



## Raumklima in Schulen und Unterrichtsräumen

Was wissen wir? Was hoffen wir?  
Was fürchten wir?

DI Peter Tappler

Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium  
für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter  
Sachverständiger

IBO Innenraumanalytik OG



---

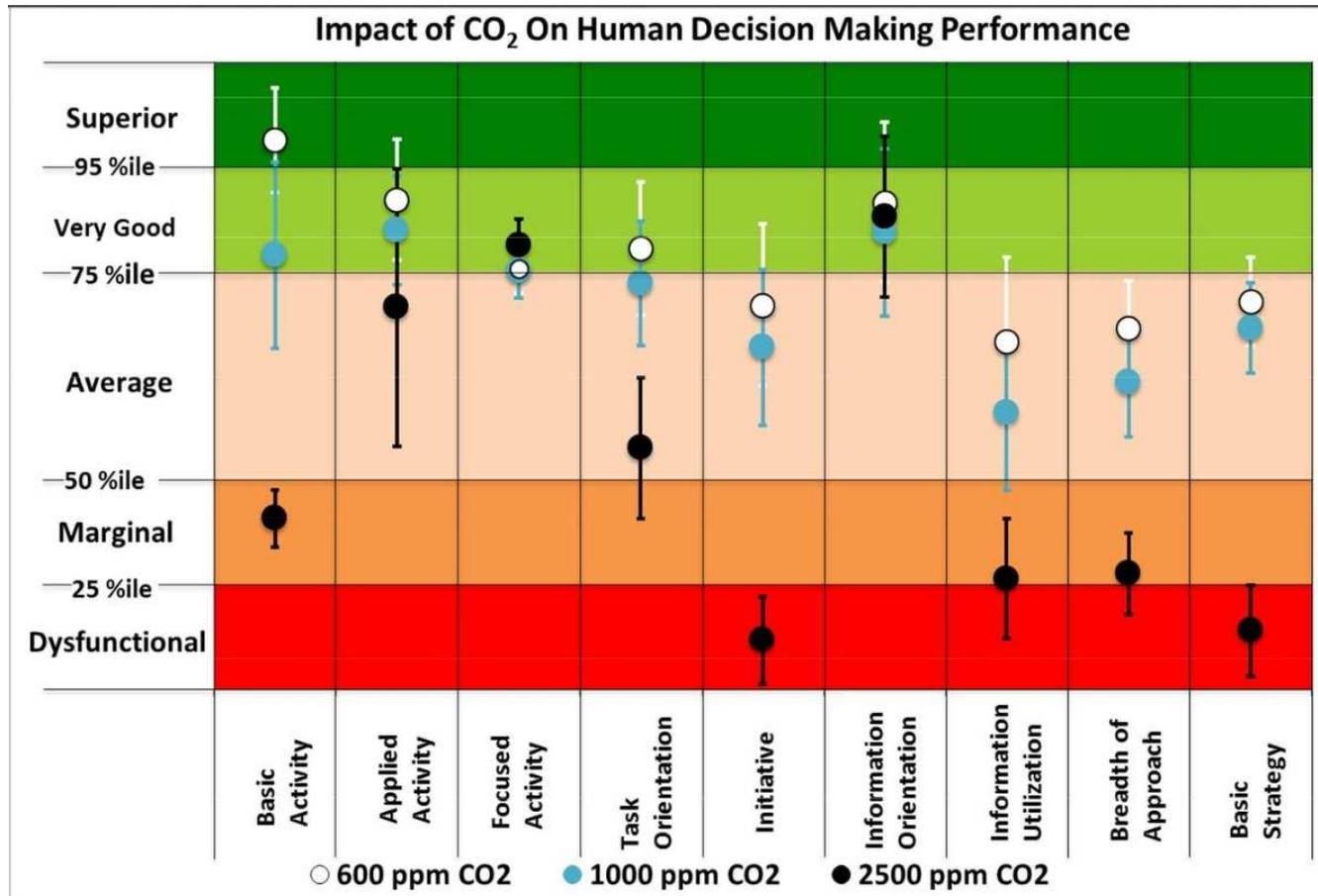
# Was wissen wir?

**Geistige Leistungsfähigkeit ist  
stark vom Innenraumklima  
abhängig**

# Effekte erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentrationen



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

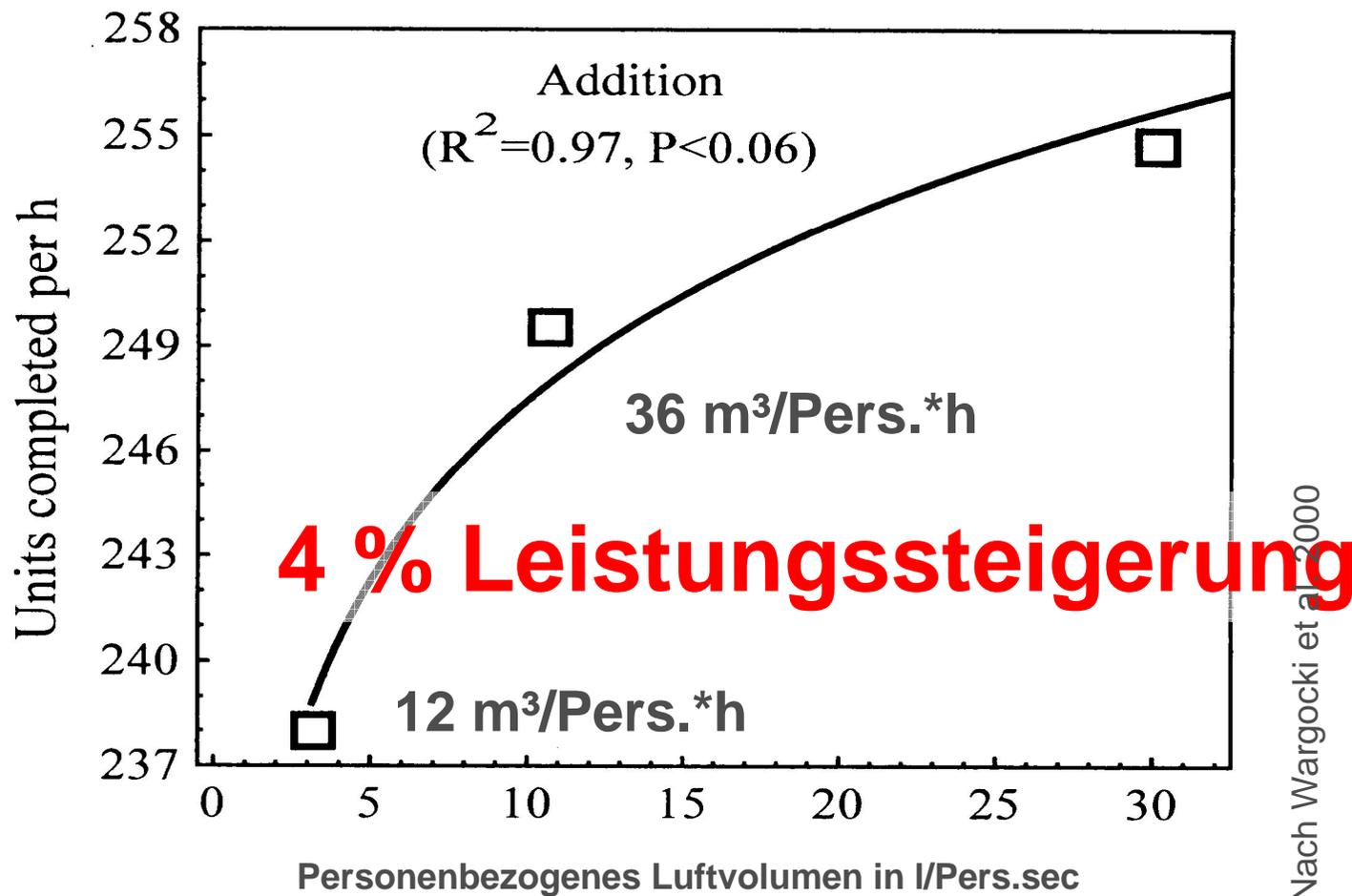


*Satish et al. (2012): Is CO<sub>2</sub> an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO<sub>2</sub> Concentrations on Human Decision-Making Performance. Env. Health Perspectives. NIEHS*

# Luftmenge und Performance



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH



# Schlechte Luft kommt teuer



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

## SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF BETTER AIR QUALITY IN PRIMARY SCHOOLS

Schlechte Raumluf  
langfristig sehr kostspielig,

Table 1: macro-economic effects of better ventilation by annual effect and trend

	Average annual effect	Trend of effect
Public primary balance - total	€37 million	Rising
of which – a) increased productivity	€16 million	Rising
– b) fewer pupils in Tenth Class	€15 million	Rising
– c) lower teacher sick leave	€6 million	Constant
GDP total	€173 million	Rising
of which – a) increased productivity	€106 million	Rising
– b) fewer pupils in Tenth Class	€67 million	Rising
– c) lower teacher sick leave	None	-

Note: Fixed 2011 prices. Trends for year of study to 2050. Figures are rounded and do not sum exactly.

Source: DREAM Group's calculations.

SLOTSHOLM A/S  
RADUSS TRÆVE 6  
1466 COPENHAGEN K  
WWW.SLOTSHOLM.DK

IN COLLABORATION WITH THE CENTRE FOR INDOOR ENVIRONMENT AND ENERGY AT THE TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK AND THE DREAM GROUP, FINANCED BY VELUX A/S  
JULY 2012

SLOTSHOLM

# Besondere Problematik in Schulen



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Hohe Konzentration erforderlich

Hohe Personendichte

Lange Aufenthaltszeiten

Zunehmend dichte Fenster

Keine gesundheitsorientierte  
Materialauswahl

Lüftung unzureichend  
oder nicht möglich

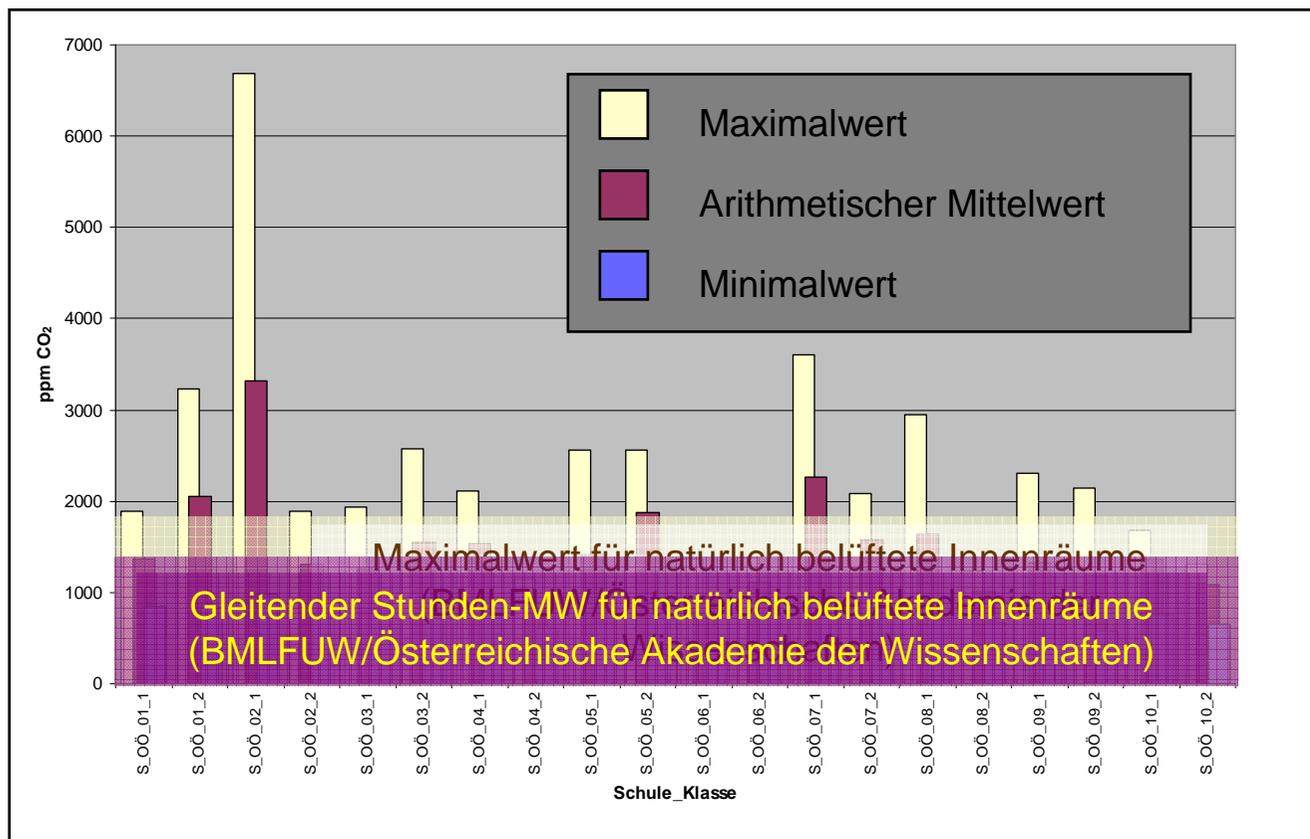
Keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte



# CO<sub>2</sub> in oberösterreichischen Schulen



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH



Brandl, Tappler, Twrdik, Damberger (2001): Untersuchungen raumlufthygienischer Parameter in oberösterreichischen Schulen. 6. AGÖF Fachkongress Nürnberg





# Was hoffen wir?

**Dass sich gesetzliche Vorgaben  
in Österreich durchsetzen**



Fenster und Türen müssen dicht ausgeführt sein

Gebäudehülle muss luftdicht sein (ÖNORM EN 13829), Förderungen für sehr dichte Gebäude – Energieeffizienz nur so erreichbar



OIB-Richtlinie Teil 3 (Bauordnung) fordert ausreichende Lüftung!



## **OiB- Richtlinie 3**

### **Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**

Ausgabe: Oktober 2011

ist bei Außenluftströmern eine natürliche Lüftung zur Gewährleistung eines gesunden Raumklimas nicht ausreichend, **muss eine entsprechend bemessene mechanische Lüftung errichtet werden.**“

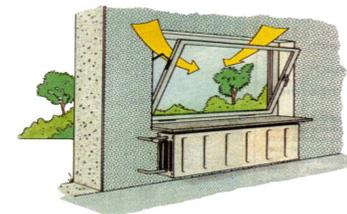
# OIB-Richtlinie 3 – Erläuterungen



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

Für die Beurteilung der Raumluftqualität können beispielsweise die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft: „CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter“ .....  
....ÖNORM EN 13779, H 6038.....herangezogen werden.

Ist Fensterlüftung alleine in Schulräumen ausreichend, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen?



# Österreichische Richtwerte für CO<sub>2</sub>



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEITES  
ÖSTERREICH

Lebensministerium / Österr. Akademie der Wissenschaften

Innenraum-Luftqualität EN 13779 usw	Natürlich belüftete Räume (CO <sub>2</sub> -absolut)	Mechanisch belüftete Räume (CO <sub>2</sub> -absolut)
Hoch ≤ 800 ppm	Zielwert < 1000 ppm	Zielwert < 800 ppm
Mittel 800-1000 ppm		Gleitd. Std. MW ≤ 1000 ppm
Mäßig 1000-1400 ppm	gleitd. Std. MW ≤ 1400 ppm	Einzelwerte max. 1400 ppm
Niedrig 1400-1900 ppm	Einzelwerte max. 1900 ppm	Keine Einzelwerte > 1400 ppm
(Sehr niedrig > 1900 ppm)	Keine Einzelwerte > 1900 ppm	

*BMLFUW/Österr. Akademie der Wissenschaften (2011): Richtwerte für CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter*

# Mechanische Lüftung erforderlich?



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

OIB-Richtlinie 3 & Kommentare

Kommentare zu OIB-Richtlinie verweisen auf Richtlinie der Akademie der Wissenschaften zu CO<sub>2</sub> und EN 13779

OIB-Richtlinie 3 in Bautechnik-VO der Länder übernommen

Zumindest „mäßig“ als Stundenmittelwert = „ausreichend“

Empfehlungen

Gesetzliche Vorgabe

Worst-case Annahme

# Ausreichend = mäßig nach EN 13779



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Lebensministerium / Österr. Akademie der Wissenschaften

Innenraum-Luftqualität EN 13779 usw	Natürlich belüftete Räume (CO <sub>2</sub> -absolut)	Mechanisch belüftete Räume (CO <sub>2</sub> -absolut)
Hoch ≤ 800 ppm	Zielwert < 1000 ppm	Zielwert < 800 ppm
Mittel 800-1000 ppm		Gleitd. Std. MW ≤ 1000 ppm
Mäßig 1000-1400 ppm		gleitd. Std. MW ≤ 1400 ppm Einzelwerte max. 1400 ppm
Niedrig 1400-1900 ppm	Einzelwerte max. 1900 ppm	Keine Einzelwerte > 1400 ppm
(Sehr niedrig > 1900 ppm)	Keine Einzelwerte > 1900 ppm	

BMLFUW/Österr. Akademie der Wissenschaften (2011): Richtwerte für CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter

# Mechanische Lüftung erforderlich



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

OIB-Richtlinie 3 & Kommentare

Kommentare zu OIB-Richtlinie verweisen auf Richtlinie der Akademie der Wissenschaften zu CO<sub>2</sub> und EN 13779

OIB-Richtlinie 3 in Bautechnik-VO der Länder übernommen

Zumindest „mäßig“ als Stundenmittelwert = „ausreichend“

**1400 ppm ist Mindestforderung** der Bautechnik-Verordnungen der Länder

Empfehlungen

Gesetzliche Vorgabe

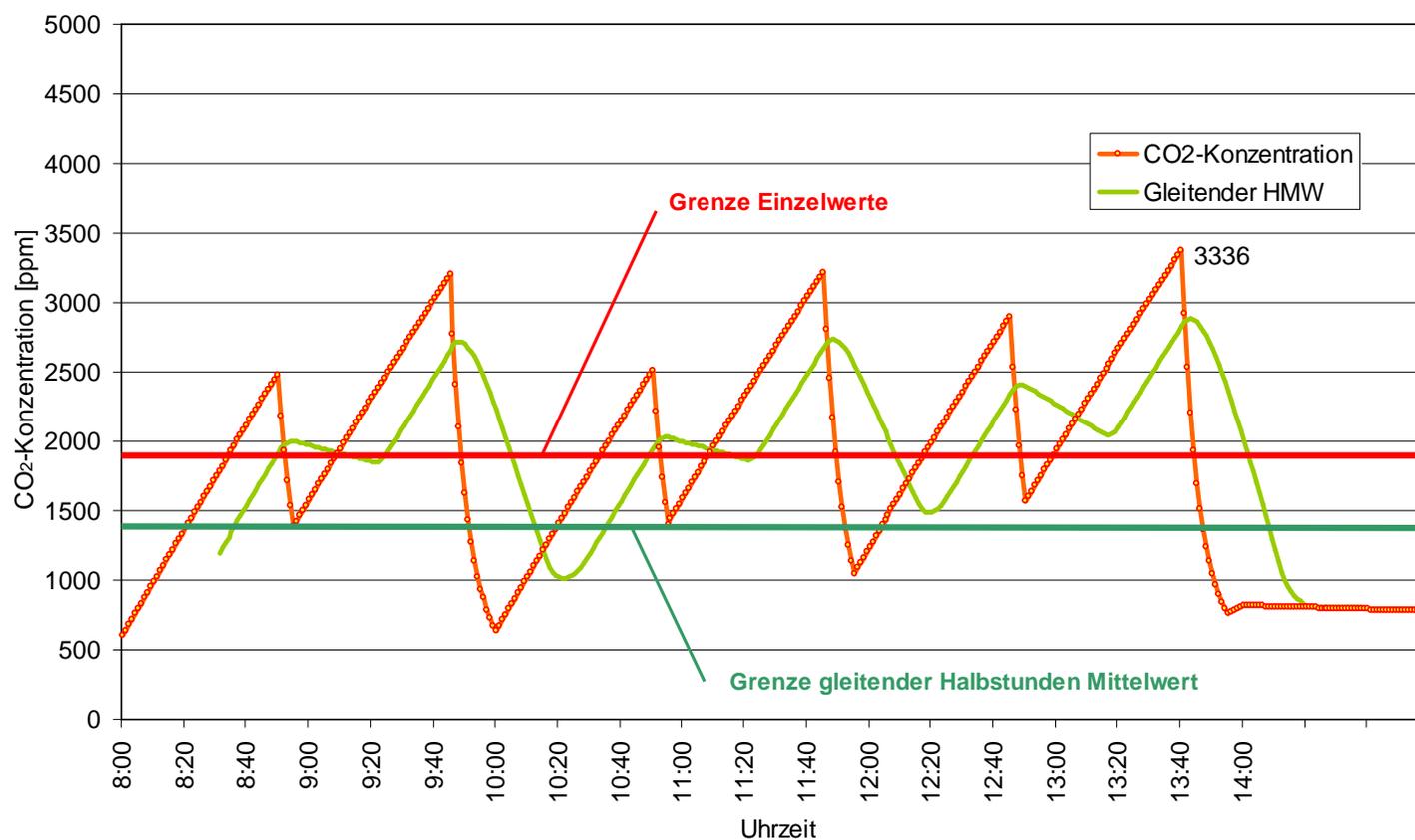
Worst-case Annahme

Konsequenz

# Modellberechnungen



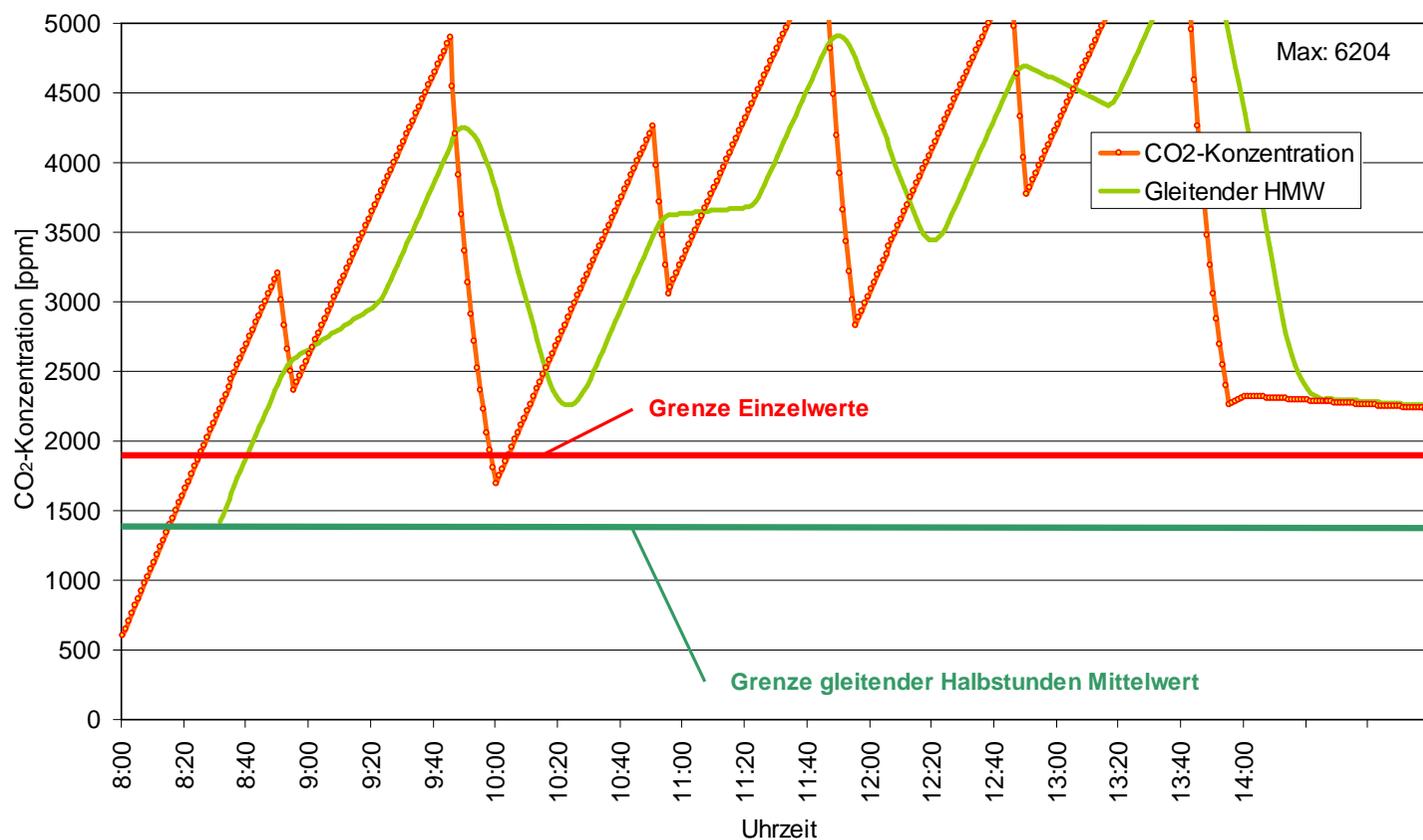
Schulraum 25 Kinder 12 Jahre, eher dichte Fenster, Pausen Fenster ganz offen



# Modellberechnungen



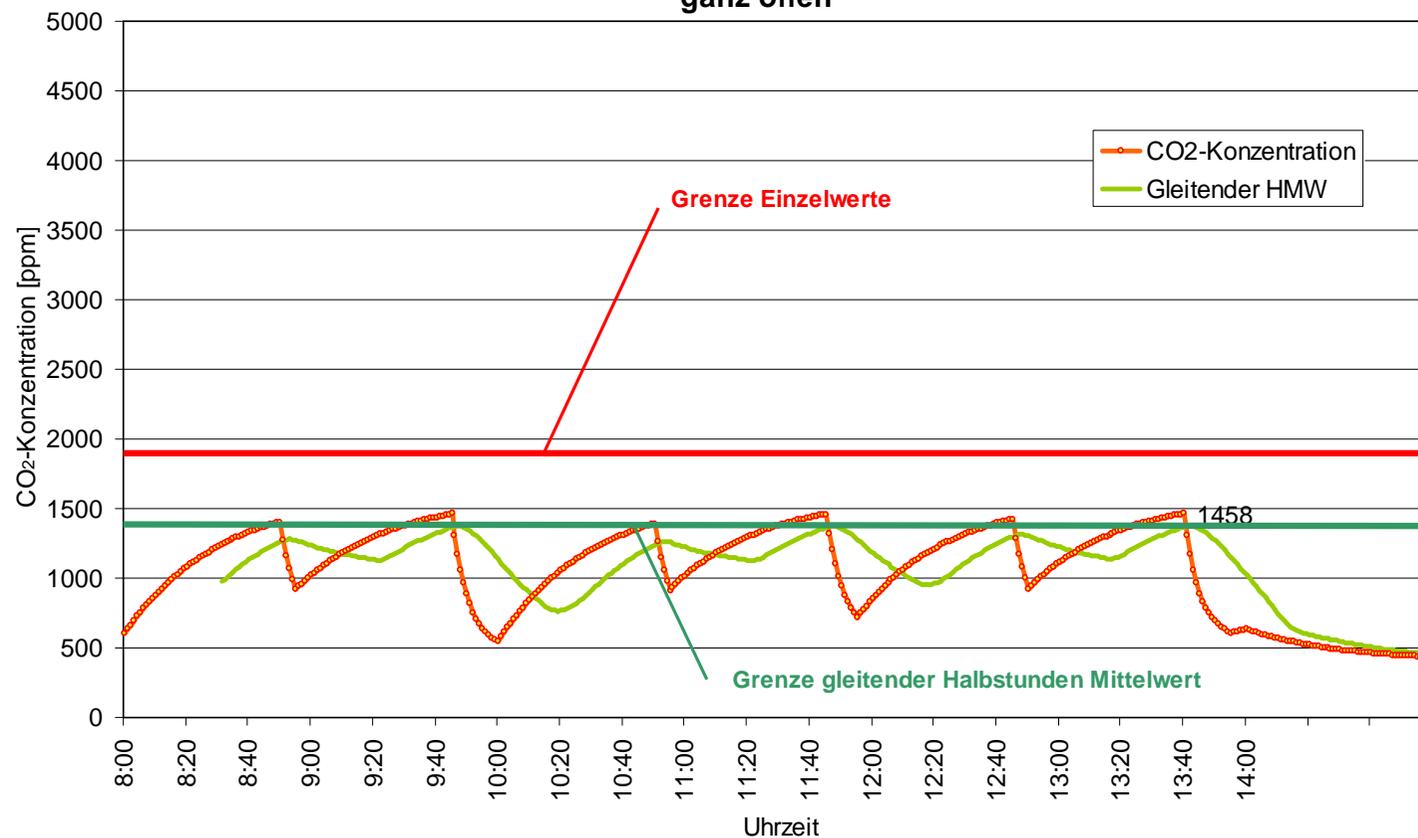
Schulraum 30 Kinder 15 Jahre, sehr dichte Fenster, Pausen Fenster gekippt



# Modellberechnungen



Schulraum 25 Kinder 12 Jahre, Belüftungsanlage (LW = 2 h<sup>-1</sup>), Pausen Fenster ganz offen



# Empfehlungen zu Schullüftung



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

arbeitskreis  
innenraumluft



lebensministerium.at

## Positionspapier zu Lüftungstechnischen Anlagen in Schul- und Unterrichtsräumen

Ausgelöst durch energieoptimierte Wärmerückgewinnungsausgestattete Klassenschüleranforderungen der OIB-Richtlinie 3 H es in der Regel ähnlicher Zweckbe

Bei Installation Schadstoffe aus Erdreich effizient Hinweise, dass subjektiven Einsch und zur signifikant Unzureichend g Lüftungstechnisch Anlagen verbunde snar aufheben I



ÖSTERREICHISCHE  
ÄRZTEKAMMER  
Körperschaft öffentlichen  
Rechts – Mitglied der  
World Medical Association

### Arbeitskreis Innenraumluft und Ärztekammer fordern Schulklassen mit Komfortlüftung

Während die beim PISA-Test erfolgreichen skandinavischen Schüler in der Regel in mechanisch belüfteten Klassen lernen, werden Österreichs Schüler oft schon nach kurzer Zeit, spätestens jedoch ab der dritten Unterrichtsstunde durch den typischen „Schulmief“ beeinträchtigt. Schulmief ist eine Mischung unterschiedlicher flüchtiger Stoffe (unter anderem CO<sub>2</sub>) und Geruchssubstanzen, die von den Schülern selbst abgegeben werden. CO<sub>2</sub> selbst ist nicht gesundheitsschädlich, sondern ein Marker für die Qualität der Innenraumluft.

Die Lernleistung nimmt schon ab 1000ppm CO<sub>2</sub> ab, die Fehlerraten steigen. Ab etwa 1400 pps CO<sub>2</sub> ist die Luftqualität laut österreichischer Akademie der Wissenschaften und ÖNORM EN 13779 als niedrig zu bezeichnen, viele Schulklassen liegen in mehr als der Hälfte der Lernzeiten darüber. Ab 2000 ppm CO<sub>2</sub> steigt die Rate an Kopfschmerzen (die häufigste Beschwerde bei Jugendlichen neben der ebenso durch

Festlegungen zum Thema Lüftung in Unterrichtsräumen

Empfohlen werden **generell** mechanische Lüftungsanlagen in Schul- und Unterrichtsräumen

Bezug online: [www.raumluft.org](http://www.raumluft.org)



# Was fürchten wir?

**Dass billige, schlecht gewartete  
Anlagen den Ruf beschädigen**

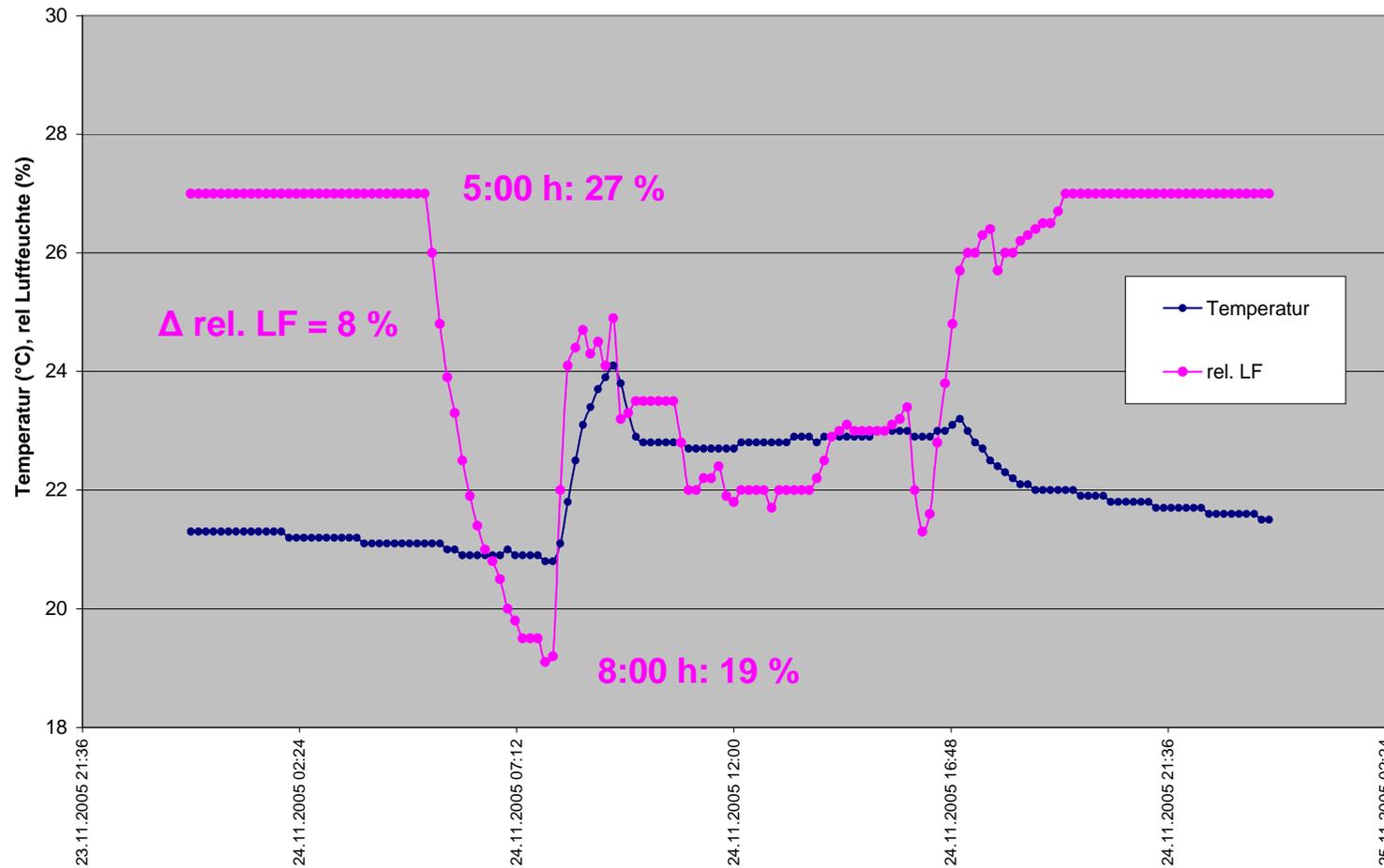


---

# Was fürchten wir?

**Dass auf Grund von  
Sparbestrebungen gesetzliche  
Vorgaben nicht beachtet werden**

# Entfeuchtung der Bausubstanz

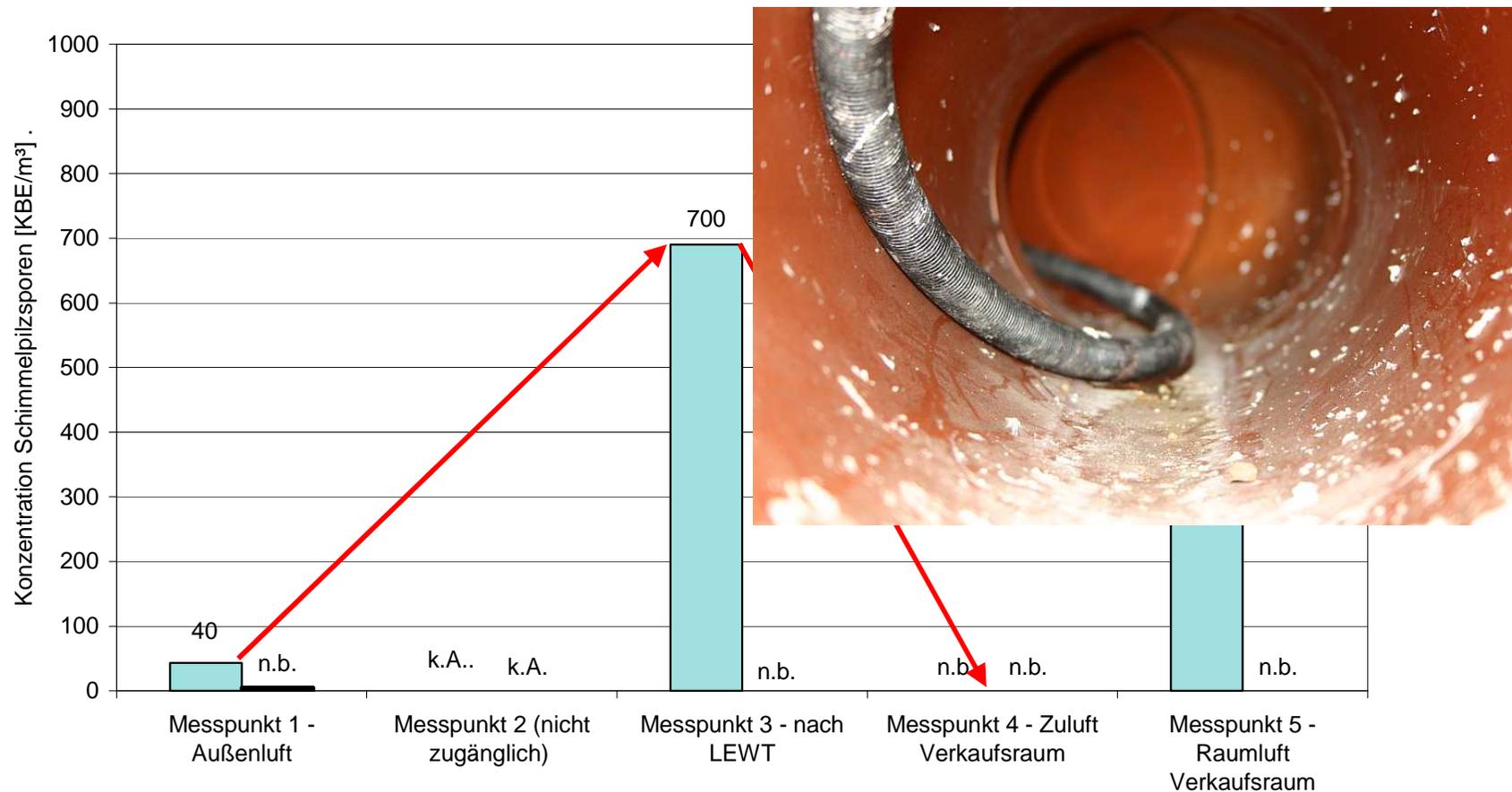


# Verkeimung Luft-EWT



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

## Ergebnisse der Messungen der Schimmelpilz Sporenkonzentration





---

Mechanische Lüftungsanlagen sind für die  
Erfüllung gesetzlicher bautechnischer  
Vorschriften, gute Raumluft und hohe  
Leistungsfähigkeit in Schulen  
unumgänglich

Hohe Qualität bei Planung, Errichtung und  
Betrieb sind jedoch Grundvoraussetzung



Top-Information über  
Lüftungsanlagen:  
<http://www.komfortlüftung.at>  
Mit Infos, Beispielen und  
Planungsvorgaben

komfortlüftung.at  
gesund & energieeffizient





Top-Information über derzeitiges (beschränktes) Wissen  
über das Fachgebiet Innenraumklimatologie:

<http://www.raumluft.org>

Mit Infos, Links und CO<sub>2</sub>-Rechner

raumluft.org  
Mensch – Umwelt – Gesundheit

IBO  
Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie



AGU  
ÄRZTINNEN FÜR EINE  
GESUNDE UMWELT

