



Neues österreichisches Richtwertekonzept für CO₂ als Lüftungsparameter

Peter Tappler

Arbeitskreis Innenraumluft am BMNT

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter
Sachverständiger

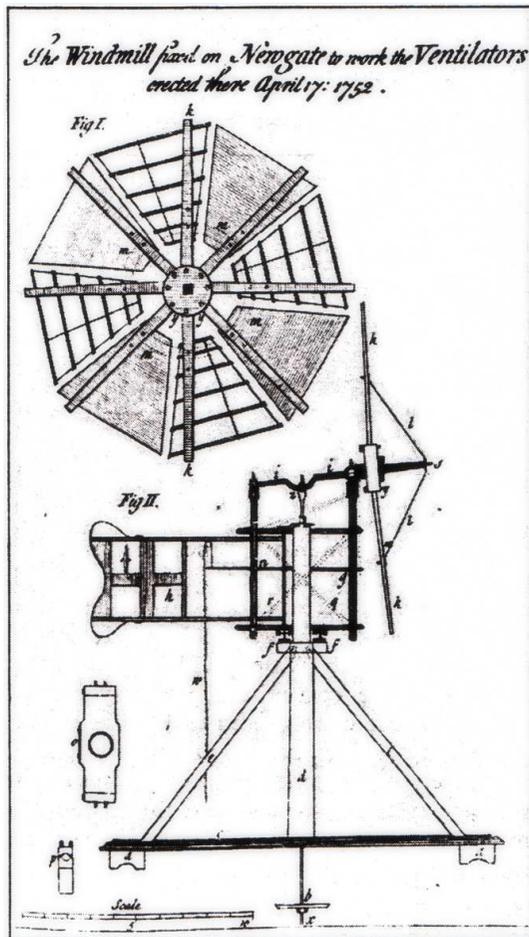
IBO-Innenraumanalytik OG

Frühe Neuzeit

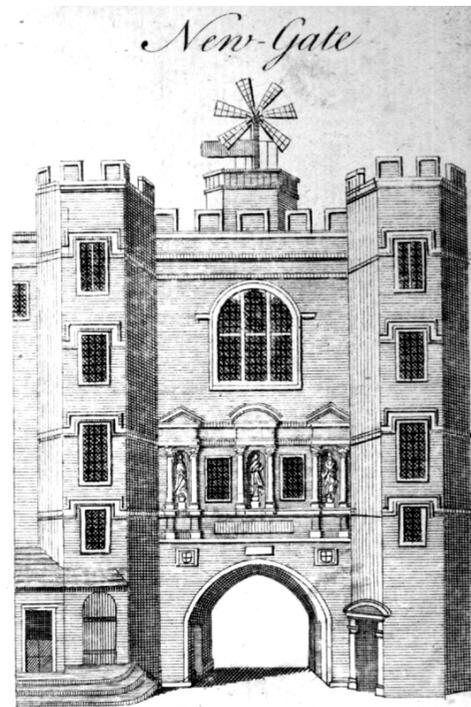


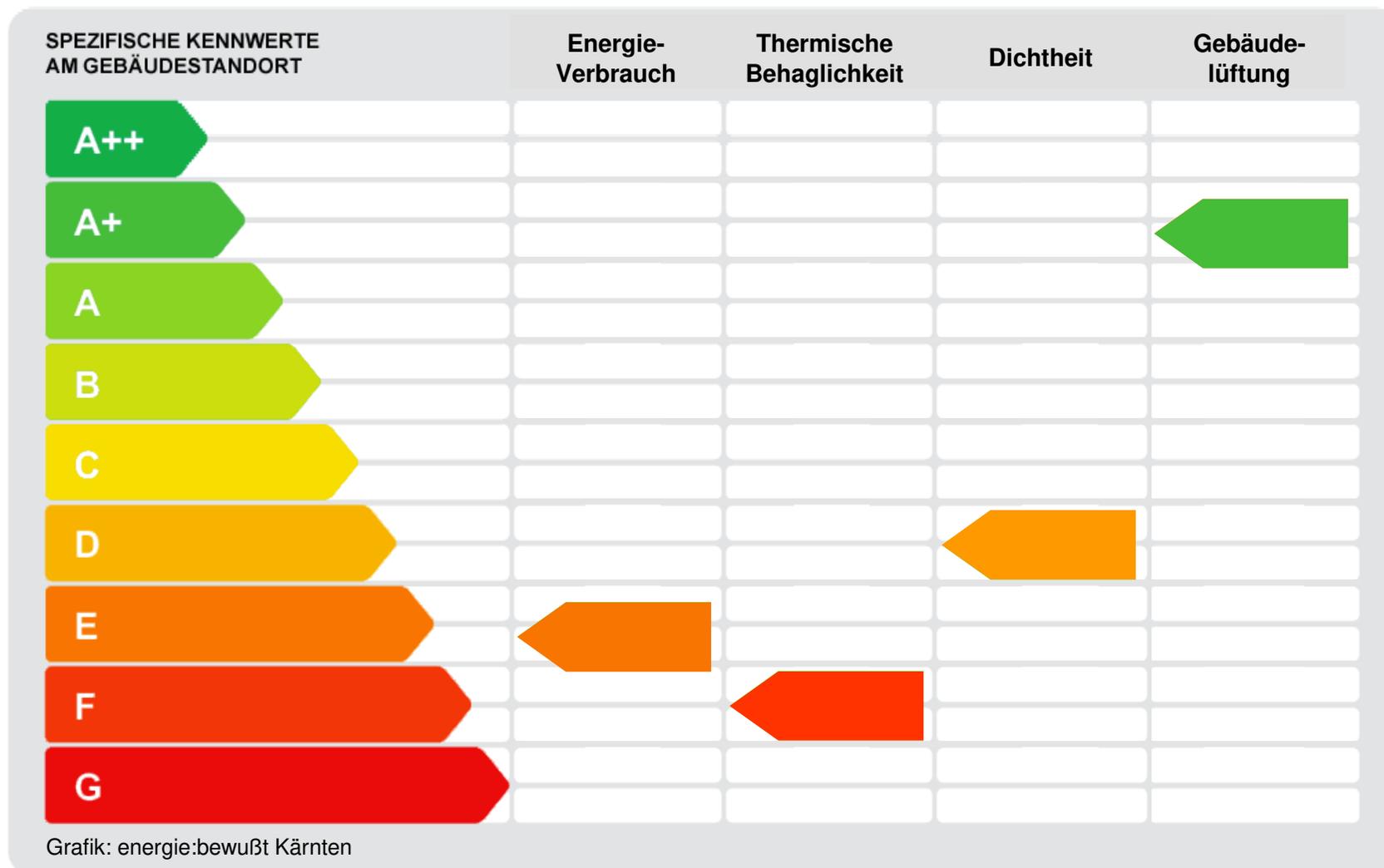
Georgius Agricola (Georg Pauer) geb. 1494: De Re Metallica 1556

Halbzeit der Evolution



Hales' Ventilationssystem im Gefängnis Newgate 1752





Fenster und Türen müssen dicht ausgeführt sein

Gebäudehülle muss luftdicht sein (OIB-Richtlinie 6), Förderungen für sehr dichte Gebäude – Energieeffizienz nur so erreichbar



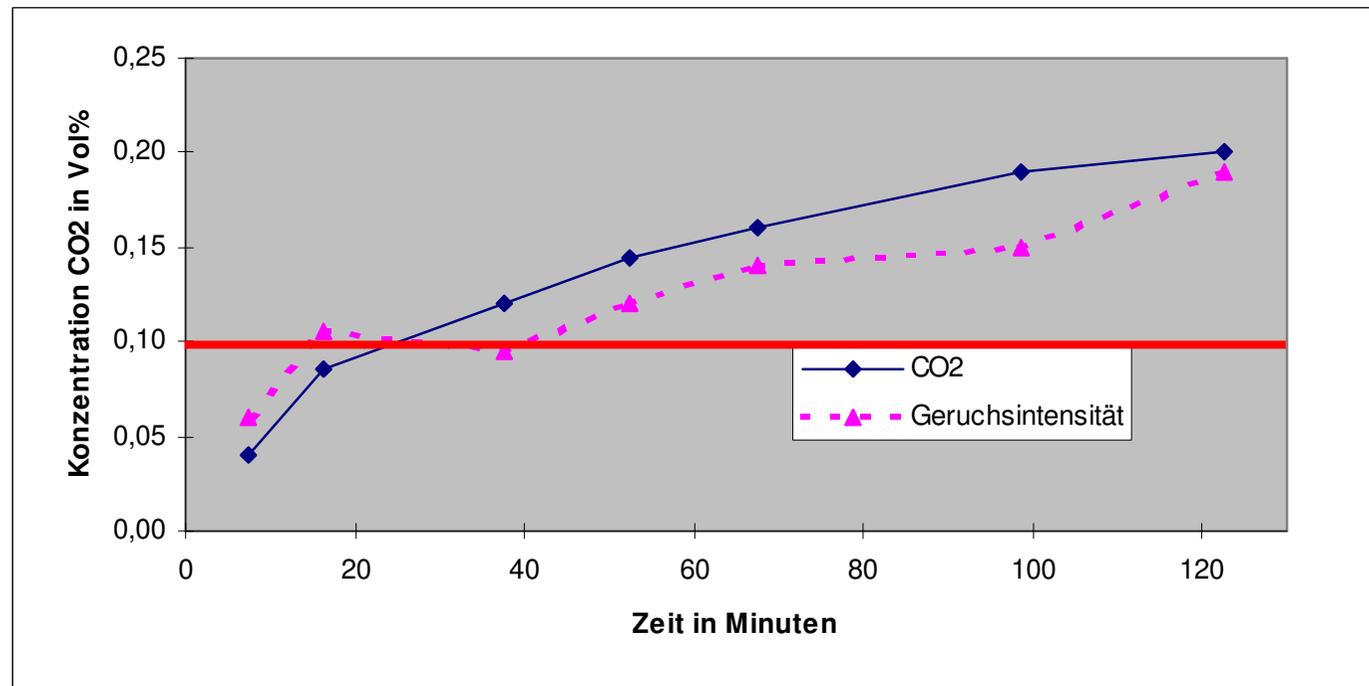
Bautechnische Vorschriften der Länder (OIB-Richtlinie Teil 3) fordern ausreichende Lüftung!

Was bedeutet ausreichende Lüftung?



CO₂-Konzentration als Marker

Gute Korrelation zwischen CO₂-Konzentration und Geruchsintensität bzw. empfundener Raumluftqualität



4 sitzende Personen in 30 m³ Raum, Luftwechselzahl 0,8 (nach Pluschke 1996)

VENTILATION

UND

DESINFECTION DER WOHNÄRÄUME

NEBST

CONSERVIRUNG DER IN WOHNHÄUSERN VORKOMMENDEN
ORGANISCHEN KÖRPER

VON

G. K. STROTT,
CHEMIKER UND LEHRER AN DER HERZOGL. BAUGEWERKSCHULE
IN HOLZMINDEN A. D. WERR.

HOLZMINDEN.
C. C. MÜLLER'SCHE BUCHHANDLUNG.
1876.

V o r w o r t.

Die Erhaltung einer gesunden, frischen Luft in Räumen, wo sich Menschen oder Thiere aufhalten, oder welche zu industriellen Zwecken dienen, ist ein Gegenstand von so hoher Wichtigkeit, dass er — vielleicht noch mit den Principien der Heizung vereinigt — verdient in allen Gewerbeschulen, namentlich Baugewerkschulen, als besonderer Unterrichtsgegenstand behandelt zu werden.

G. K. Strott: Lehrer der technischen Chemie in
Holzminden 1878

den Sauerstoff wieder an die Luft abgeben. Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft beträgt durchschnittlich in 10000 Raumtheilen 4 Raumtheile. Nach Boussingault und Levi ist die Luft in dem porösen Ackerboden stets sauerstoffärmer, aber kohlenstoffreicher als die normale atmosphärische Luft. In der freien atmosphärischen Luft fand Roscoe in London 0,037 Volumprocente Kohlensäure, in der Luft von Casernenzimmern 0,12—0,14 Volumprocente, in der Luft angefüllter Schulzimmer 0,24—0,31 Volumprocente, in der Luft eines vollen Schauspielhauses, 10 Meter über der Bühne 0,32 Volumprocente und $1\frac{1}{3}$ Meter über der Bühne 0,26 Volumprocente. Pettenkofer fand in der Luft eines Wohnzimmers in München 0,06 Volumprocent Kohlensäure. Um der Luft

10

In bewohnten Räumen, namentlich in Krankenzimmern, wo sich Fäulnisgase, Miasmen, oder bei ansteckenden Krankheiten Contagien ansammeln, muss beständig ventilirt, d. h. schlechte Luft ab- und dafür frische eingeführt werden. Neben einer zweckentsprechenden Ventilation aber muss die Bildung von Fäulnisgasen und flüchtiger Krankheitsstoffe auch soviel als möglich verhindert werden. Dies geschieht 1) durch Conservirung der organischen Körper der am Baue befindlichen Baumaterialien, namentlich des Holzes u. s. w., wodurch Fäulnis und Holzschwamm verhütet werden; 2) durch Desinfection der Auswürfe, Entleerungen der Kranken, der Zimmerluft u. s. w.

Schon durch den Sauerstoffverlust der eingeathmeten Luft oder durch den übergewöhnlichen Gehalt derselben an Kohlensäure kann eine erhebliche Störung aller Lebensfunctionen im menschlichen Organismus vorgehen. Enthält die Luft 9 Raumprocente Kohlensäure, so wirkt sie beim Einathmen tödtlich. Pettenkofer fand überall, wo die Luft in bewohnten Räumen in 1000 Raumtheilen viel mehr als 2 Kohlensäure in Folge der Athmung und Hautausdünstung enthielt, diese übelriechend. Gelangt in einen Wohnraum so viel reine Luft, dass auf jede Person darin stündlich 18,5496 Cubikmeter (600 Cubikfuss) trifft, so kann sich der Kohlensäuregehalt durch Athmung und Ausdünstung nicht auf $\frac{2}{1000}$ anhäufen. Auch der Wasserdampf, wenn die Luft in hohem Grade damit gesättigt ist, kann Unwohlbefinden hervorrufen.

Aber auch durch das Verbrennen der Leuchtstoffe werden beträchtliche Mengen von Kohlensäure und Wasserdampf mit noch andern schädlichen Substanzen in die Luft übergeführt, namentlich dann, wenn die Leuchtstoffe nicht rein sind oder die Verbrennung keine vollständige ist.

EN 16798 Auslegungswerte für CO₂

Tabelle B2.1.4-2 — Auslegungswert der CO₂-Konzentrationen in belegten Wohn- und Schlafzimmern

Kategorie	Auslegungswert der ΔCO_2 -Konzentration in Wohnzimmern (ppm oberhalb des Wertes in Außenluft)	Auslegungswert der ΔCO_2 -Konzentration in Schlafzimmern (ppm oberhalb des Wertes in Außenluft)
I	550	380
II	800	550
III	1 350	950
IV	1 350	950

ANMERKUNGEN

Die in vorstehender Tabelle B2.1.4-4 angegebenen Werte entsprechen der Gleichgewichtskonzentration, wobei der Luftvolumenstrom 4 l/s, 7 l/s, 10 l/s für Kategorie I, II bzw. III und die CO₂-Emission 20 l/h und 13,6 l/h für Wohnzimmer bzw. Schlafzimmer beträgt.

Bei einem Raum von 10 m² (Raumhöhe 2,5 m, 25 m³) entsprechen 4 l/s, 7 l/s und 10 l/s je Person bei zwei Personen im Raum einer Luftwechselrate von 1,2 ach, 2,0 ach und 2,9 ach.

Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



**Gemeinsam mit
Österreichischer Akademie
der Wissenschaften**

Richtlinienteil „CO₂ als
Lüftungsparameter“

Erstausgabe 2006 (in Anlehnung
an EN 13779 - zurückgezogen)

Aktuelle Fassung 2017

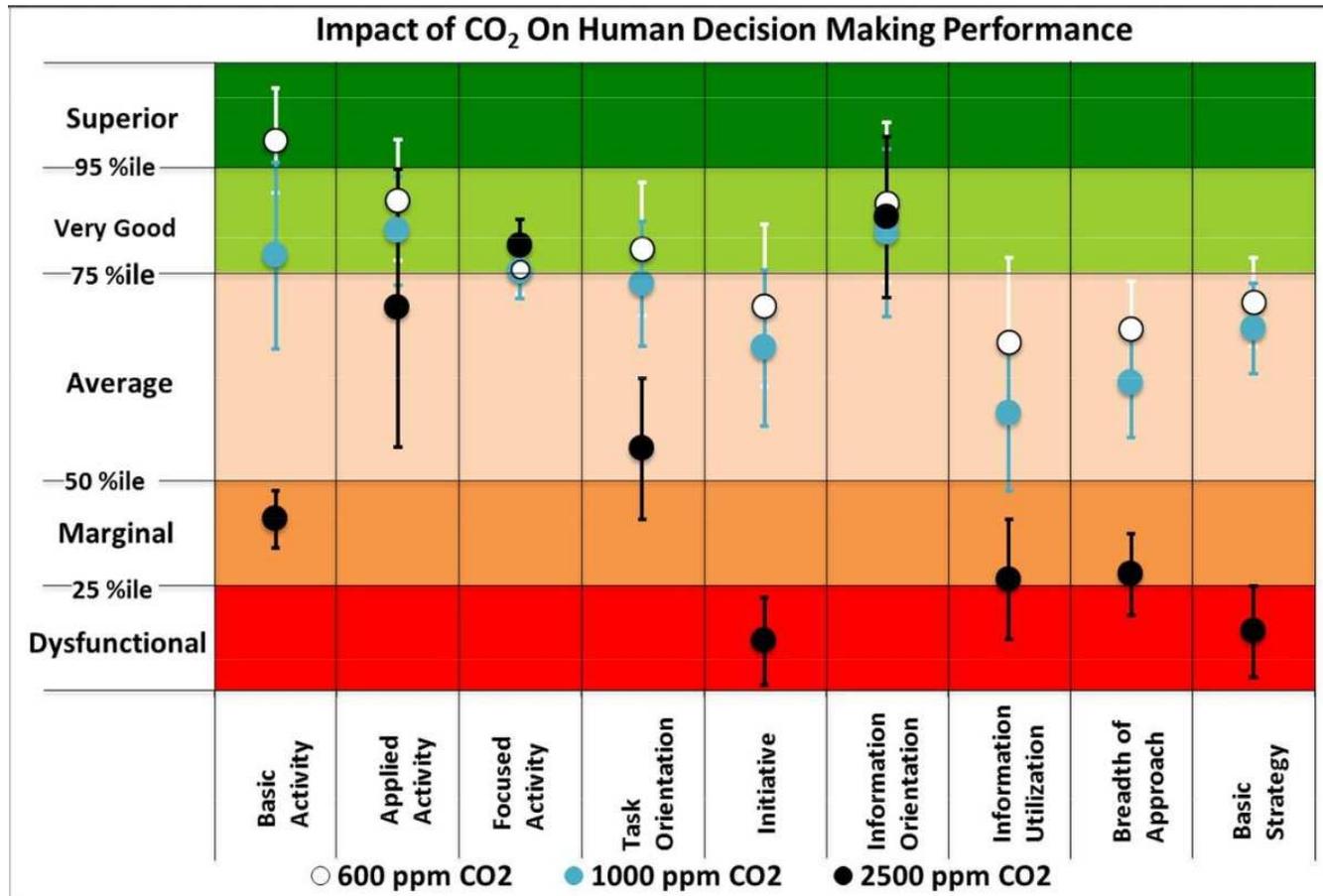
<https://www.bmnt.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft.html>

Österreichische Richtwerte für CO₂

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

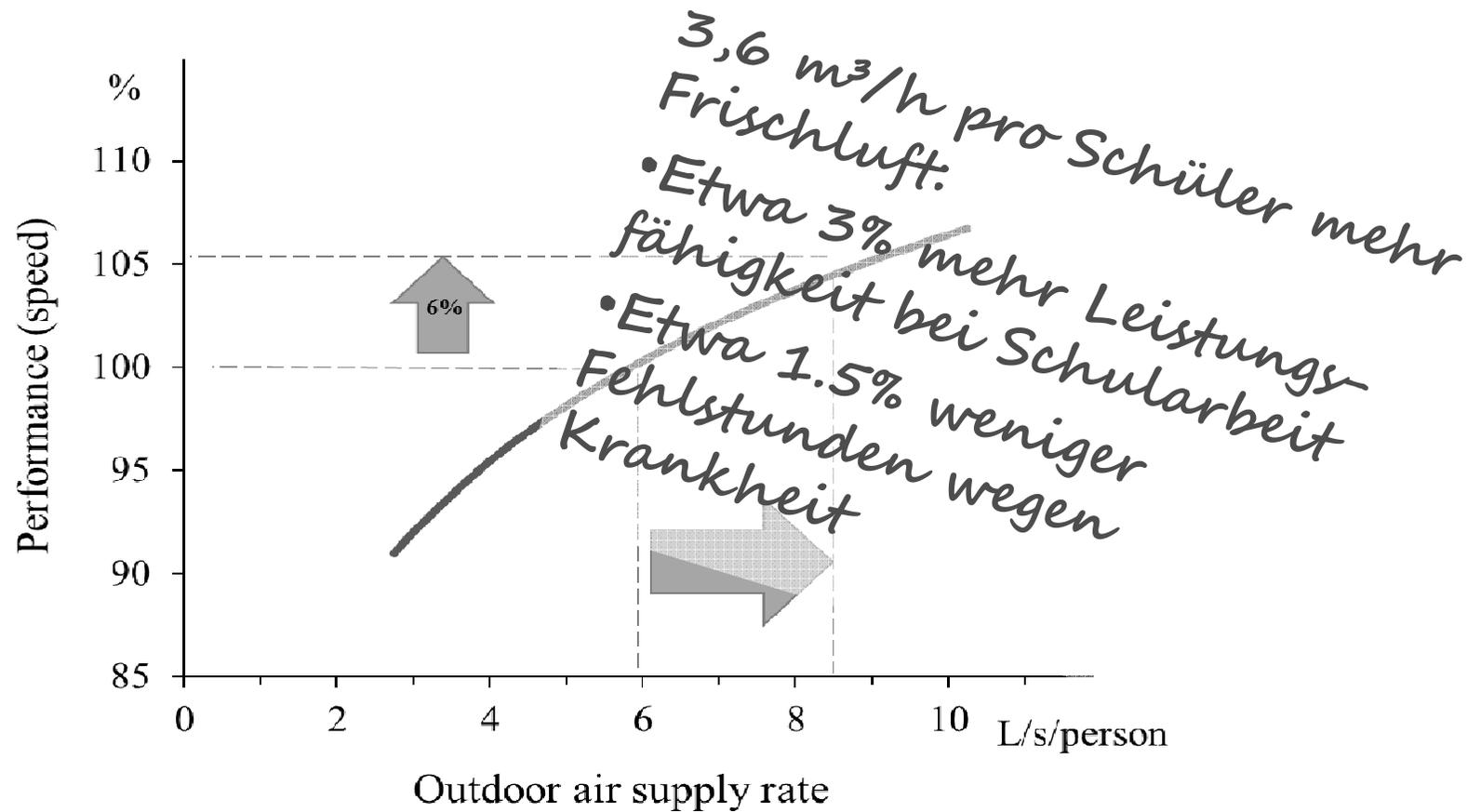
Beschreibung, Anforderungen	Verteilung CO ₂ -Werte ppm absolut	EN 16798-1 (13779) Kategoriengrenzen ppm absolut
Ziel für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	arithm. Mittelwert ≤ 800	I: ≤ ~ 750 ... 800 (IDA 1)
Anforderungen für Innenräume, in denen geistige Tätigkeiten verrichtet werden und die zur Regeneration dienen	arithm. Mittelwert ≤ 1000	II: ≤ ~ 950 ... 1000 (IDA 2)
Allgemeine Anforderung für Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt von Personen	arithm. Mittelwert ≤ 1400	III: ≤ ~ 1350 ... 1400 (IDA 3)
Anforderungen für Innenräume mit geringer Nutzungsdauer durch Personen	arithm. Mittelwert ≤ 5000	IV: > ~ 1350 ... 1400 (IDA 4)
Für die Nutzung durch Personen nicht akzeptabel	arithm. Mittelwert > 5000	MAK-Wert

Effekte geringerer CO₂-Konzentrationen



Satish et al. (2012): Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ Concentrations on Human Decision-Making Performance. Env. Health Perspectives. NIEHS

Lüftung = Leistung & Gesundheit



Wargocki (2014): Vortrag im Rahmen des Innenraumtages des BMLFUW 2014

CO₂ in den Nachtstunden

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



Original Article | Open Access

The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance

P. Strøm-Tejse, D. Zukowska, P. Wargocki, D. P. Wyon

First published: 09 October 2015 | <https://doi.org/10.1111/ina.12254> | Cited by: 11

[The copyright line for this article was changed on 17 November 2015 after original online publication].

[Read the full text >](#)

PDF TOOLS SHARE

Abstract

Objectively measured sleep quality and the perceived freshness of bedroom air improved significantly when the CO₂ level was lower, as did next-day reported sleepiness and ability to concentrate and the subjects' performance of a test of logical thinking.



Volume 26, Issue 5
October 2016
Pages 679-686

Figures References Related Information

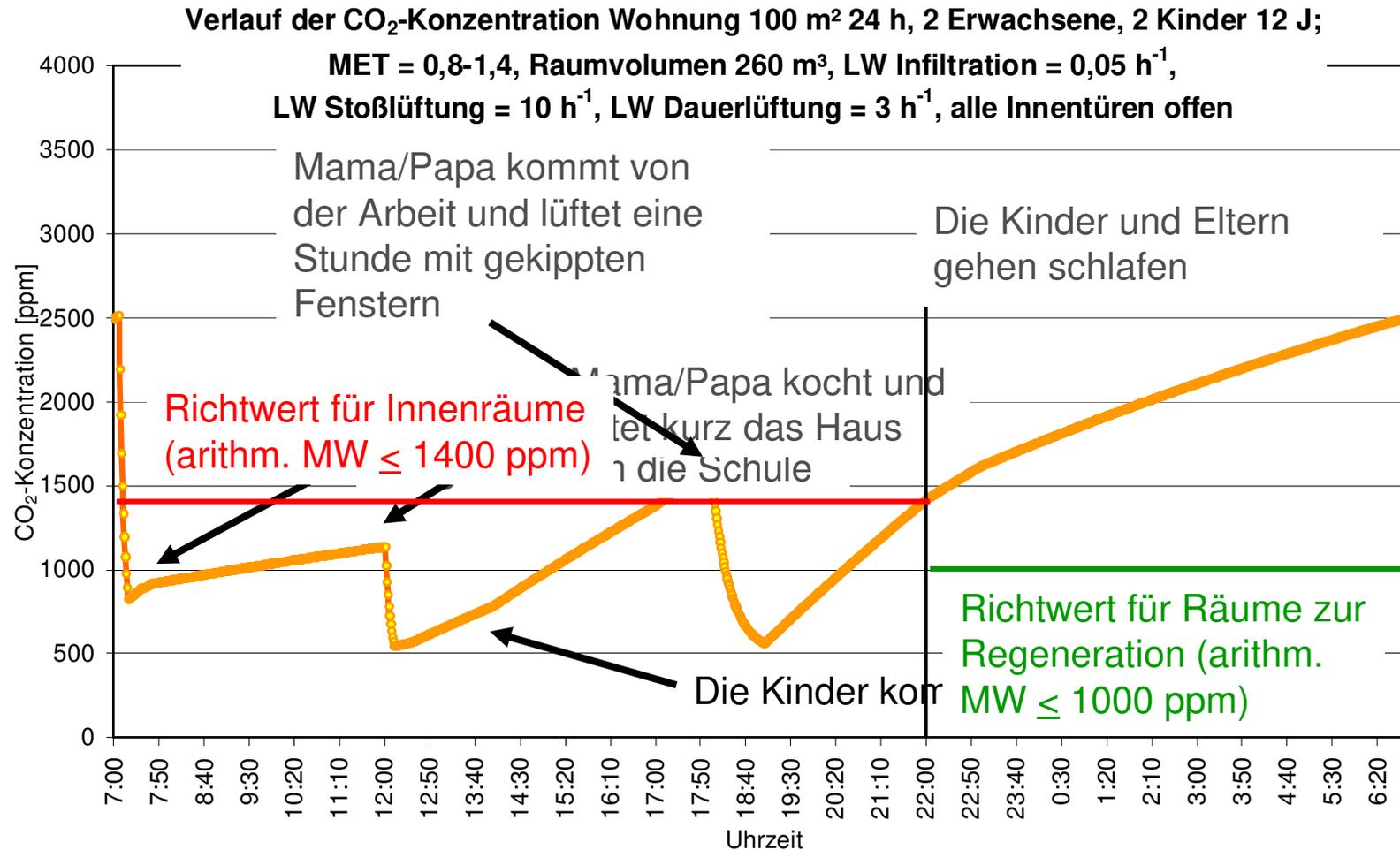
Metrics

Citations: 11

Am score 82

Details

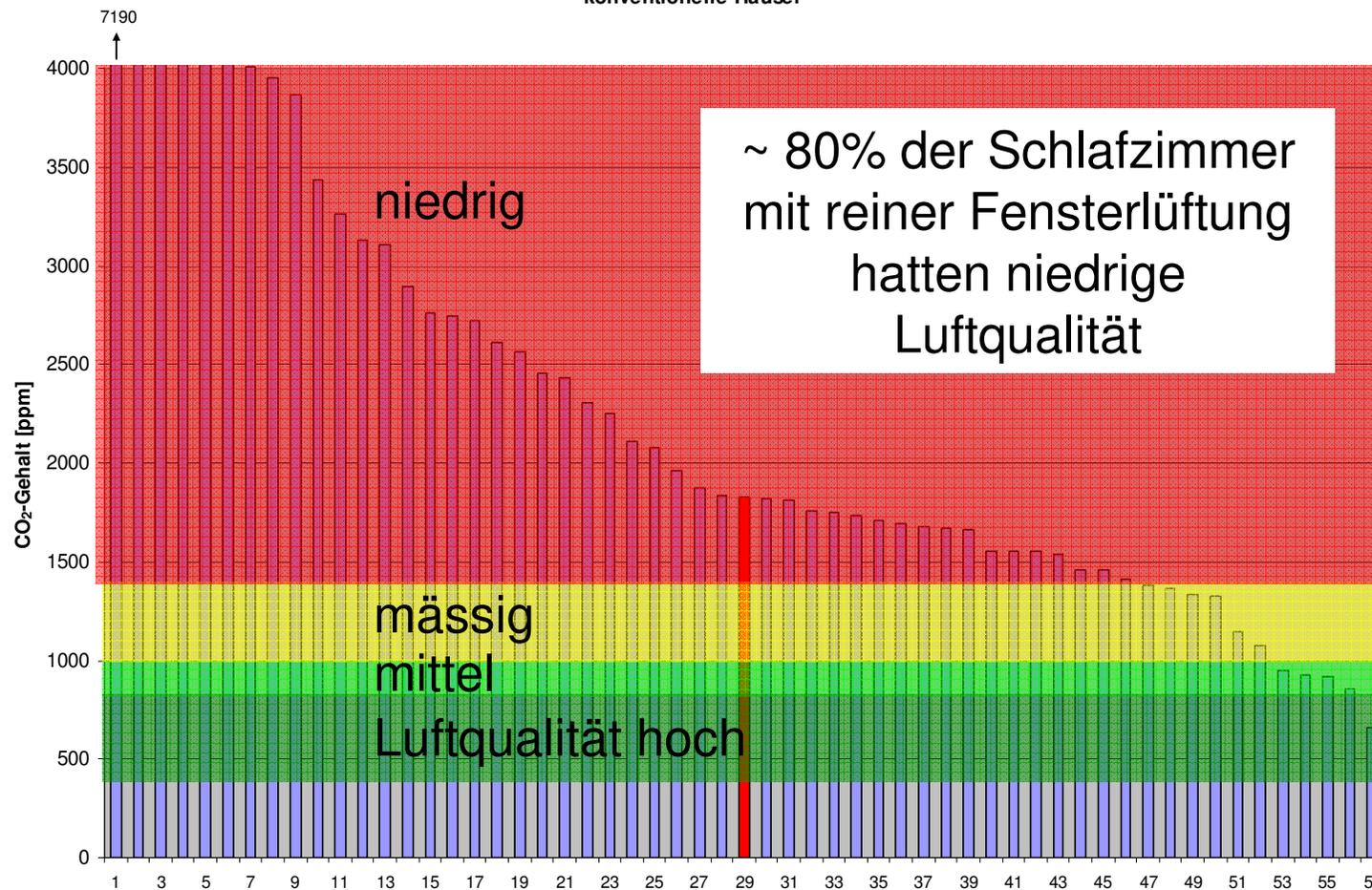
CO₂ in dichten Gebäuden



CO₂ in konventionellen Schlafzimmern



Studie "Raumluftqualität und Bewohnergesundheit in neu errichteten Wohnhäusern"
CO₂-Gehalt der Raumlufte des Schlafzimmers - max. Stundenmittelwert
konventionelle Häuser



Schulen, Innenräume und CO₂ in D

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

Bekanntmachung des Umweltbundesamtes

Bundesgesundheitsbil - Gesundheitsforsch -
Gesundheitsschutz 2008 - 51:1358-1369
DOI 10.1007/s00103-008-0707-2
© Springer Medizin Verlag 2008

Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft

Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe
Innenraumrichtwerte der Innenraumluft-
hygiene-Kommission des Umweltbundes-
amtes und der Obersten Landesgesundheits-
behörden



Hygienische Bewertung der Kohlendioxid-Konzentration in der Innenraumluft mithilfe von Leitwerten (bezogen auf die aktuell vorliegende Konzentration – Momentanwert). Die Empfehlungen mit kurzfristig durchzuführenden Maßnahmen bauen aufeinander auf. Die Kohlendioxid-Leitwerte können z. B. im Sinne einer Lüftungsampel (grün-gelb-rot) verwendet werden

CO ₂ -Konzentration (ppm)	Hygienische Bewertung	Empfehlungen
< 1000	Hygienisch unbedenklich	Keine weiteren Maßnahmen
1000–2000	Hygienisch auffällig	Lüftungsmaßnahme (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel	Belüftbarkeit des Raums prüfen ggf. weitergehende Maßnahmen prüfen

Kostensparnis Schulen Dänemark

	Durchschn. jährlicher Effekt	Trend des Effektes
Öffentliches Budget total	€37 Millionen	Steigend
• erhöhte Produktivität	€16 Millionen	Steigend
• weniger Wiederholer	€15 Millionen	Steigend
• weniger Krankenstände Lehrer	€6 Millionen	Konstant
Bruttoinlandsprodukt total	€170 million	Steigend
• erhöhte Produktivität	€104 Millionen.	Steigend
• weniger Wiederholer	€67 Millionen	Steigend
• weniger Krankenstände Lehrer	N/A	N/A

SIMULATIONSPROGRAMM

zur Berechnung von
CO₂ Konzentrationen
in Innenräumen
Version 3.1

Gehen Sie zu Blatt "Anleitung"

Herausgeber: IBO Innenraumanalytik OG
Stutterheimstraße 16-18/2, A-1150 Wien
Tel: 01-9838080 office@innenraumanalytik.at



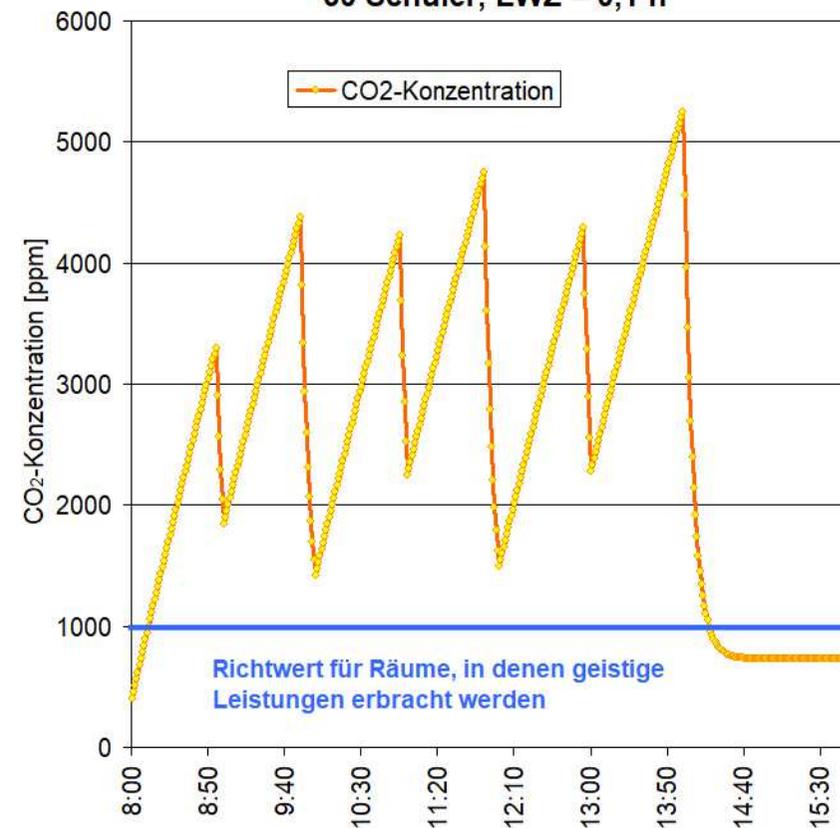
Wir freuen uns über Anregungen, die das Produkt
verbessern!

Bitte in türkis unterlegte Felder eingeben! Hellblau unterlegte Felder: optionale Eingabe!

Gleichbleibende Parameter			Einheit	Wert
Fläche des Raumes	[m ²]	63		
Höhe des Raumes	[m]	3		
Fenstertyp/ Grundlüftung	a-g	b		
CO ₂ -Konzentration Außenluft	[ppm]	400		
CO ₂ -Konzentration Beginn	[ppm]	400		
Veränderbare Parameter			Einheit	Wert
Betrachtungseinheit Anfang	[h:min]	08:00	08:05	08:10
Betrachtungseinheit Ende	[h:min]	08:05	08:10	08:15
Anzahl der Kinder	[1]	30	30	30
Alter der Kinder	[a]	16	16	16
Aktivitätsgrad Kinder	[met]	1,2	1,2	1,2
Anzahl der erwachsenen Personen	[1]	1	1	1
Aktivitätsgrad erwachsene Personen	[met]	1,4	1,4	1,4
Lüftungszustand	u-z	u	u	u
Resultierender Luftwechsel im Raum	[h ⁻¹]	0,1	0,1	0,1
Fenstertyp/ Grundlüftung			LW	Kürzel
Sehr dichte Fenster, neue Fenster		0,05	a	
Eher dichte Fenster, 70er-Jahre		0,10	b	
Durchschnittlich dichte Fenster, Kastenfenster ohne Dichtungen		0,20	c	
Eher undichte Fenster, schlecht gewartete Fenster		0,35	d	
Sehr undichte Fenster		0,50	e	
Kontrollierte mechanische Raumbelüftung		1,0	f	
Kontr. mechanische Raumbelüftung hohe Leistungsstufe		2,0	g	
Lüftungszustand			LW	Kürzel
geschlossene Fenster	a-g	u		
1 von 3 Fenstern gekippt		1	v	
alle Fenster gekippt		3	w	
alle Fenster gekippt - querlüften		5	x	
Alle Fenster voll geöffnet		10	y	
Alle Fenster voll geöffnet - querlüften		20	z	



Verlauf der CO₂-Konzentration Schulraum
30 Schüler, LWZ = 0,1 h⁻¹



Bedarfsgerechte Regelung der Luftvolumina über Sensoren

Luftfeuchtemanagement: Feuchterückgewinnung, im Einzelfall Zuluftbefeuchtung (bspw. Büros)

Anlage praktisch unhörbar: hochwertige Komponenten und zusätzliche Schalldämpfer, Körperschallvermeidung

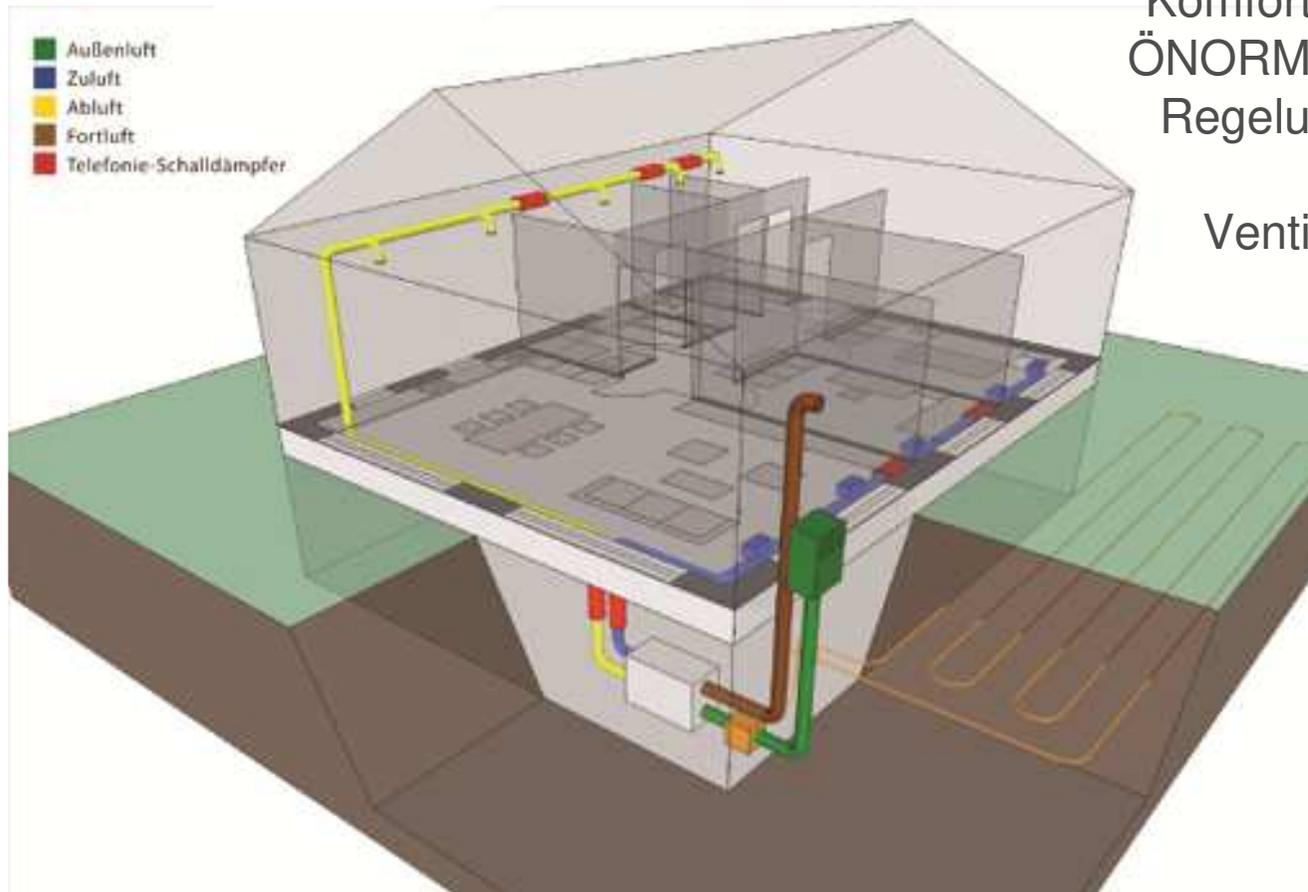
Anlage muss sauber übergeben werden, gut zu reinigen sein und regelmäßig gewartet werden; kein Luft-Erdwärmetauscher

Kaskadensystem bei Zuluft: Luftmengenreduktion

Überprüfung der Anlage und der Luftvolumina vor Übergabe durch unabhängige Experten

Komfortlüftungssysteme

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



Komfort-Lüftungsanlage 3.0 nach
ÖNORM H 6038: bedarfsgerechte
Regelung, gute Energieeffizienz,
effiziente und unhörbare
Ventilatoren und Luftleitungen,
Kaskadensystem, gute
Zuluftfilterung ($\geq F7$)

Innovative Systeme

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



*Bedarfsberechte
Luftmengenregelung
in Mehrgeschoß-
Wohnanlagen*

*Mit energieoptimierter
automatischer
Druckregelung*

Einzelgeräte & aktive Überströmer

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

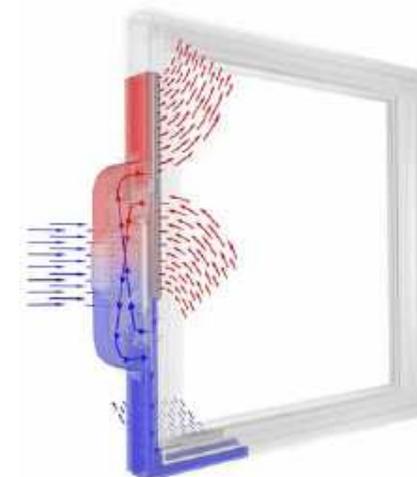


zB. Blue Martin
Free Air Plus

Fensterlüftung und automatisierte Systeme?

Manuelle Fensterlüftung wegen Lärm von außen,
unkontrollierbare Luftmengen, Energieverluste usw.
nicht ausreichend

Automatisierte Systeme bspw.
Fa. Velux in Erprobung



*Bildrechte:
Internorm*

„Low-tech“-Systeme als Lösung?

BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS

Automatische Lüftungsöffnungen
wie im Gebäude 2226 von
Baumschlager/Eberle in Lustenau –
zahlreiche Motoren, Sensoren



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

komfortlüftung.at
gesund & energieeffizient

