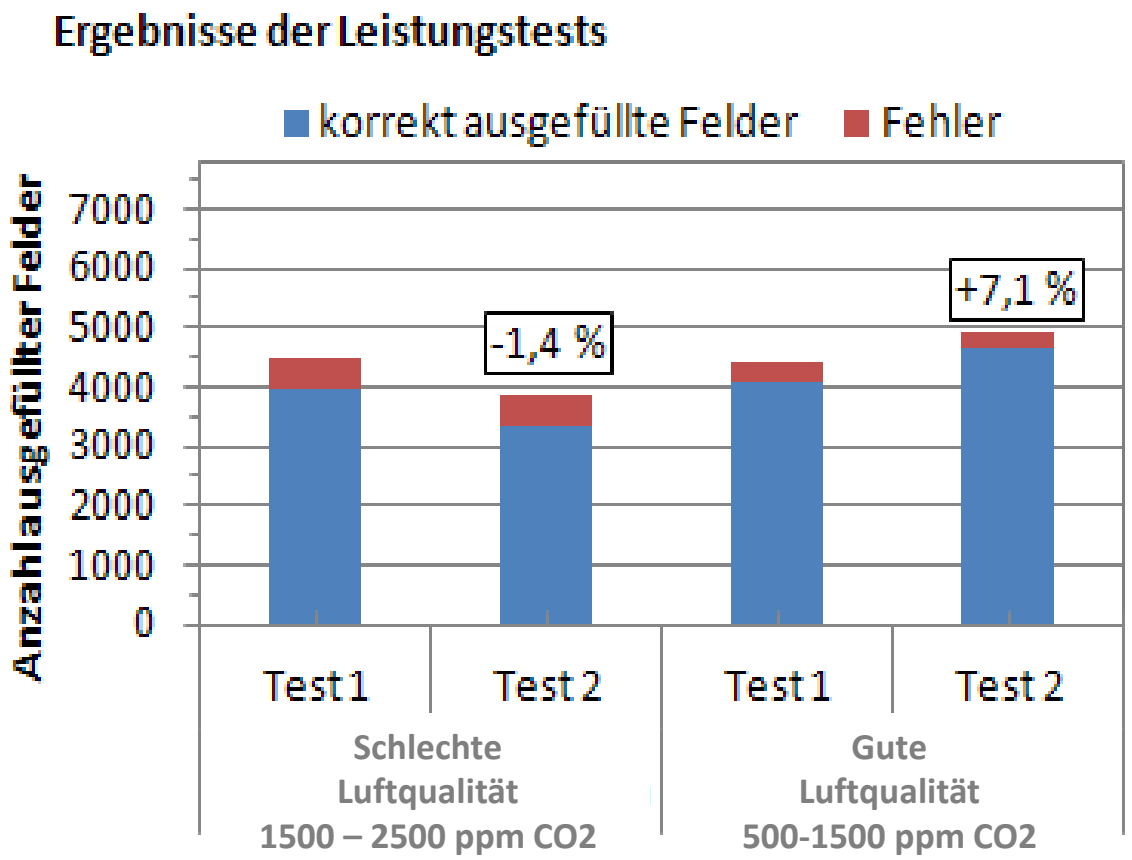
Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) A3.6

Keine konkreten Maßnahmen

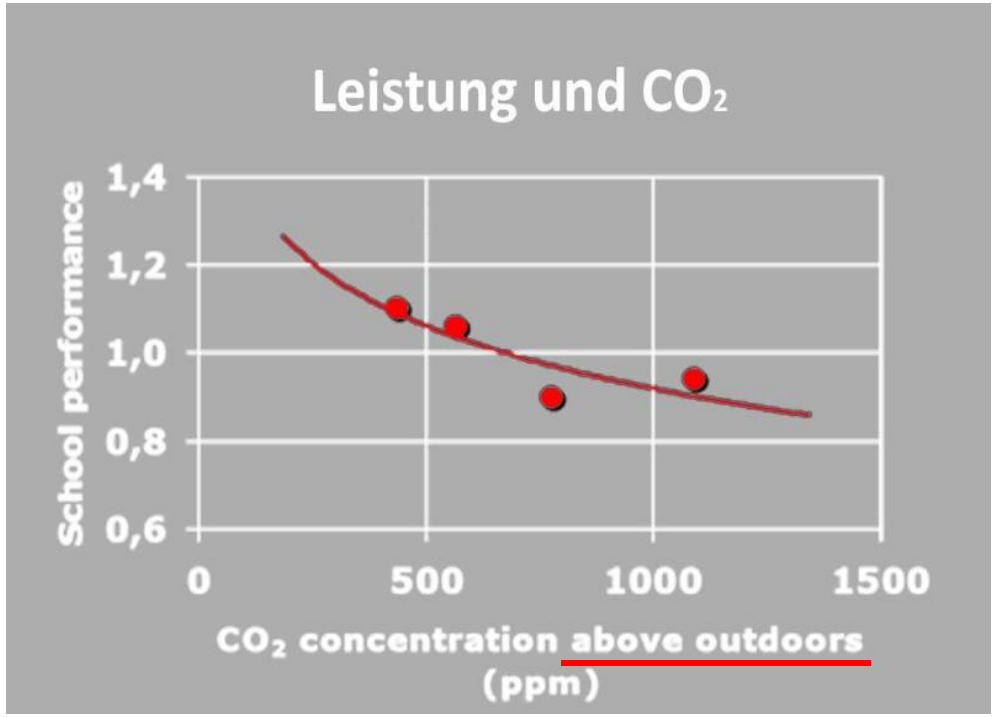
Lüftungsverhalten
überprüfen & verbessern
Lüftungsplan aufstellen
Lüftungsmaßnahme einleiten

weitergehende Maßnahmen erforderlich
(verstärkte Lüftung,
reduzierte Personenzahl)

Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Schülern



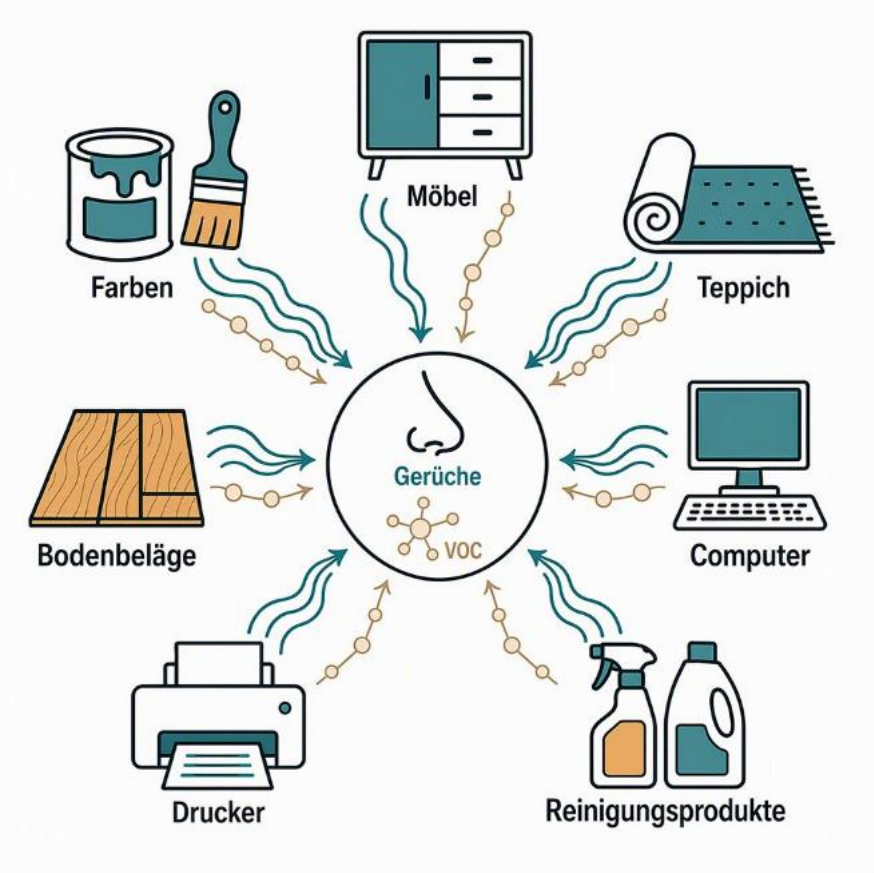
Quelle: TU Braunschweig; IGS; Dipl.-Ing. Jennifer König



Quelle:Pilot study- ASHRAE project; ICIEE; Technical University of Denmark; Prof. Dr. Bjarne W. Olesen

→ Erhöhte Leistungsfähigkeit bei besserer Luftqualität

Warum müssen wir lüften?



Abfuhr von **Emissionen aus Gebäude und Ausstattung**

- Gerüche
- VOC (Volatile Organic Compounds)
  flüchtige organische Verbindungen
  - Lösungsmittel
  - Formaldehyd
  - Bestandteile von Lacken + Farben und Textilien
  - Parfümierungen

Kategorisierung hinsichtlich Schadstoffe



Nicht Schadstoffarmes Gebäude

- Vorausgegangene Tätigkeiten haben zur Verunreinigung des Gebäudes geführt (z.B. Rauchen)
- nicht zu empfehlen



Schadstoffarmes Gebäude

- Standard-Auslegungsfall bei Neubauten und Sanierungen

Sehr Schadstoffarmes Gebäude



- schwierig umzusetzen
- keine klare Definition
- wenn höchste Qualitätsstufe Innenraumluftqualität Zertifizierung (DGNB/QNG) erreicht
  -> kann von einem sehr schadstoffarmen Gebäude ausgegangen werden.
  Muss geplant, ausgeführt und durch eine Messung nachgewiesen werden.
  Ebenso Möblierung und Innenausstattung

Kategorien Innenraumqualität

Nach DIN EN 16798-1:2022-03 sind folgende Qualitätsstufen definiert

Die Kategorien stehen mit dem Maß an **möglichen Erwartungen der Gebäudenutzer** in Zusammenhang

Kategorie	Maß an Erwartungen
IEQ_I	hoch
IEQ_{II}	mittel
IEQ_{III}	moderat
IEQ_{IV}	niedrig

Für **Nutzer mit besonderen Bedürfnissen** kann ein höheres Maß an Erwartungen ausgewählt werden (Kinder, ältere Personen, Personen mit Behinderung usw.)
Ein normales Maß an Erwartungen für Neubauten und Sanierung
Ein geringeres Maß an Erwartungen führt nicht zu gesundheitlichen Risiken, kann jedoch den Komfort verringern.

Die Qualitätsstufe ist mit dem Bauherrn zu vereinbaren!

Kategorien und CO_2-Grenzwerte

DIN EN 16798-1

- Gibt keine absoluten Werte, sondern Werte oberhalb der Außenluftkonzentration an, die ca. 420 ppm beträgt.

Tabelle B2.1.3-1 — Standardauslegungswerte für die CO_2-Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft unter Annahme einer Standard-CO_2-Emission von 20 l/(h je Person)

Kategorie	Entsprechende CO_2-Konzentration oberhalb der Konzentration in Außenluft, in ppm, für unangepasste Personen	Absolute Konzentration
I	550 (10)	970 ppm
II	800 (7)	**1 220 ppm**
III	1 350 (4)	1 770 ppm
IV	1 350 (4)	1 770 ppm

Auslegungsgrößen für Luftmengen

Anteil für Personen

Tabelle NA.6 — Auslegungs-Außenluftvolumentrom für unangepasste Personen zur Verdünnung von menschlichen Emissionen (biologischen Ausdünstungen) für unterschiedliche Kategorien

Kategorie	Vorausgesagter Prozentsatz Unzufriedener	Außenluftvolumenstrom je unangepasste Person l/s je Person
I	15	10
II	**20**	**7**
III	30	4
IV	40	2,5

→ 25,2 m³/(h je Person)

Auslegungsempfehlung der DIN 16798-1 für Neubauten & Sanierungen: Kat. II

Anteil für Gebäude

Tabelle NA.7 — Auslegungs-Außenluftvolumenstrom zur Verdünnung von Gebäudeemissionen

Kategorie	Sehr schadstoffarmes Gebäude l/s·m²	Schadstoffarmes Gebäude l/s·m²	Nicht schadstoffarmes Gebäude l/s·m²
I	0,5	1,0	2,0
II	**0,35**	**0,7**	**1,4**
III	0,2	0,4	0,8
IV	0,15	0,3	0,6

→ bei schadstoffarmem Gebäude zusätzlich ca. 2,5 m³/(h*m²)

Auslegung Außenluftvolumenstrom nach Fläche + Personen

Fläche Klassenzimmer: 60 m², Raumhöhe 3m

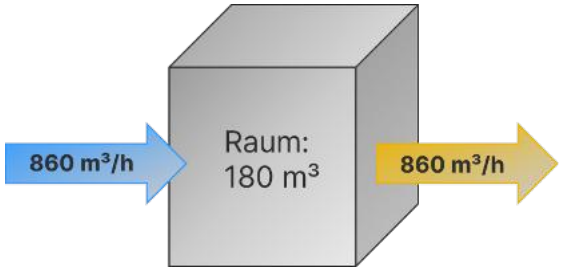
Schüler + Lehrer: 31 Personen

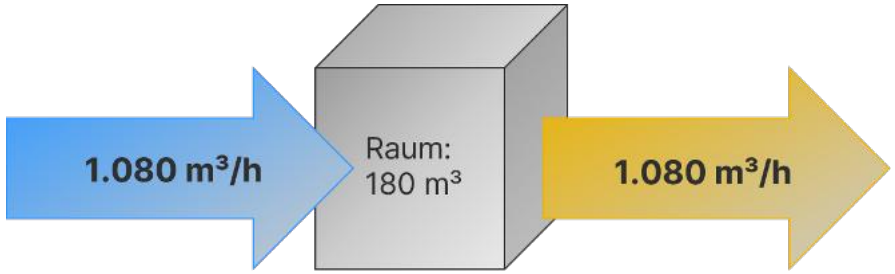
Außenluftbedarf nach DIN 16798-1 in m³/h			
Kategorie	sehr schadstoffarmes Gebäude	schadstoffarmes Gebäude	nicht schadstoffarmes Gebäude
I	1.220	1.330	1.550
II	**860**	**930**	**1.080**
III	490	530	620
IV	310	340	410

$\mathbf{n = 4,7\ \frac{1}{h}}$

$\mathbf{n = 5,2\ \frac{1}{h}}$

$\mathbf{n = 6,0\ \frac{1}{h}}$





Standardauslegung
für Neubau und Sanierungen

Umsetzungsmöglichkeiten für ein Klassenzimmer

NO tech

HIGH tech

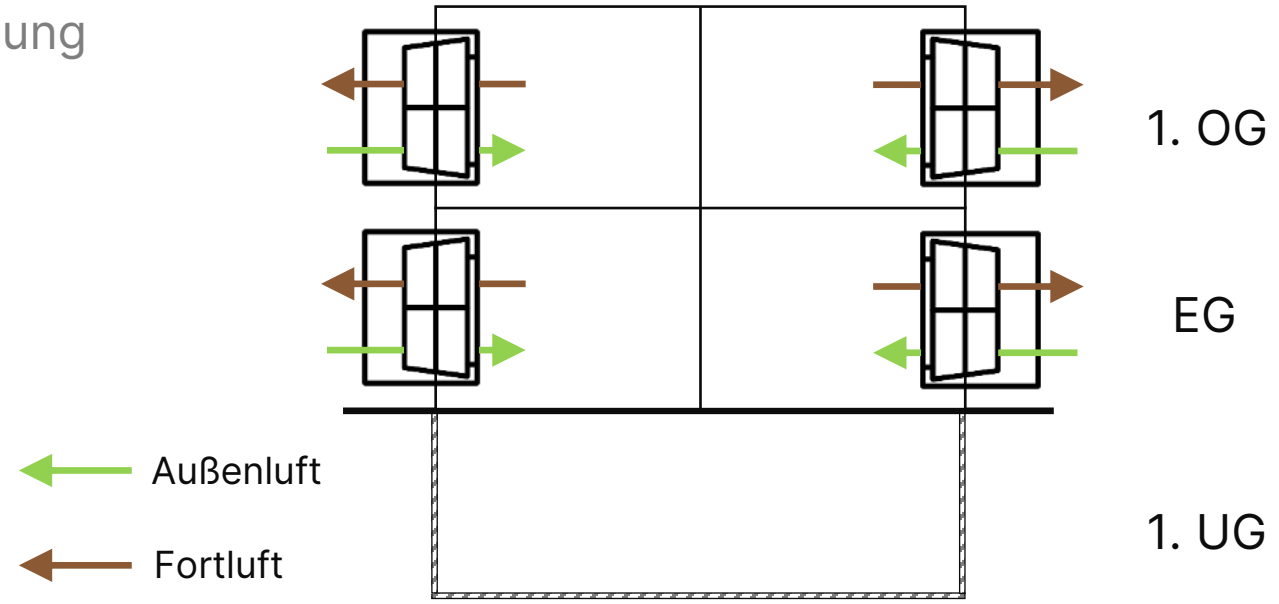
LOW tech

NO Tech = Fensterlüftung: Vorteile



- **einfach**
- **kein zusätzlicher Platzbedarf** für Geräte und Luftkanäle/-verteilung
- **Regelung individuell durch Nutzer**

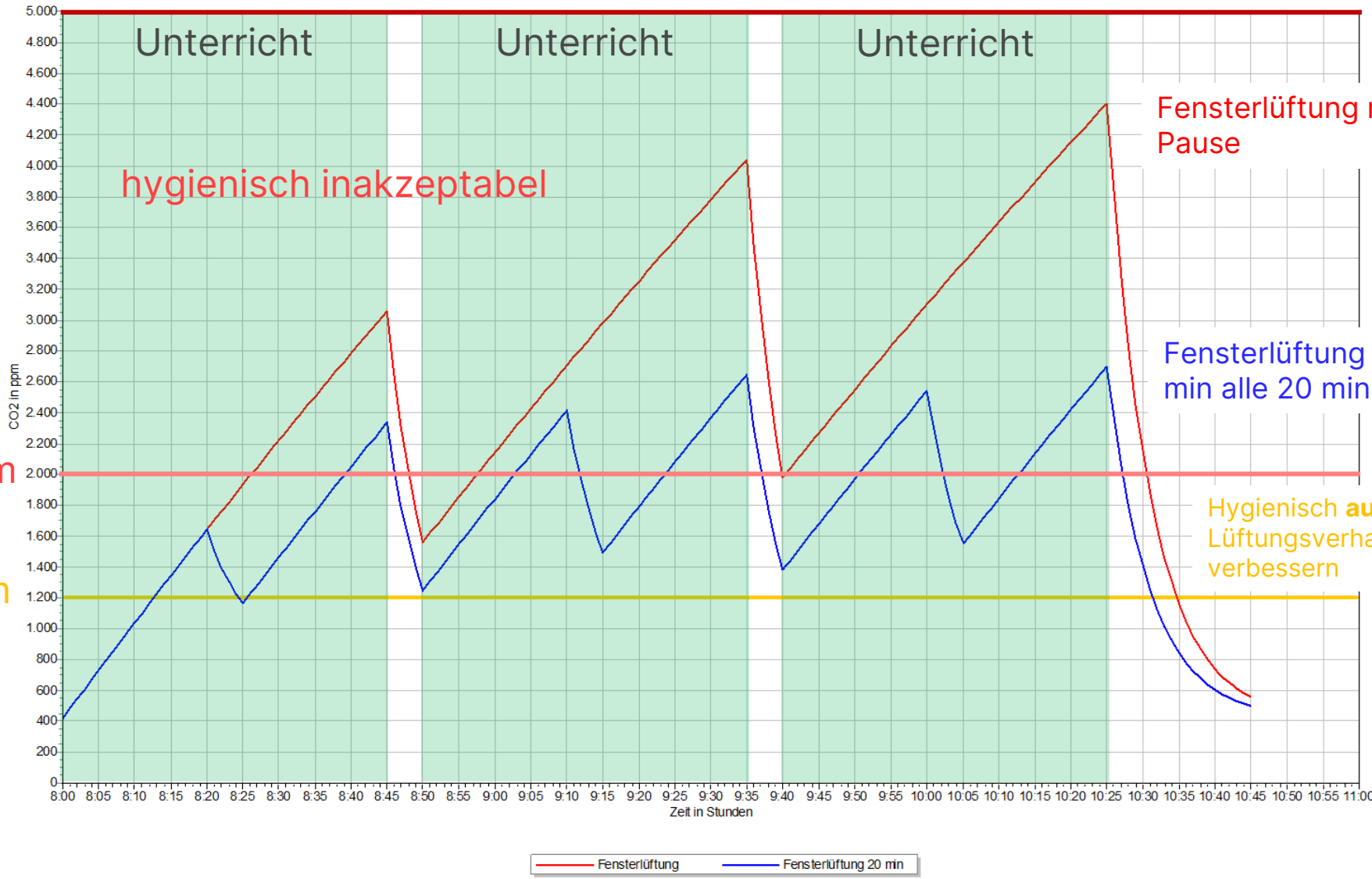
  => nur theoretisch bedarfsgerecht
- sehr **kostengünstig**, keine zusätzliche Wartung



Vereinfachte schematische Darstellung

Beispiel Klassenzimmer: Unterrichtseinheit 45 min

5000 ppm



Fensterlüftung nur in 5 min Pause

Fensterlüftung zusätzlich 5 min alle 20 min

2000 ppm

Hygienisch **auffällig.** Lüftungsverhalten verbessern

1200 ppm

NO Tech = Fensterlüftung: Konsequenzen/Nachteile



- **regelmäßiges Stoßlüften nötig**
  - immer schwankende CO_2-Konzentration
  - Zugluft !?
- Im Winter durch fehlende WRG
  - **Größere Heizlast**
  - **Erhöhter Wärmebedarf**
- Im Sommer
  - **keine Temperierung** über Luft möglich
  - Wärmeeintrag, wenn Außentemperatur höher als Raumtemperatur
- **Schallschutz/ Außenlärm** muss berücksichtigt werden



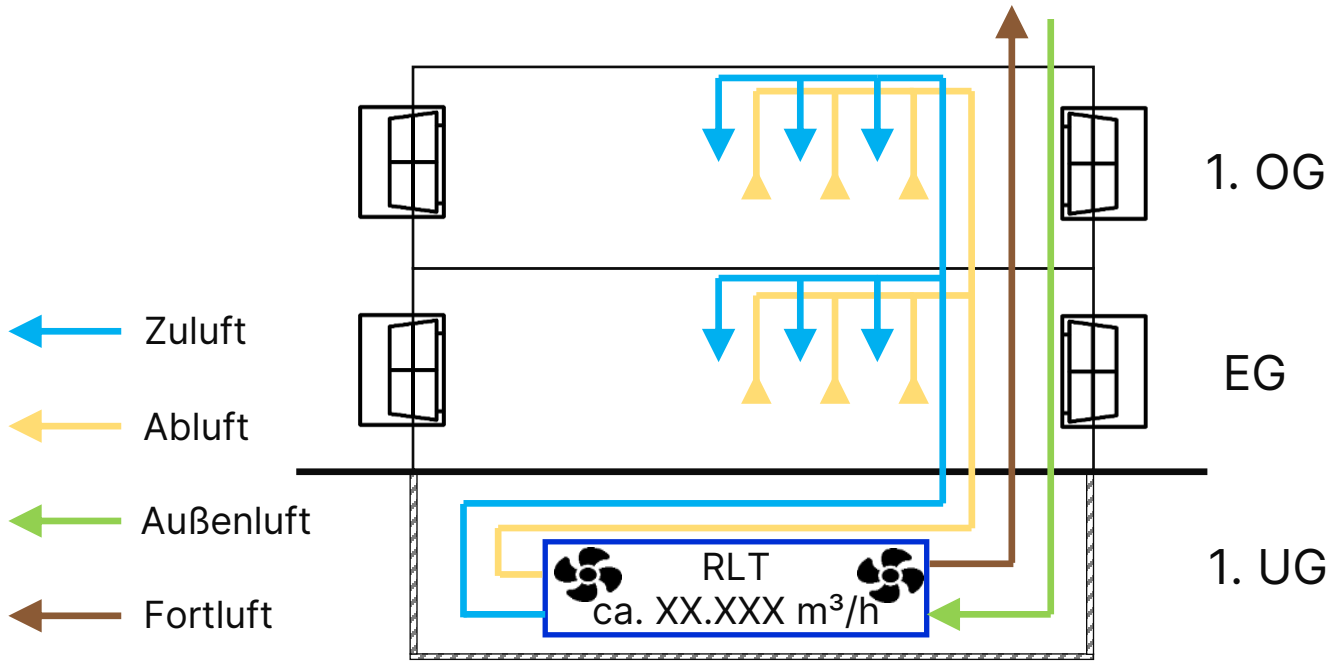
Quelle: www.lvz.de

→ **Nutzer ist in der Verantwortung,** muss aufgeklärt und mitgenommen werden.

→ Mensch im Raum **riecht die verbrauchte Luft nicht** => **Lüftungsampel notwendig**

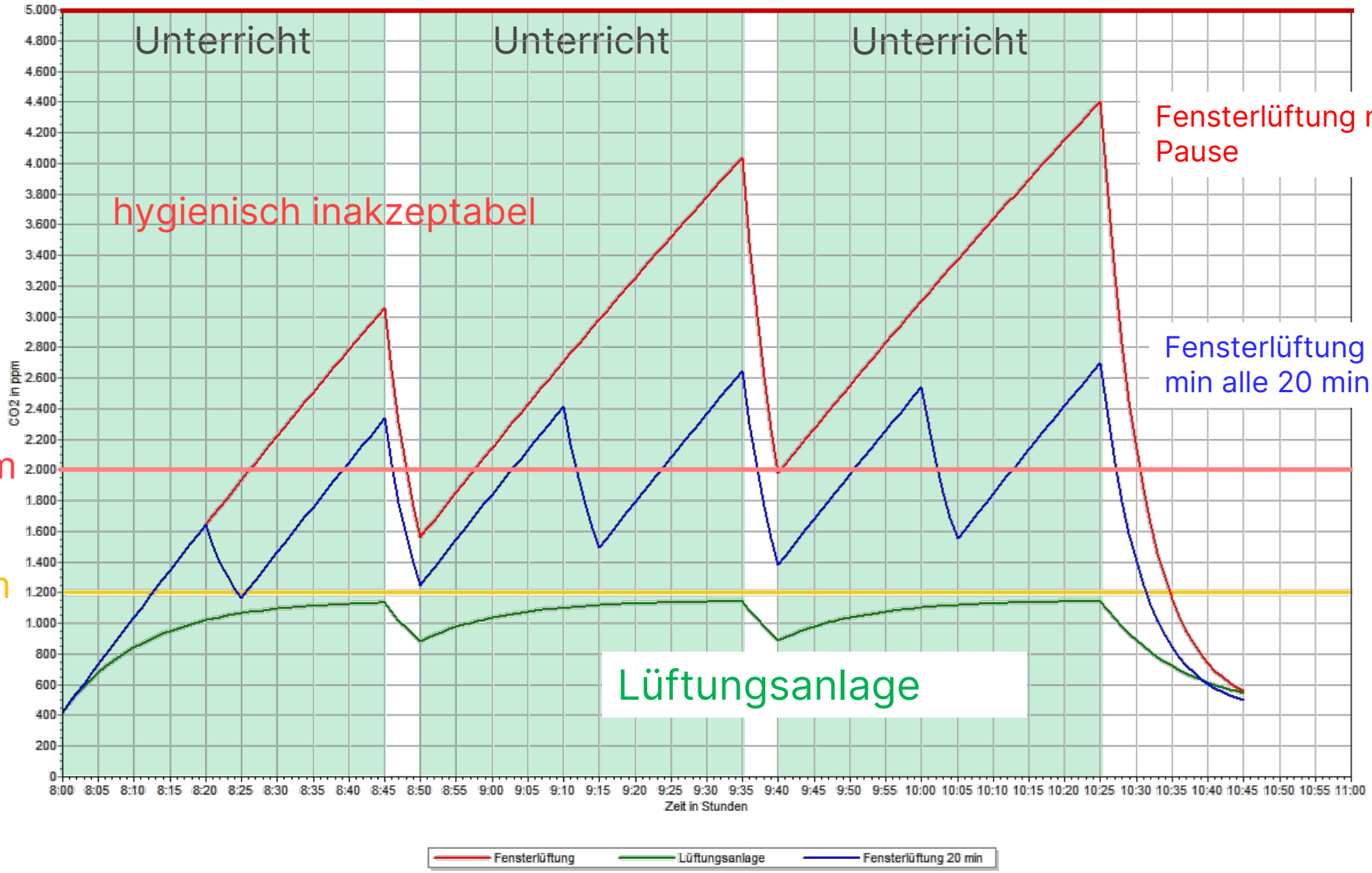
HIGH Tech = RLT-Anlage: Vorteile

- **Hoher Komfort & Behaglichkeit**
  - Durch **vollautomatischen** Betrieb
  - Geregelte und kontrollierte Zuluftqualität
- **Energieeinsparung** durch effiziente Wärmerückgewinnung aus der Luft
- **Unabhängig** von Nutzer und Witterung
- **Keine Zugluftgefahr**
- Ggf. **Nachrüstung** von Kühlung möglich



Beispiel Klassenzimmer: Unterrichtseinheit 45 min

5000 ppm



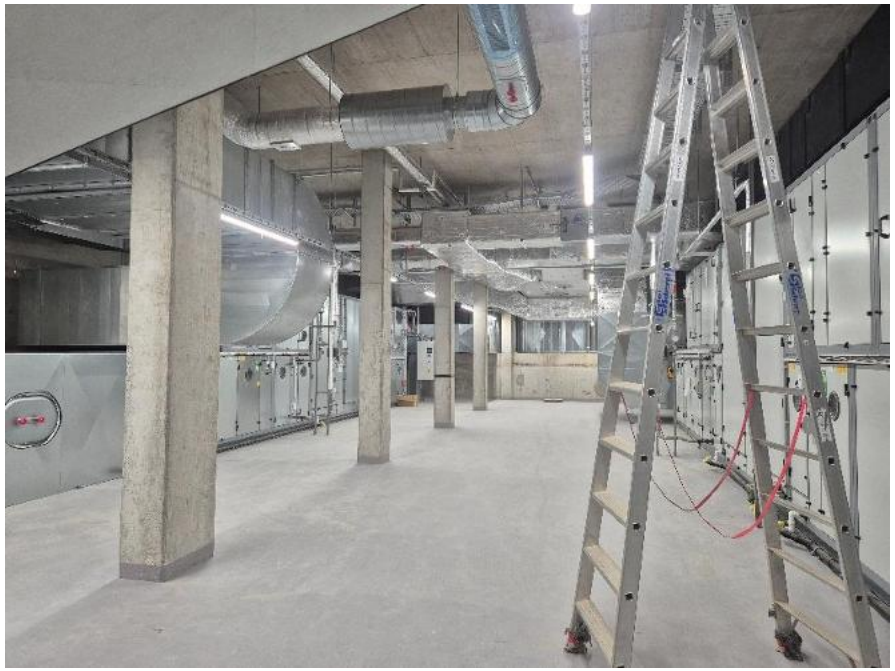
2000 ppm

1200 ppm

HIGH Tech = RLT-Anlage: Konsequenzen / Nachteile

- Hohe **Investitionskosten**
- Zusätzliche **Wartungs- (& Energie)kosten**
- **Platzbedarf** von Kanälen, Leitungen, Lüftungsgerät
- Bei **Sanierung schwieriger** umzusetzen (oder dezentral!)





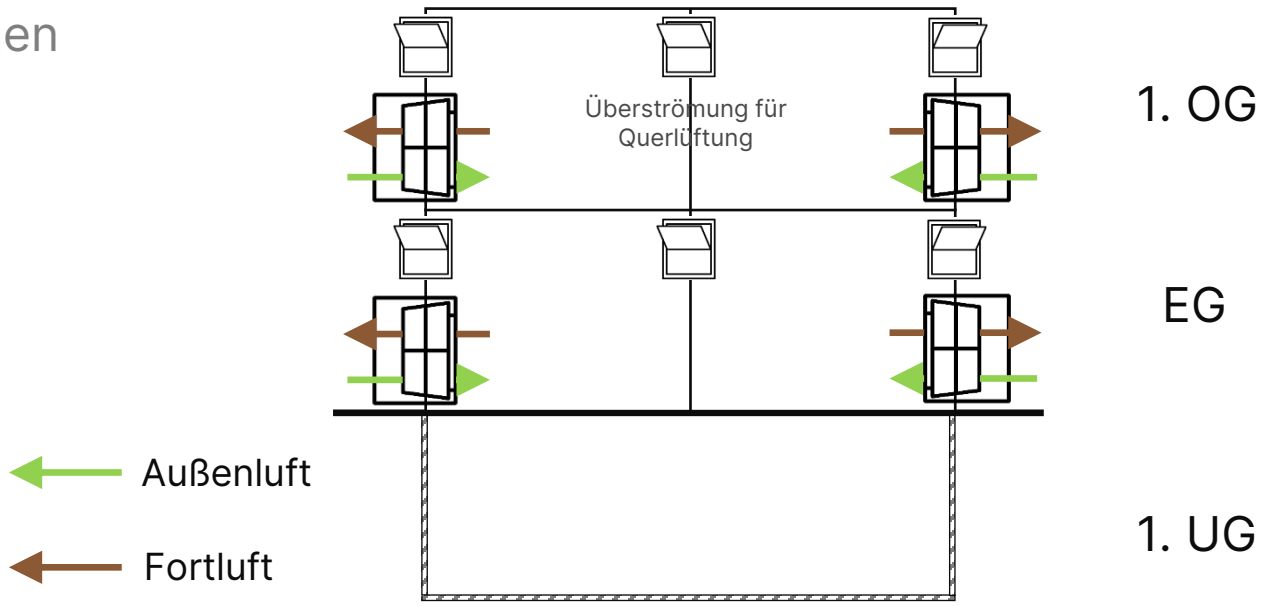


LOW Tech = Automatisierte Fensterlüftung: Vorteile

- **simpel**
- **kein zusätzlicher Platzbedarf** für Geräte und Luftkanäle/-verteilung
- **Vermeidung von Lüftungsfehlern** durch Automation
- **Nachtauskühlung** effizient möglich

  => wichtig zur Vermeidung von Überhitzungen
- **Kostengünstiger** als RLT-Anlage
- **Wartungsarm**





Vereinfachte schematische Darstellung

LOW Tech = Automatisierte Fensterlüftung: Konsequenzen / Nachteile

Komforteinbußen

- Zugluft
- Schwankende Luftqualität

Im Winter durch fehlende WRG

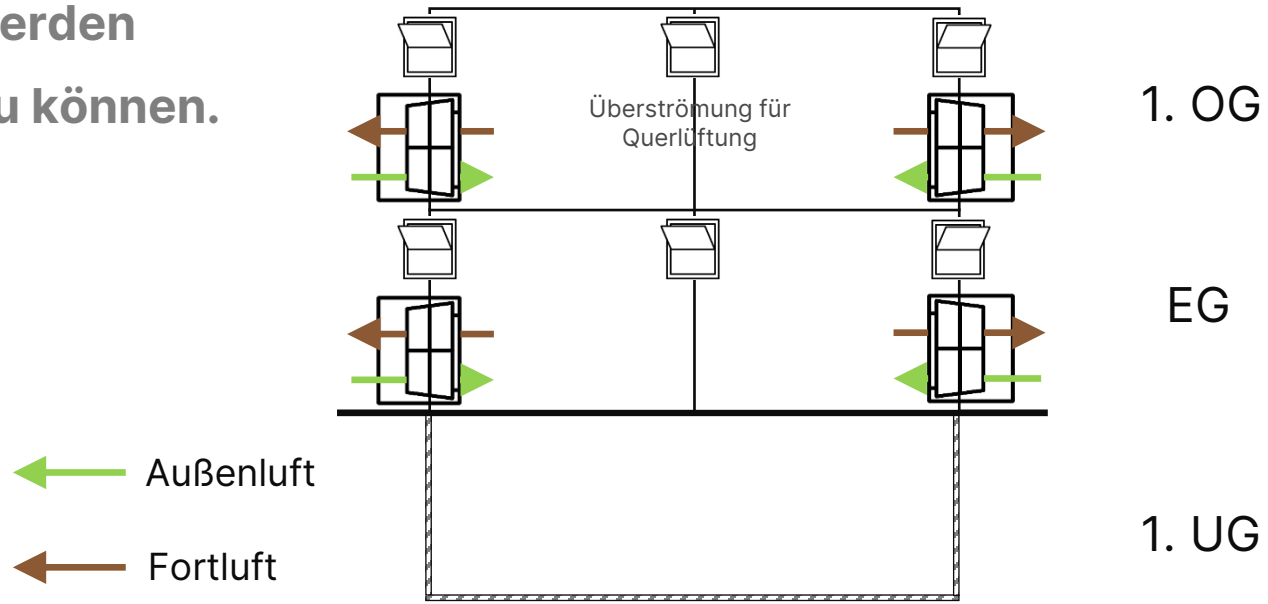
- erhöhte Heizlast
- Erhöhter Wärmebedarf

Nutzer muss aufgeklärt und mitgenommen werden

Regenschutz um bei jeder Witterung lüften zu können.

Einbruchschutz für Nachtlüftung

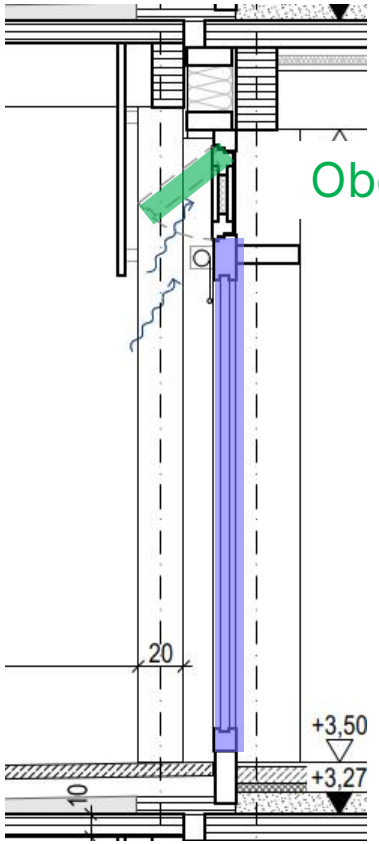


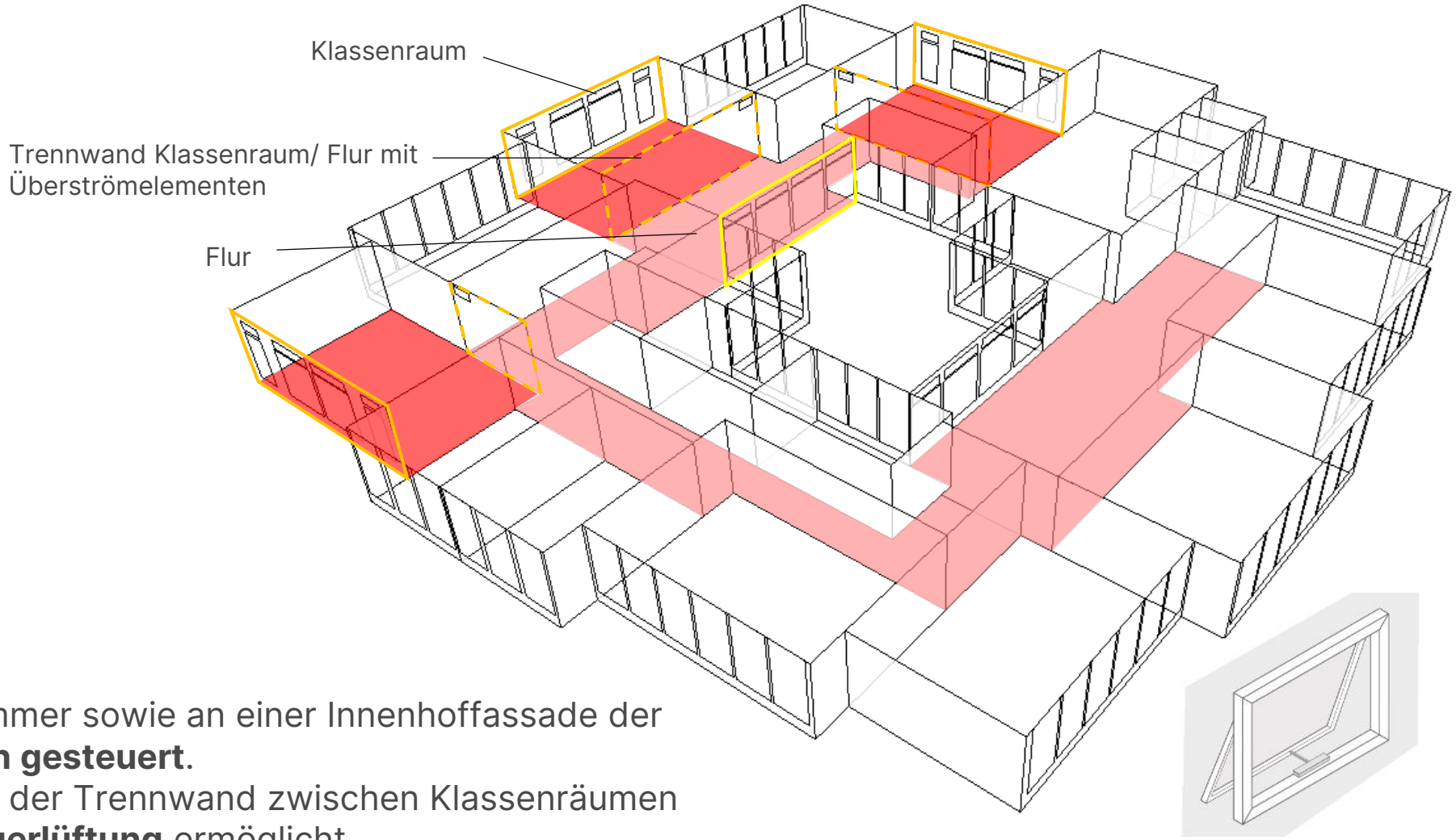


Vereinfachte schematische Darstellung

Simulation zur Unterstützung im Entscheidungsprozess

Simulation im Entscheidungsprozess
Automatisierte Oberlichter mit Querlüftung

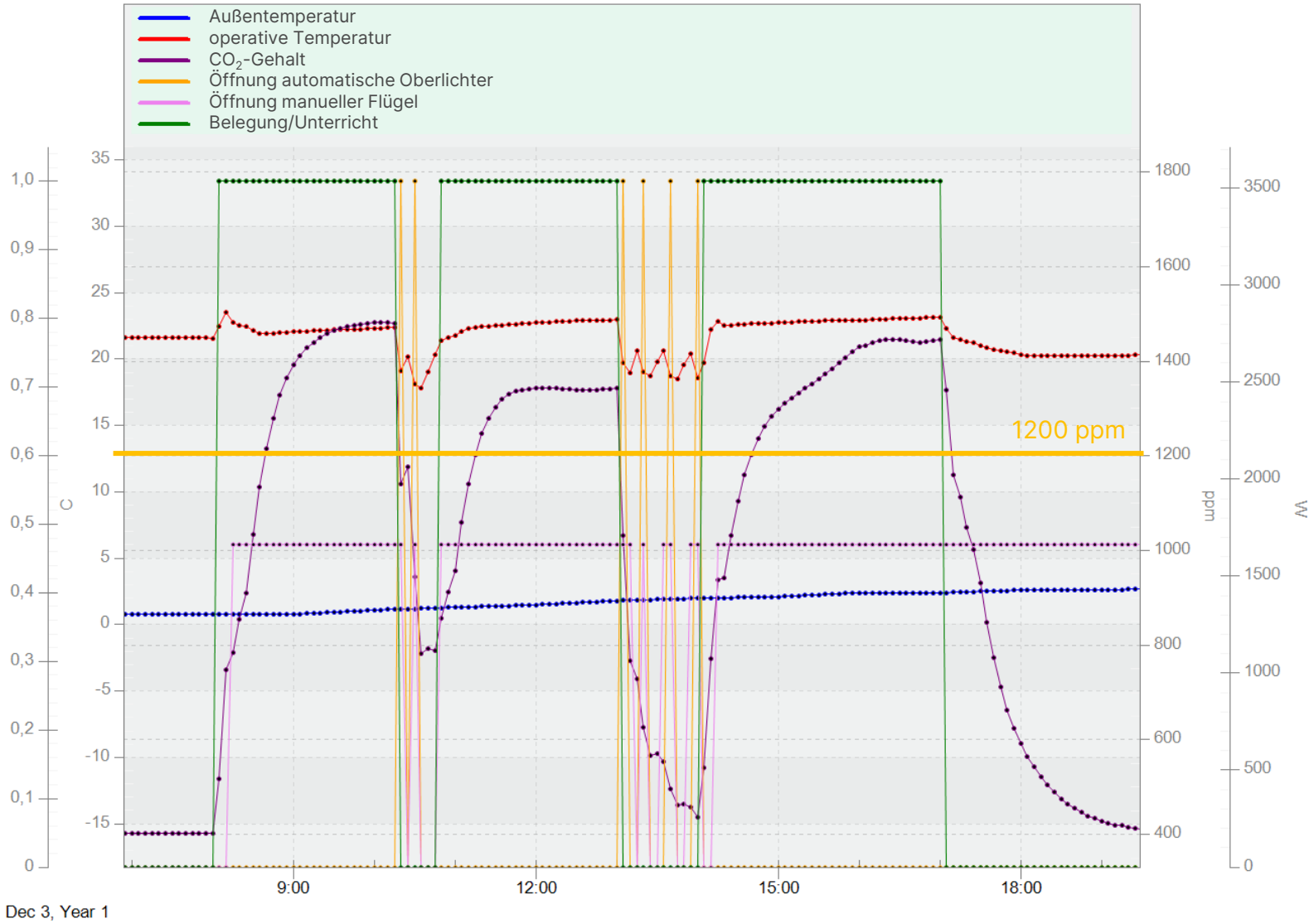




- Die **Oberlichter** im Klassenzimmer sowie an einer Innenhoffassade der Flurzone **werden automatisch gesteuert**.
- Durch **Überströmelemente** in der Trennwand zwischen Klassenräumen und der Flurzone wird eine **Querlüftung** ermöglicht.

Quelle: www.windowmaster.com

Optimierung durch Simulation



Optimierung des Systems durch Simulation

- Bewertung von Temperatur + CO_2 Gehalt
- Größe der Öffnungsflügel
- Lüftungsstrategie
  - Schaltpunkte (Temperatur + CO_2)
  - Öffnungswinkel
  - Anzahl der Bewegungen der Öffnungsflügel
  - Intervalle der Öffnungsbewegungen
- Richtige Auslegung der Heizung, da innere Lasten berücksichtigt werden
- Wärmebedarf
- ...

Ergebnis

Während der Unterrichtseinheiten von 135 min ist keine zusätzliche manuelle Lüftung nötig, um die angestrebte Luftqualität zu gewährleisten (Mittelwert < 1200 ppm).

Bei diesem Projekt ist lediglich in den Pausen eine manuelle Lüftung zur Unterstützung vorgesehen.

Kostenvergleich – Klassenzimmer KG400

Woher kommen die Investitionskosten?

High-Tech*	Low-Tech*	No-Tech
• Lüftungsanlage • Kanäle, BSK, MSR etc.	• Mehrkosten Heizung • Mehrkosten Fassade • Mehrkosten Elektrotechnik	• Mehrkosten Heizung

Was heißt das konkret? Investitionskosten (Netto) ca. pro Raum bei …

High-Tech*	Low-Tech*	No-Tech
(Kat. I) ~ ca. 63.000,- €	**~ ca. 13.000,- €**	**~ ca. 5.000,- €**
(Kat. II)~ ca. 44.000,- €		
(Kat. III)~ ca. 25.000,- €		
(Kat. IV)~ ca. 16.000,- €		

** Ohne Hochbaukosten*

Fazit

Funktionierende Lüftungskonzepte

- Low-tech
- High-tech

Bauherr + Nutzer

- muss **Ziele und Erwartungen definieren**
- muss **ENTSCHEIDEN** + mit Planer vereinbaren

Unsere Standorte

Hauptsitz Stuttgart
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

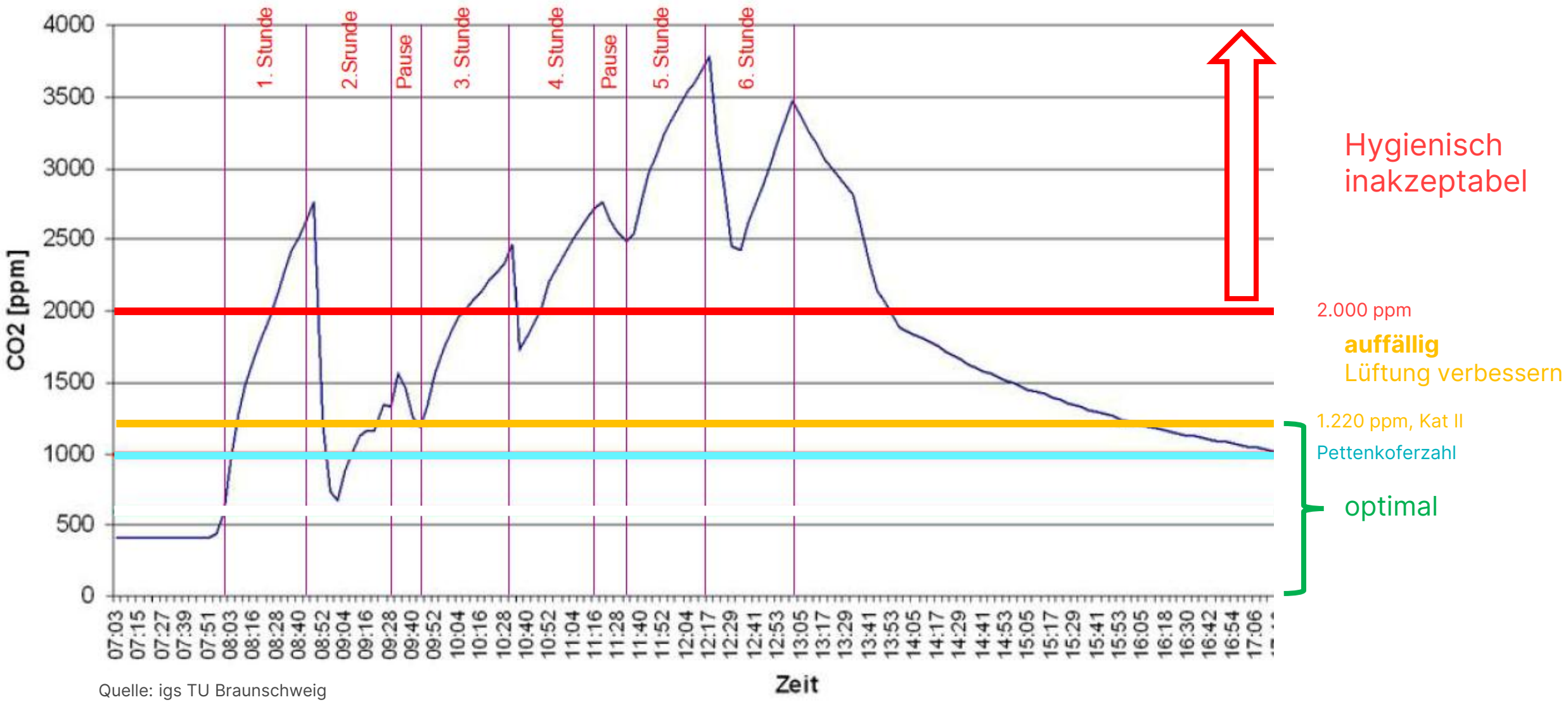
Niederlassung Bodensee
Fritz-Reichle-Ring 6a
78315 Radolfzell am Bodensee

Kontakt

+49 711 99 007-5
info@egs-plan.de
www.egs-plan.de



NO Tech: Messungen 15. März, Gymnasium in Bayern



Quelle: igs TU Braunschweig