

Die gesunde Schule

Peter Tappler

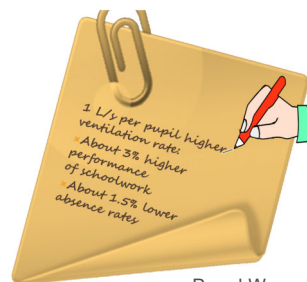
Arbeitskreis Innenraumluft am BMK - Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger
Bundesverband für Schimmelsanierung und technische Bauteiltrocknung – IBO Innenraumanalytik OG



www.innenraumanalytik.at

Welche Stellschrauben haben wir?

Außenluftzufuhr: Schadstoff- und CO₂-Abfuhr



Pawel Wargocki Innenraumtag 2014

zahlreiche andere nichttechnische Einflussfaktoren wie
Lernkonzepte, Umgebung, Zusammensetzung der Klassen
und des Lehrkörpers usw. usw.

zeiten - nicht nur in Pandemiezeiten
Temperatur, Luftfeuchte und
hohe relative Überwärmung
Luftqualität, Wasserqualität
Licht, Farbe, Pflanzen

www.innenraumanalytik.at

Lüftungsnotwendigkeit im 19.Jhdt. erkannt

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

VENTILATION

V o r w o r t.

DESINFECTION DER WOHNÄRÄUME

CONSERVING DER IN WOHNHÄUSERN VORKOMMENDE
ORGANISCHEN KÖRPER

G. K. STROTT,
LEHRER UND LECTUR AN DER HOCHSCHULE TECHNISCHEM
IN HOLZMINDEN A. D. WIEN.

HOLZMINDEN,
C. C. MÜLLERSCHE BUCHHANDLUNG,
1876.

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

www.innenraumanalytik.at

Österreichische Richtwerte für CO₂ (2017)

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

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

www.innenraumanalytik.at

Richtlinie zu CO₂ als Klimaparameter

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Service Themen Ministerium Recht DE

Themen Klima und Umwelt Luft und Lärm Innenraumluftrichtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen

Energie
Innovation
Klima und Umwelt
Abfall und Ressourcenmanagement
Agenda 2030
Betrieblicher Umweltschutz / ÖBP
Chemiepolitik und Biocide
Energiewende
EU/International
Exportorientierte Umwelttechnologien
Klimaschutz
Kommunikation
Luft und Lärm
Aktuelle Luftgütedaten
CO₂ Monitoring
Energieverbraucher

Richtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen

Die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluftrichtlinie wurde vom Arbeitskreis Innenraumluftrichtlinie im Bundesministerium unter Mitarbeit der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) erarbeitet. Die einzelnen Teile der technischen Richtlinie können von Sachverständigen (Zivillingenieure, technische Büros) und Interessierten heruntergeladen werden. Die letzte Aktualisierung erfolgte im März 2020.

Der Immissionsbelastung in Innenräumen wurde in der Vergangenheit in Österreich im Vergleich zu jener in der Außenluft erst relativ spät, und dann meist nur bei konkreten Anlässen (zum Beispiel verursacht durch passives Rauchen, Radon, Gasherde oder Klimaanlage) eine gewisse Beachtung geschenkt.

Schon länger detailliert geregelt war lediglich der Arbeitsplatzbereich (hier wieder nur der Bereich, in dem gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe verwendet werden). Erst in den letzten Jahren erlangte die Frage der Luftverunreinigung in Innenräumen vermehrte Aufmerksamkeit, nicht zuletzt deshalb, da sich in vergleichenden Studien gezeigt hatte, dass die Belastung durch Luftschadstoffe auch in nicht gesundheitlich beeinträchtigten Räumen relevant sein kann.



Schadstoffprobenehme Foto: BO Innenraumanalytik OG

RICHTLINIE ZUR BEWERTUNG DER INNENRAUMLUFT

KOHLENSTOFFDIOXID ALS LÜFTUNGSPARAMETER

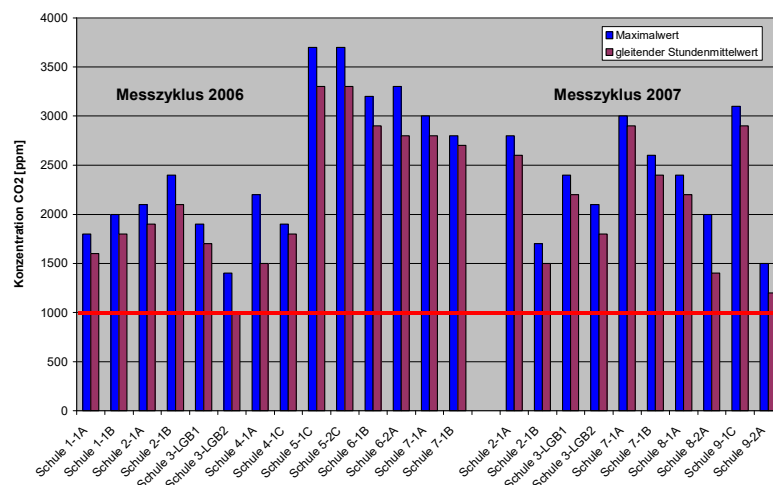
AKTUALISIERTE FASSUNG 2017

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum/rl_luftqualitaet.html

www.innenraumanalytik.at

CO₂ in österreichischen Schulen

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



LUKI Luft-Kinder-Studie des UBA, IBO, Inst. für Umwelthygiene/MedUni-Wien 2008

www.innenraumanalytik.at

Nicht öffentliche Schule in Wien

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Neugebaute Grundschule (Volksschule) mit hoher Formaldehyd-Konzentration und Lüftungsmöglichkeit nur über Oberlichter und Türe nach außen

Luftwechsel $< 0,05 \text{ h}^{-1}$ (nicht mehr exakt messbar)



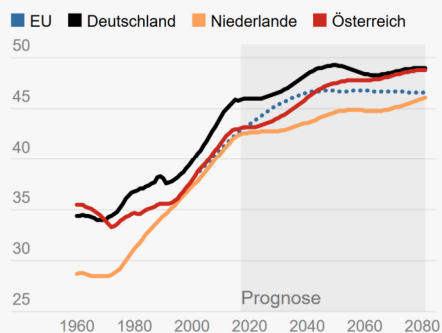
www.innenraumanalytik.at

Die Jungen zahlen die Alten

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Alterung der Bevölkerung

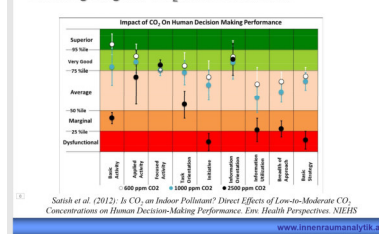
Medianalter (Die Hälfte ist jünger, die andere älter)



Quelle: Eurostat

Bedeutet für Schulen:
Leistungsfähigkeit ist
Thema Nr. 1

Effekte geringerer CO₂-Konzentrationen



www.innenraumanalytik.at

Kostensparnis Schulen Dänemark

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

	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	

SLØTSHOLM A/S
RADKULSTROG 8
1400 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 VELLUX A/S
JULY 2015

www.innenraumanalytik.at

Empfehlungen zu Schullüftung

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Positionspapier zu Lüftungs- erfordernissen in Gebäuden

Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft

Wien, 2020

Bezug online: www.raumluft.org



Umwelt
Bundesamt

www.innenraumanalytik.at

Lüftung in der Bauordnung

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit & Umweltschutz ist Basis der bautechnischen Regelungen der Länder

- 10.1.1 Aufenthaltsräume und Sanitärräume müssen durch unmittelbar ins Freie führende Fenster, Türen und dergleichen ausreichend gelüftet werden können. Davon kann ganz oder teilweise abgesehen werden, wenn eine mechanische Lüftung vorhanden ist, die eine für den Verwendungszweck ausreichende Luftwechselrate zulässt. Die Lüftung von Aufenthaltsräumen durch unmittelbar ins Freie führende Fenster, Türen und dergleichen ist ebenfalls gewährleistet, wenn vor diese verglaste Loggien oder Wintergärten vorgesetzt sind, welche der jeweiligen Wohn- und Betriebseinheit zugeordnet sind und über öffnbare Fenster, Türen und dergleichen verfügen. Bei sonstigen innen liegenden Räumen, ausgenommen Gänge, ist für eine Lüftungsmöglichkeit zu sorgen.
- 10.1.2 In Räumen, deren Verwendungszweck eine erhebliche Erhöhung der Luftfeuchtigkeit erwarten lässt (insbesondere in Küchen, Bädern, Nassräumen etc.), ist eine natürliche oder mechanische Be- oder Entlüftung einzurichten.

www.innenraumanalytik.at

Bauen gegen die geltende Bauordnung

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

„Wo kein Kläger, da kein Richter“

In Österreich werden aus Gründen der Baukostenersparnis seit Jahren Schulen gebaut, die eindeutig gegen die Bauordnung verstoßen

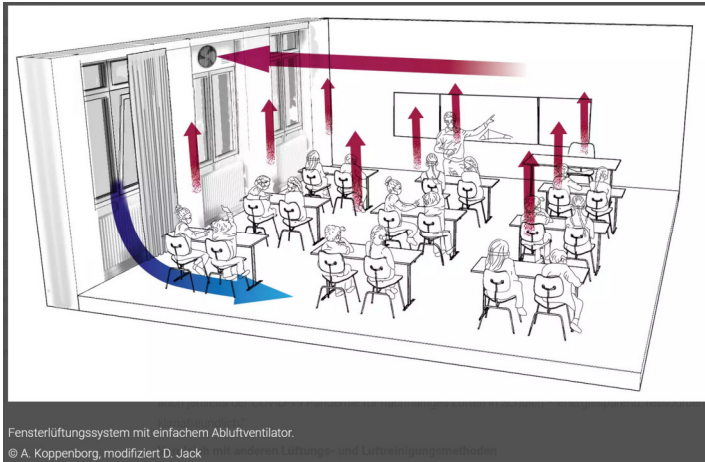
Schlecht funktionierende RLT-Anlagen führten zu wenig Akzeptanz bei den Nutzern: Stichwort zu geringe Feuchte, Luftströmungen, Lärm

Das Problem war bisher immer unter dem Radar der Öffentlichkeit, sodass mögliche Änderungen erst durch die Pandemie entstehen werden: neue ÖNORM und neue offizielle Empfehlungen in Ausarbeitung

www.innenraumanalytik.at

Sinnvolle Lüftung? Eher Notlösung.....

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Fensterlüftungssystem mit einfachem Abluftventilator.
© A. Koppenborg, modifiziert D. Jack

<https://www.mpic.de/5043150/ventilator-fensterlueften-gegen-covid-19?c=3477744>

www.innenraumanalytik.at

Hochwertige Klassenraumlüftungen

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Schule Ainet/Osttirol
© drexel und weiss



VS Egg/Vorarlberg
© drexel und weiss

www.innenraumanalytik.at

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Beurteilung von Räumen

VIR-SIM 2.1
Beurteilung von Innenräumen in Hinblick auf die Exposition gegenüber viirenbelasteten Aerosolpartikeln

Auf einer interaktiven digitalen Oberfläche werden die raumbezogenen Parameter des Raumes R , sich in einem Raum mit COVID-19 Viren Aerosole ausbreiten, die im Verhältnis zu einem Referenzraum, dessen Risiko als "niedrig" eingestuft wird und definiert durch das Verhältnis $R = 1$ und 25 m³ Luft pro Person und Stunde, 200 m³ Raumgröße, ein einzelner Sprecher (24 Personen, die atmen und nur einen). Dies entspricht einem gut gelüfteten Sitzung- oder Unterrichtsaum. Durch Klicken auf die Karte erhalten Sie das relative Risiko nach einer bestimmten Aufenthaltszeit.

In der Beschreibung des Simulationsprogramms erhalten Sie detaillierte Infos zum Hintergrund der Simulation und zur Interpretation der Ergebnisse.

Unterstützt durch

Gefördert durch

Positionspapier zur Bewertung von Innenräumen in Hinblick auf das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2
Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft
Wien, 2021

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/innenraum/arbeitskreis.html

<https://www.corona-rechner.at>

www.innenraumanalytik.at

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Worauf kommt es an beim Risiko?

Sprachaktivität ist bestimmend für das Risiko. Beim Sprechen und Singen werden deutlich mehr Aerosolpartikel emittiert als beim Atmen.

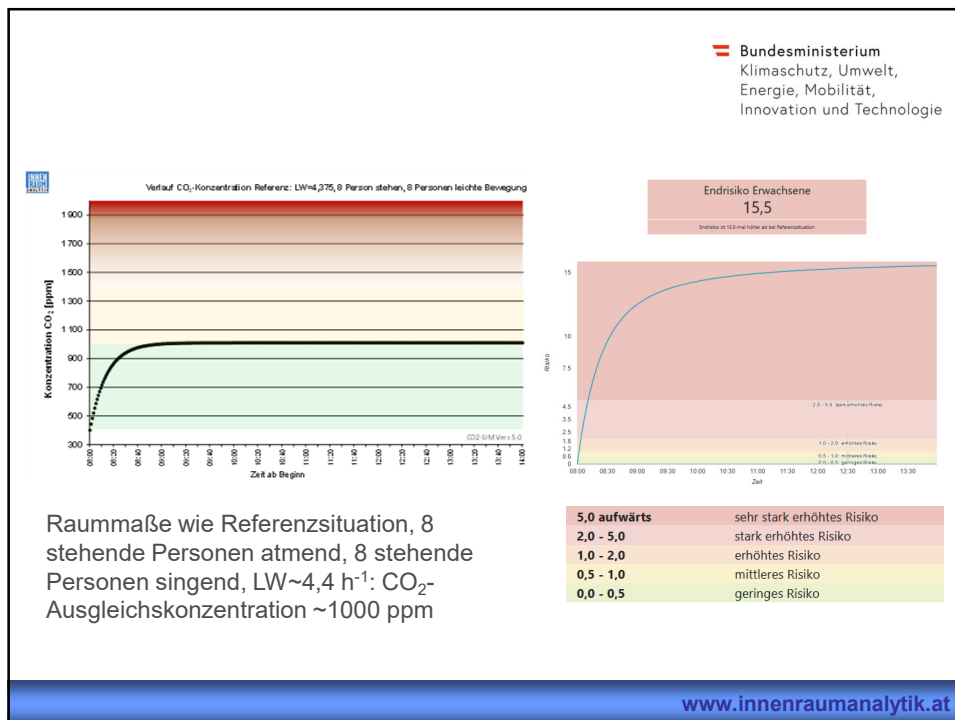
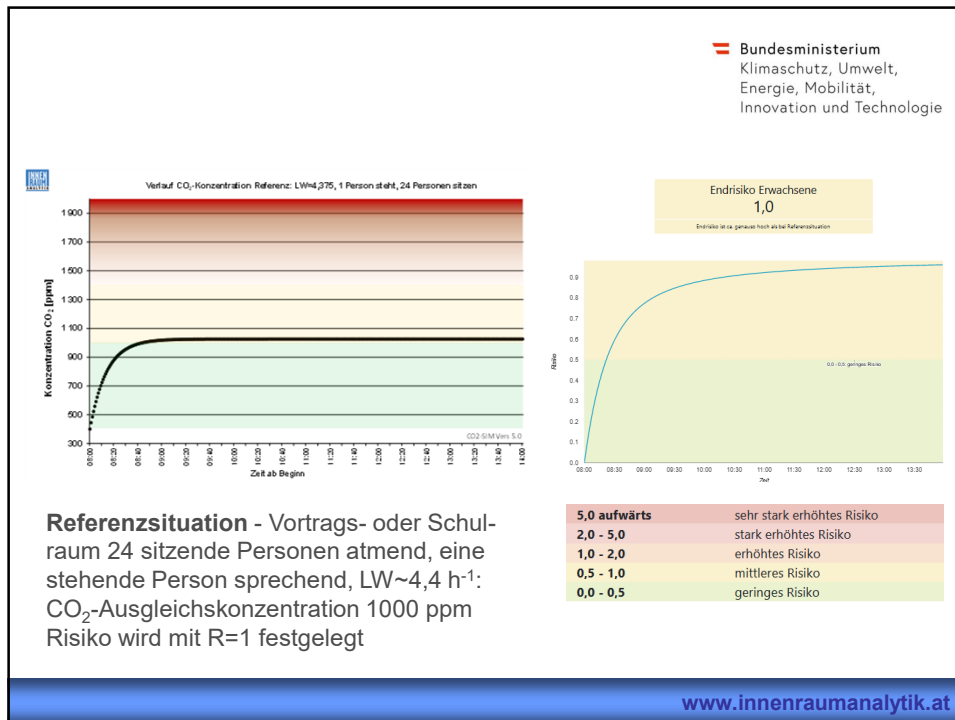
Tabelle 3 – Übersicht über Atemvolumenströme und Aerosolkonzentrationen

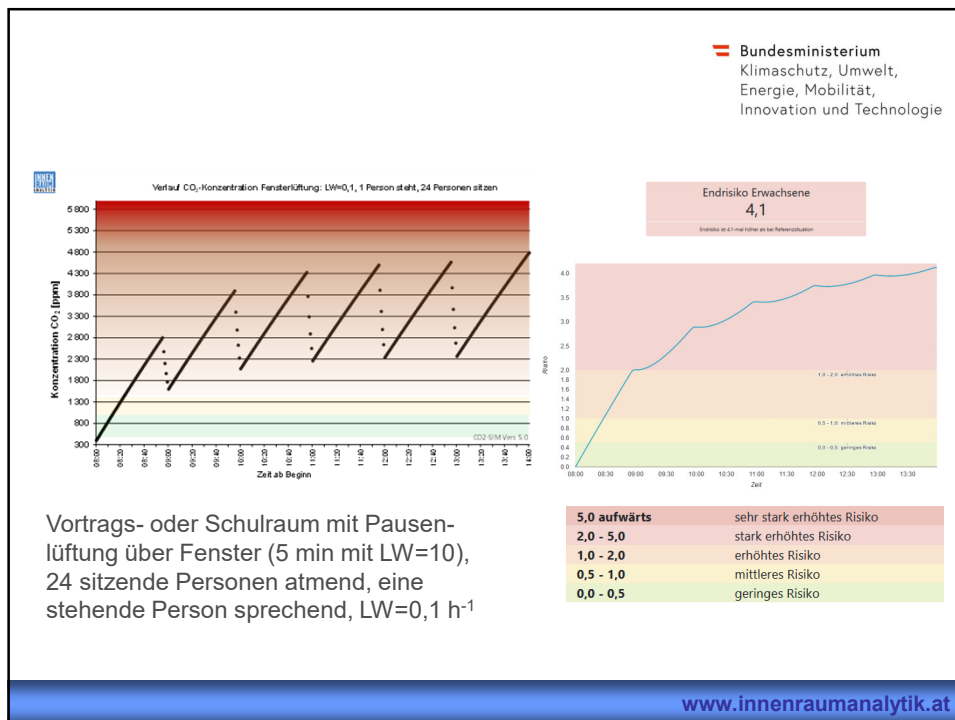
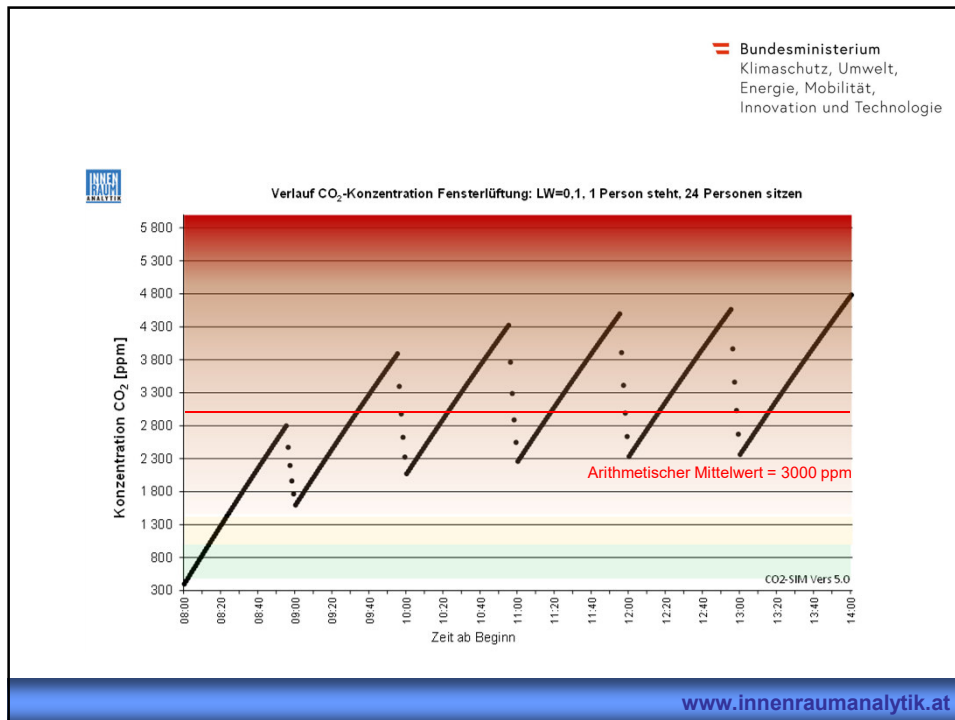
Körperliche Aktivität	Atemvolumenstrom $\dot{V}_A$ in m ³ /h	Sprechaktivität	Aerosolkonzentration ζ_{Aerosol}
Ausruhen (1,0 met)	0,49	Atmen	0,0018
Sitzen, leichte Tätigkeit (1,1 met)	0,54	Lautes Sprechen / Singen	0,0600
Stehen, leichte Tätigkeit (1,6 met)	0,78		
Gehen, leichte Anstrengung (2,8 met)	1,38		
Moderate Anstrengung (4,8 met)	2,35		
Schwere Anstrengung (6,7 met)	3,30		

Faktor ~ 5,3
Faktor ~ 33

Müller et al. (2021): Modellbasierte Berechnung des aerosolgebundenen Infektionsrisikos in Klassenräumen, Großraumbüros, Hörsälen und Sporthallen bei unterschiedlichen Nutzungssituationen. Gefahrstoffe 81, Nr. 03-04

www.innenraumanalytik.at





Luftreinigungsgeräte sinnvoll?

Als Übergangstechnologie bei zu geringer Außenluftzufuhr in Pandemiezeiten, wenn es keine anderen Möglichkeiten der Verringerung des Risikos gibt (Lüftung über Fenster erschwert: bspw. Herbst/Winter 2020, hohe Inzidenz, keine Impfmöglichkeit, keine Tests)

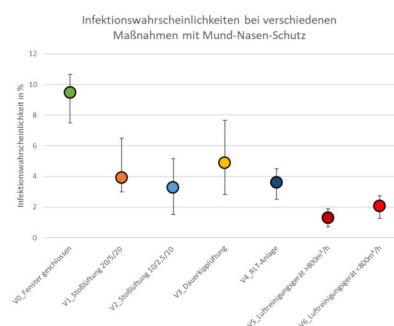
In Räumen, in denen von mehreren Personen laut gesprochen und gesungen wird

In (meist privaten) Räumen und Büros
Allergiker aufhalten, Arztordinationen



www.innenraumanalytik.at

Sinnvolle Corona-Maßnahmen



www.innenraumanalytik.at

Luftreinigungsgeräte nicht sinnvoll

In Pandemiezeiten, in denen mit wenig Fenster effizient gelüftet werden kann

In Räumen, in denen es einen ausreichenden Luftaustausch über raumlufthtechnische Anlagen gibt (z.B. Schulen)

In Pandemiezeiten, in denen es andere Maßnahmen zur Risikoverringerung gibt (Impfungen, etc.)

In Zeiten, in denen das Risiko auf Grund der hohen Inzidenz im Bereich üblicher Lebens

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Positionspapier zu lüftungsunterstützenden Maßnahmen durch Einsatz von Luftreinigern zur Covid-19 Prävention und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft

Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft

Wien, 2020

www.innenraumanalytik.at

Die Verwendung von Ionisation, Kaltplasma oder Substanz-Vernebelungen an Arbeitsplätzen (daher auch Schulen) ist laut österreichischem Arbeitsministerium verboten!

Die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Reaktionsprodukte müsste nachgewiesen werden, was derzeit nicht möglich ist.

Erlass österreichisches Arbeitsministerium von 01.07.2021

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



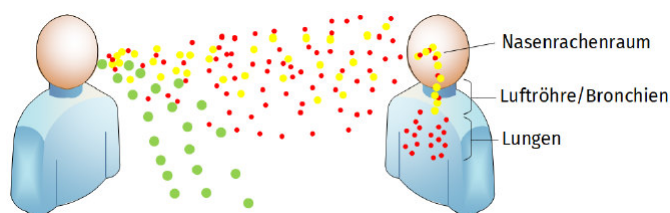
www.innenraumanalytik.at

Warum ist CO₂ nicht immer Indikator?

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Sprachaktivität ist bestimmend für das Risiko. Beim Sprechen und Singen werden deutlich mehr Aerosolpartikel emittiert als beim Atmen.

Bei Abschätzung des Risikos muss das Atemvolumen beim Ein- und Ausatmen berücksichtigt werden.



www.innenraumanalytik.at

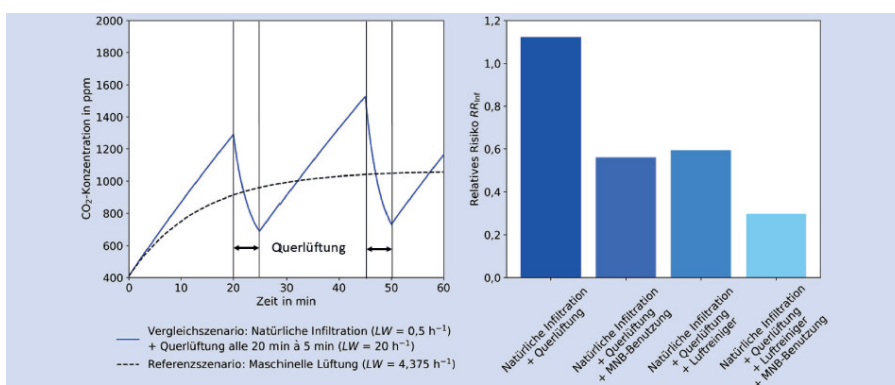


Bild 3 Vergleich der CO₂-Konzentrationen für das Referenzszenario und das Querlüftungsszenario (LW = 20/h) (links); Vergleich der relativen Risiken bei unterschiedlichen Szenarien (rechts). Quelle: nach [2]

Müller et al. (2021): Modellbasierte Berechnung des aerosolgebundenen Infektionsrisikos in Klassenräumen, Großraumbüros, Hörsälen und Sporthallen bei unterschiedlichen Nutzungssituationen. Gefahrstoffe 81, Nr. 03-04

www.innenraumanalytik.at

Bleiben Sie gesund!
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

p.tappler@innenraumanalytik.at



www.innenraumanalytik.at