

## CO<sub>2</sub> & Sommerkondensation

Peter Tappler

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



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Der König fühlt sich nicht wohl



König Maximilian II. Josef von Bayern hatte im Jahre 1851 in seiner Residenz „Unpässlichkeiten“ mit der neuen Luftheizung – der König fühle sich „unbehaglich“

*„Der König wolle erfahren, ob die Heizung mit heisser Luft eine andere Einwirkung auf die Luft der beheizten Räume äussere als die gewöhnliche Ofenheizung“*

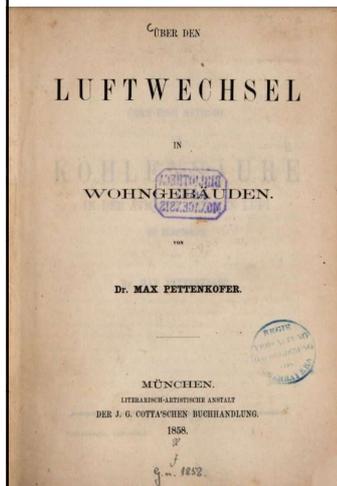
Über den Unterschied zwischen Luftheizung und Ofenheizung in ihrer Einwirkung auf die Zusammensetzung der Luft der beheizten Räume. In: Dingler's Polytechnisches Journal Bd. 109 (1851)



Max von Pettenkofer

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Erster Richtwert für Kohlendioxid



Aus diesen Versuchen geht zur Evidenz hervor, dass uns keine Luft behäglich ist, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält. Wir haben somit ein Recht, jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären, welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält.

Empfehlung 1858:  
0,1 Vol% CO<sub>2</sub> = 1.000 ppm

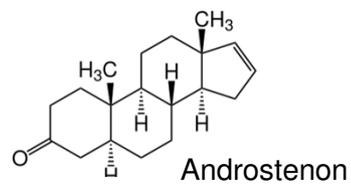
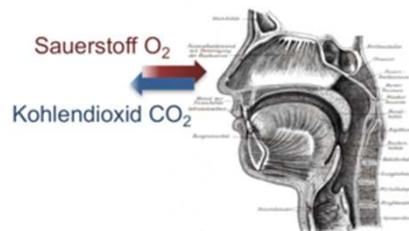
Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch-Artistische Anstalt der J.G. Cotta'schen Buchhandlung (1858)



Max von Pettenkofer

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Der Mensch als Luftverunreiniger



CO<sub>2</sub> ist neben seinen direkten Wirkungen vor allem als Indikator für eine Reihe von anthropogenen Luftverunreinigungen (Aceton, VVOC, bakterielle Zersetzung der im Achselschweiß enthaltenen Substanzen und andere Gerüche, Darmgase) bekannt.

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

**INNENRAUM  
ANALYTIK**

## Auf der richtigen Spur, aber.....

Einen fernern Grund, auf reine Luft in den Wohnungen strenge zu halten, haben wir in der Erfahrung, dass schlechte Luft die Quelle vieler chronischer Leiden ist, und dass sie sicherlich einen grossen Antheil an den Volksübeln: Scro-feln, Tuberkeln etc. hat. Wo also die natürliche Ventilation nicht ausreicht, die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Luft in unsern Wohn- und Schlafräumen über 1 pro mille zu verhindern, dort hat künstliche Ventilation einzutreten.

Ich weiss allerdings, dass ich viel verlange, viel mehr, als man für alle Fälle vorläufig wird leisten wollen und können; — aber ich kann nicht umhin, dem, was ich für eine wichtige Wahrheit halte, seinen vollen und unge-schminkten Ausdruck zu geben.



Die „chronischen Leiden“ werden durch erhöhte Infektiosität in schlecht belüfteten Räumen und nicht durch die Luft selber verursacht.

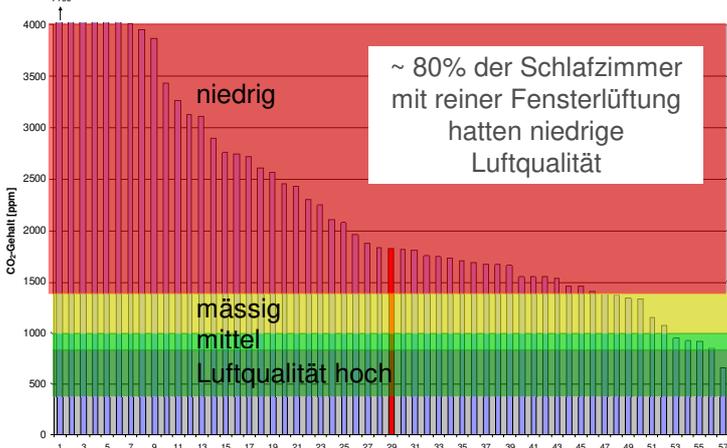
Max von Pettenkofer

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)



## CO<sub>2</sub> in konventionellen Schlafzimmern

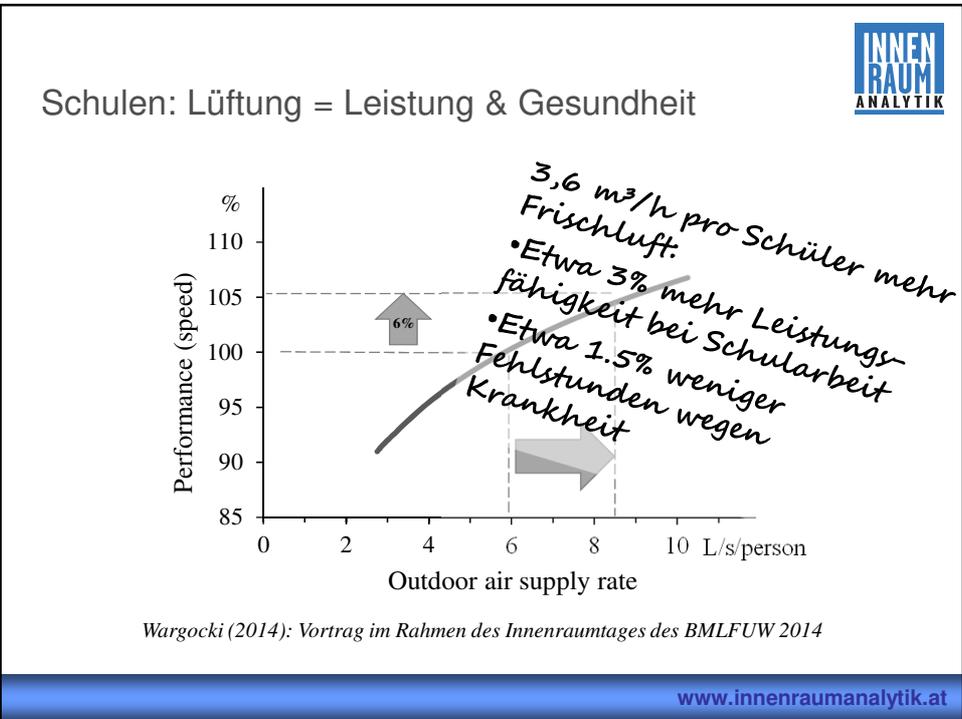
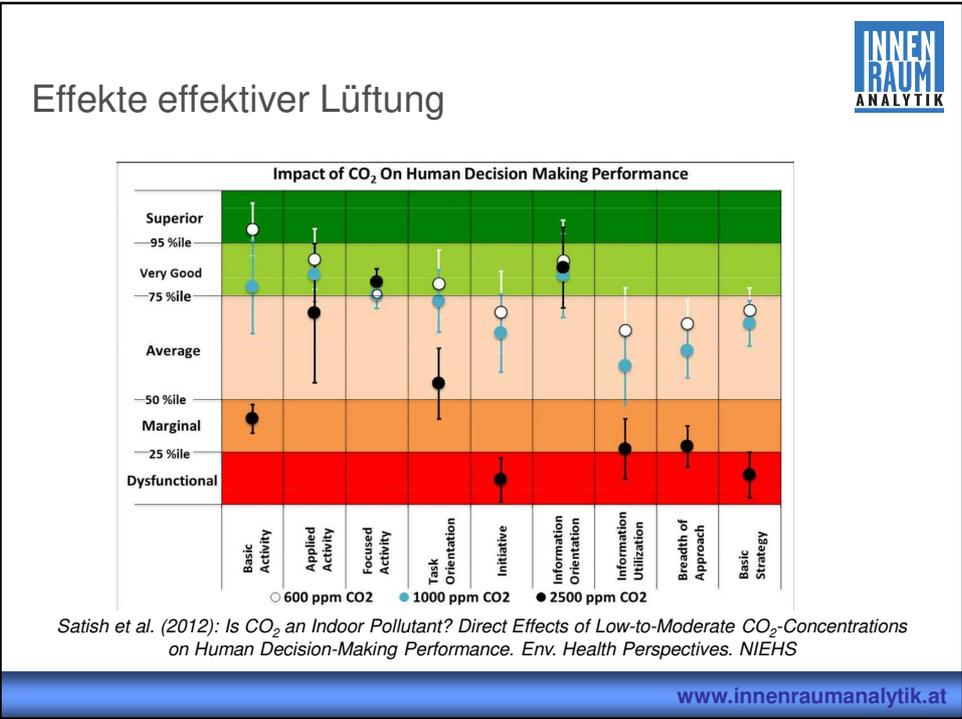
Studie "Raumluftqualität und Bewohnergesundheit in neu errichteten Wohnhäusern"  
CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft des Schlafzimmers - max. Stundenmittelwert  
konventionelle Häuser



~ 80% der Schlafzimmer mit reiner Fensterlüftung hatten niedrige Luftqualität

Tappler et al. (2014). Lüftung 3.0. Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neu errichteten, energie-effizienten Wohnhäusern.

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)





## Kostensparnis Schulen Dänemark 2012

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

SLOTSHOLM A/S  
RÅDHJULSTRÆDE 6  
1452 COPENHAGEN N  
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 2012

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)



## Österreichische Richtwerte für CO<sub>2</sub> (2024)

| Beschreibung, Anforderungen | Kategoriengrenzen<br>CO <sub>2</sub> -Werte<br>ppm absolut | EN 16798-1<br>ISO 16000-41<br>quality class |
|-----------------------------|--|---|
|-----------------------------|--|---|

ISO 16000-41:2023(E)

Table A.2 — Example of quality classes for CO<sub>2</sub>

| Quality class               | Arithmetic mean for class limits for CO <sub>2</sub><br>ppm absolute | Description of the quality classes   |
|-----------------------------|--|--|
| A                           | ≤1 000   | Requirements for indoor rooms for the continuous stay of persons in which intellectual activities are carried out or which are used for regeneration |
| B                           | 1 001 to 1 400   | General requirements for indoor rooms for the continuous stay of persons   |
| C                           | 1 401 to 5 000   | Requirements for indoor rooms with brief use by persons  |
| Outside the quality classes | >5 000   | Not acceptable for use by persons  |

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Richtwerte für CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter

Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology

www.nature.com/jes

M.J. Mendell et al.

**REVIEW ARTICLE**

**Carbon dioxide guidelines for indoor air quality: a review**

Mark J. Mendell<sup>1</sup>, Wenhao Chen<sup>1</sup>, Dīhara R. Ranasinghe<sup>1</sup>, Rosemary Castorina<sup>1</sup> and Kazukiyo Kumagai<sup>1</sup>

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature America, Inc. 2024, corrected publication 2024

**BACKGROUND:** The importance of building ventilation to protect health has been more widely recognized since the COVID-19 pandemic. Outdoor air ventilation in buildings dilutes indoor-generated air pollutants (including bioaerosols) at occupant exposures. Many countries and organizations have advisory guidelines or mandatory standards for ventilation rates (VRs) to maintain indoor air quality (IAQ). Because directly measuring VRs is often difficult, many IAQ guidelines use indoor concentration limits for carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), using CO<sub>2</sub> exhaled by building occupants as an indicator. Indoor CO<sub>2</sub> guidelines are common, the evidence basis for the various CO<sub>2</sub> limits has not been clear.

**OBJECTIVE:** To review current indoor CO<sub>2</sub> guidelines worldwide and the supportive evidence provided.

**METHODS:** We identified worldwide CO<sub>2</sub>-based guidelines for IAQ or ventilation, along with any supportive evidence excluded occupational guidelines for CO<sub>2</sub> levels ≥5000 ppm.

**RESULTS:** Among 43 guidelines identified, 35 set single CO<sub>2</sub> concentration limits and eight set multi-tiered limits. Most specified human effect to be controlled; 19 specified only odor dissatisfaction, five specified non-infectious health effects, and three specified airborne infectious disease transmission. The most common indoor CO<sub>2</sub> limit was 1000 ppm. Thirteen maximum CO<sub>2</sub> limits as extended time-weighted averages, none with evidence linking averaged limits to occur. Most guidelines provided no supportive evidence for specified limits; few provided persuasive evidence. No apparent for setting one CO<sub>2</sub> limit for IAQ across all buildings, setting a CO<sub>2</sub> limit for IAQ as an extended time-weighted average using any arbitrary one-time CO<sub>2</sub> measurement to verify a desired VR.

**IMPACT:** Many current indoor carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) guidelines for indoor air quality specified no adverse effect control. Odor dissatisfaction was the effect mentioned most frequently, few mentioned health, and three mentioned infectious disease. Only one CO<sub>2</sub> guideline was developed from scientific models to control airborne transmission. Most guidelines provided no supportive evidence for specified limits; few provided persuasive evidence. No apparent for setting one CO<sub>2</sub> limit for IAQ across all buildings, setting a CO<sub>2</sub> limit for IAQ as an extended time-weighted average using any arbitrary one-time CO<sub>2</sub> measurement to verify a desired VR.

**Keywords:** Ventilation; Standards; COVID-19

*Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* (2024) 34:555–569; <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00111-1>

| Number of Guidelines | CO <sub>2</sub> concentration limit (ppm) | Effect specified |
|----------------------|---|------------------|
| 1                    | 1.28                                      | a                |
| 2                    | 1.15                                      | a                |
| 3                    | 1.11                                      | a                |
| 4                    | 1.12                                      | a                |
| 5                    | 1.13                                      | a                |
| 6                    | 1.14                                      | a                |
| 7                    | 1.27                                      | a                |
| 8                    | 1.10                                      | a                |
| 9                    | 1.26                                      | a                |
| 10                   | 1.25                                      | a                |
| 11                   | 1.32                                      | a                |
| 12                   | 1.2                                       | a                |
| 13                   | 1.3                                       | a                |
| 14                   | 1.4                                       | a                |
| 15                   | 1.5                                       | a                |
| 16                   | 1.6                                       | a                |
| 17                   | 1.7                                       | a                |
| 18                   | 1.8                                       | a                |
| 19                   | 1.20                                      | a                |
| 20                   | 1.21                                      | a                |
| 21                   | 1.22                                      | a                |
| 22                   | 1.23                                      | a                |
| 23                   | 1.24                                      | a                |
| 24                   | 2.2                                       | a                |
| 25                   | 1.30                                      | a                |
| 26                   | 1.31                                      | a                |
| 27                   | 2.5                                       | a                |
| 28                   | 2.6                                       | a                |
| 29                   | 1.29                                      | a                |
| 30                   | 1.19                                      | a                |
| 31                   | 1.1                                       | a                |
| 32                   | 1.17                                      | a                |
| 33                   | 1.18                                      | a                |
| 34                   | 2.4                                       | a                |
| 35                   | 1.35                                      | a                |
| 36                   | 2.1                                       | a                |
| 37                   | 2.2                                       | a                |
| 38                   | 2.3                                       | a                |
| 39                   | 2.8                                       | a                |
| 40                   | 1.16                                      | a                |
| 41                   | 1.34                                      | a                |

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Sommerkondensation Folge des Klimawandels

Die Gefahr der Sommerkondensation ist durch den Klimawandel in den letzten Jahren stark angestiegen.

Betrifft vor allem den Keller- und Souterrainbereich, aber auch sonstige Wände an der Basis von gut gedämmten Gebäuden.

„Neue“ Risikofaktoren: aktiv gekühlte Flächen im Gebäude, Tiefgaragen

Quelle: SV BM DI Buchmayer/Wels

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor feuchte Standorte



### Wo ist Sommerkondensation zu erwarten?

- Lage der Wohnung im Erdgeschoss
- Nordorientierung von Wohnräumen
- Waldnähe
- Nähe zu Gewässern und deren Begleitvegetation
- höhere Anzahl an Wohnraumnutzern
- höhere Feuchtigkeitsproduktion
- Raumnutzung
- Lüftungsverhalten insbes. an Hitzetagen
- absoluter Feuchtegehalt der Innen –u. Außenluft
- thermische Trägheit der Bauteile



<https://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11994781/19222537/>

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor gut besiedelbare Baustoffe



Weichfaserplatten und Kellerräume ist perfekte Kombination



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor aktiv gekühlte Flächen



Bauteilaktivierung des Fußbodens mit Kühlmöglichkeit



Defekter/nicht vorhandener Taupunktfühler in Verbindung mit mangelnder Hygiene

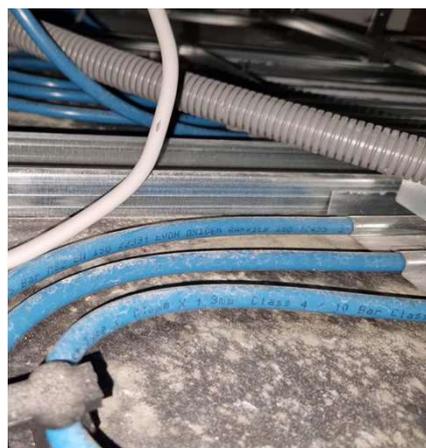
Abhilfe: Bessere Durchlüftung, Taupunktfühler installieren bzw. richtig positionieren regelmäßige Reinigung

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor speziell Flächenkühlungen



Kühldecken mit falsch platzierten bzw. „vergessenen“ Taupunktfühlern



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Ursache Wohnraumlüftung Keller



Kellerraum (Abluft)  
an Wohnraum-  
lüftung ange-  
schlossen:

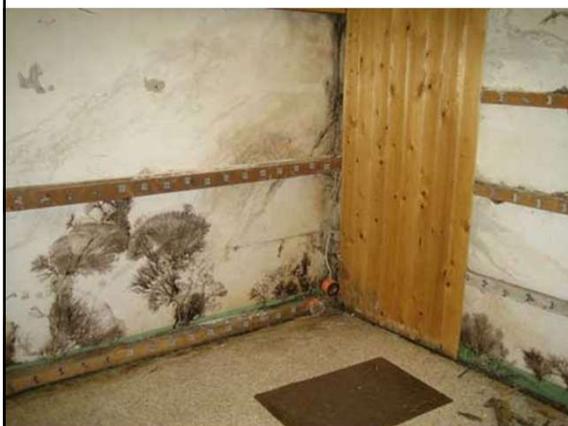
Im Sommer wird  
permanent feucht-  
warme Luft aus  
anderen Bereichen  
in die Kellerräume  
gesaugt/geblasen

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

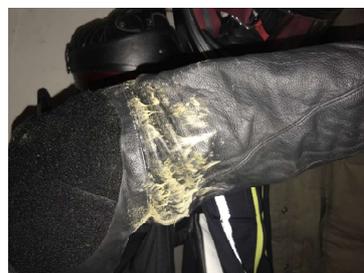
## Risikofaktor Vorsatzschalen Keller



Vorsatzschalen führen zu Taupunktverschiebung, oftmals in Verbin-  
dung mit feuchter Wand



Erstbesiedlung auf  
Leder, Textilien und  
Zellulose (Kartons)



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor Tiefgaragen

Niedrige Wandtemperaturen, mitunter durch Wasserführungen im Erdreich stark abgesenkt, falsche Oberflächenbeschichtungen





Einfahrten oft permanent geöffnet



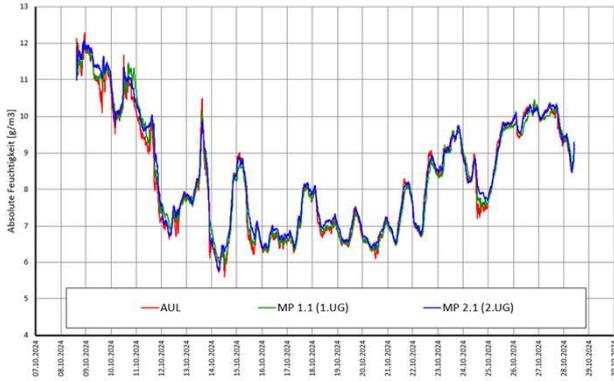
[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

## Risikofaktor Tiefgaragen

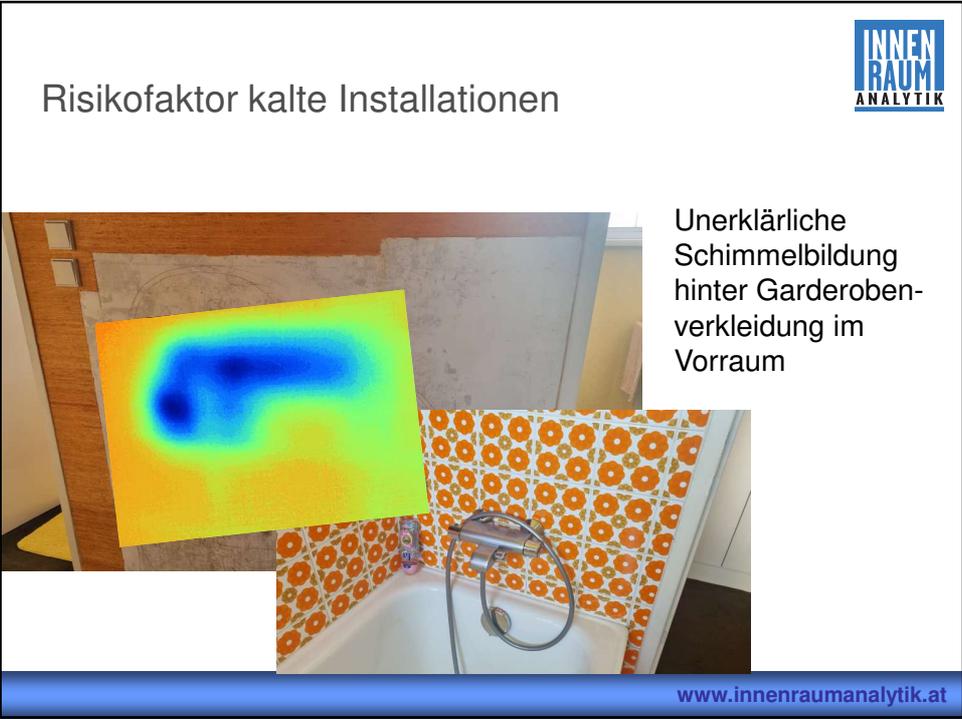
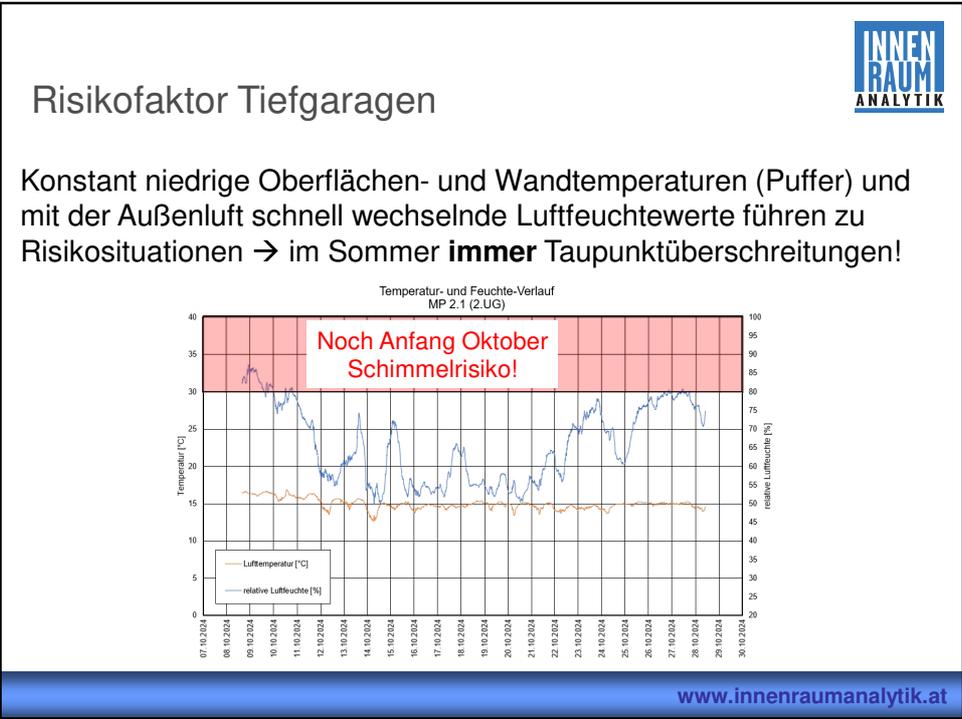
Schnell wechselnde, wenig verzögerte Luftfeuchtwerte in den Untergeschoßen auf Grund der geringen Pufferwirkung durch Betonwände



Verlauf der absoluten Feuchtigkeit



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)



**INNEN  
RAUM  
ANALYTIK**

## Risikofaktor Sockelbereich Erdgeschoß

Gute Dämmung an nordseitigen Innenwänden im Erdgeschoß kann zu relativ „kalten“ Bauteiltemperaturen führen



Problem tritt vor allem in der Übergangszeit auf, wenn erste warme Tage kommen

Diagnostik mittels Messung der Oberflächentemperaturen und detaillierter Befragung, wann Schimmel auftrat

Verwechslung mit Winterkondenssation  
→ Schadensbild beachten!



[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

**INNEN  
RAUM  
ANALYTIK**

## Schimmel mitunter nicht sichtbar



VIS-Fluoreszenzbildanalyse mit UV-Anregung

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

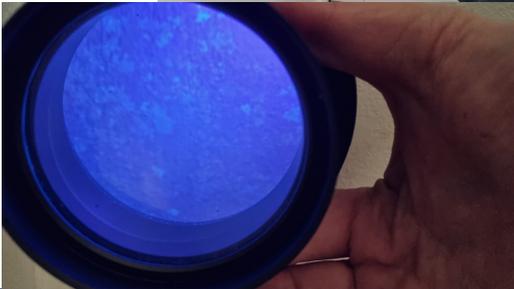


## Diagnostik „unsichtbarer“ Schimmelbefall

Bei Sommerkondensation ist mitunter Befall schlecht sichtbar.

Lokalisation durch spezielle Tatortleuchten (VIS-Fluoreszenz-bildanalyse mit Anregung UV-Licht).

Verifizierung durch Folienkontaktprobe


[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)



## Vorsorge bei Sommerkondensation

- Prävention durch absolutefeuchtegeregelte Lüftung der Keller- und Souterrainräume, elektrische Luftentfeuchtung (wenn möglich mit Abfluss) in Hitzeepisoden bei wenig genutzten Räumen
- Alkalische Wandbeschichtungen (Silikat- oder Kalkfarben) für kritische Stellen, Beton (Stiegenhäuser, Tiefgaragen)
- Klimatisierung oder Entfeuchtung höherwertig genutzter Räume im Souterrain und Keller ist in der Regel nötig, da permanent Außenluft („Frischlufte“) benötigt wird
- Positionierung Taupunktfühler unmittelbar bei Kühlflächen
- Permanente „Bessere Belüftung“ durch Zu- oder Abluft aus Lüftungsanlage kontraproduktiv → verstärkte Schimmelgefahr

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

# Luftschadstoffe in Arbeitsräumen





Autoren: Peter Tappler, Hanns Moshhammer, Hans-Peter Hutter

unter Beteiligung der AUVA:  
Joe Püringer, Manfred Hinker

Bezugsquelle (pdf): WEKA-Verlag  
<https://www.weka.at/verlag/search?searchtext=gesunde%20raumluf%20in%20arbeit&sr%3%A4umen>

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

# Vorträge bald erhältlich unter...










- » Innenraum und SARS-CoV-2
- » Gesunde Raumluf
- » Schadstoffe & andere Faktoren
- » Lüften & Klimatisieren
- » Ursachen, Rat & Hilfe
- » Texte & Links
- » Expertenbereich
- » Kontakt

**VIR-SIM**



Beschreibung VIR-SIM

**SARS-CoV-2 und Lüftung in Schulen**



**Lebensmittel Raumluf**

Häufigmal atmen wir in geschlossenen Räumen mehr Schadstoffe ein als an dicht befahrenen Straßenkreuzungen. Ein Grund dafür sind Schadstoffquellen im Innenraum sowie moderne Fenster und Türen, die beinahe luftdicht abschließen. Solche Maßnahmen sind sinnvoll, weil damit Energie gespart wird. Aber leider gelangt dadurch zu wenig Frischluft in die Räume.



Suche >

Die objektive und unabhängige Plattform zum Thema

**CO2-SIM Simulation für Innenräume**



CO2-Rechner für Innenräume

**Wegweiser für eine gesunde Raumluf**



» Wegweiser für eine gesunde Raumluf“, BRK & IBO

[www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)