



## VOC / Formaldehyd / Schimmel Schadstoffprobleme im Innenraum

Peter Tappler

Österreichisches Institut für Baubiologie und  
Bauökologie

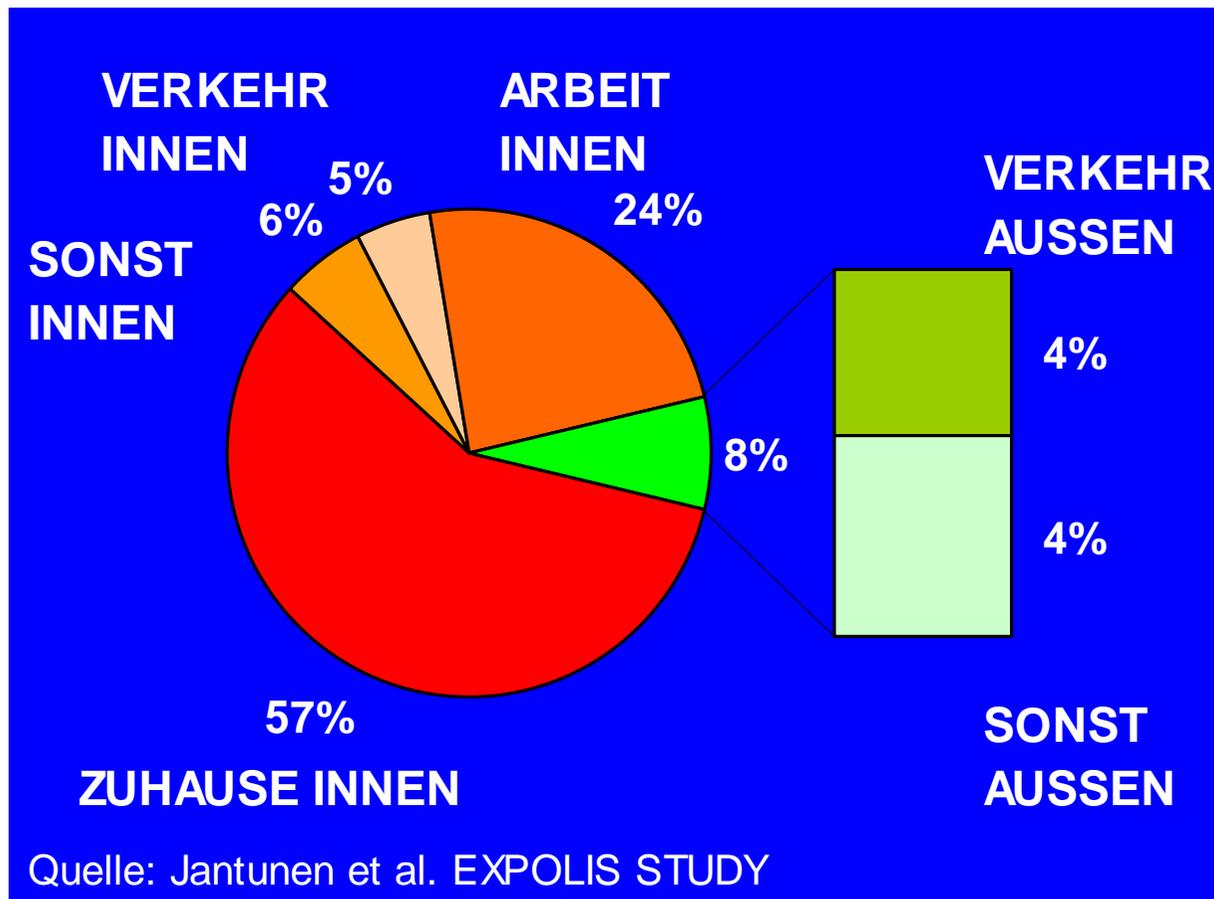
Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter  
Sachverständiger

Arbeitskreis Innenraumluft am österreichischen  
Umweltministerium

# Aufenthaltszeiten Städter



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH



# Wir erwarten.....

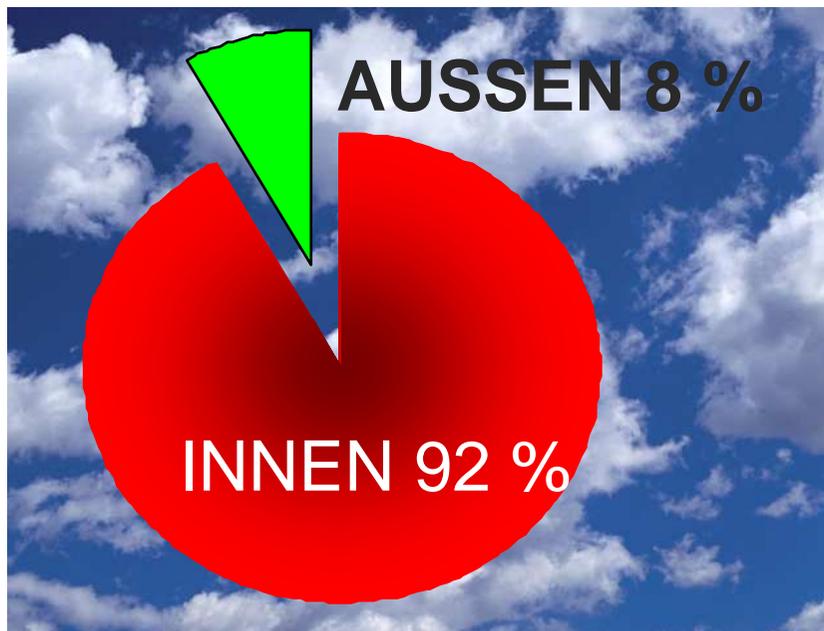
---

- ...neue Gebäude nahezu ohne Heizkosten
- ...dichte, behagliche Gebäude ohne Zugerscheinungen und kalten Flächen (Wände, Fenster)
- ...ökologische Baustoffe mit wenig Umweltbelastungen
- ...geruchsarme Materialien der Innenausstattung

## **Innenraumluft frei von Schadstoffen und Gerüchen**

# Luft ist das wichtigste „Lebensmittel“

Wir atmen täglich etwa 10.000 bis 15.000 Liter ein und aus  
Raumluft sollte wie Nahrung möglichst frei von bedenklichen  
Luftinhaltsstoffen, Stäuben, Partikeln etc. sein



# Wird alles schlechter?



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Noch nie in der Geschichte waren Innenräume so „gesund“ und behaglich wie heute.....



....Belastungen durch Formaldehyd, PCP, PCB, Asbest usw. werden immer geringer – die Innenraumluft wird sauberer!

# Komfort-Erwartungen stark steigend



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH



# Innenraumthemen im 3. Jahrtausend



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Flüchtige organische  
Verbindungen (VOC)

Gerüche

Lüftung

Feuchte & Schimmel

Übertreibungen und  
!!Alarmismus!! bringen Aufmerksamkeit und Umsatz



# Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Beschichtungen für Feuchteschutz  
und Möbel (Lösemittel)

Bestimmte Wandfarben

Baukleber

Materialien der Innenausstattung

Haushaltschemikalien

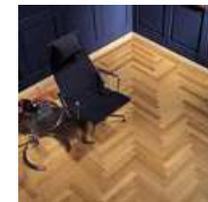
Hobbyprodukte

Holz und Holzwerkstoffe

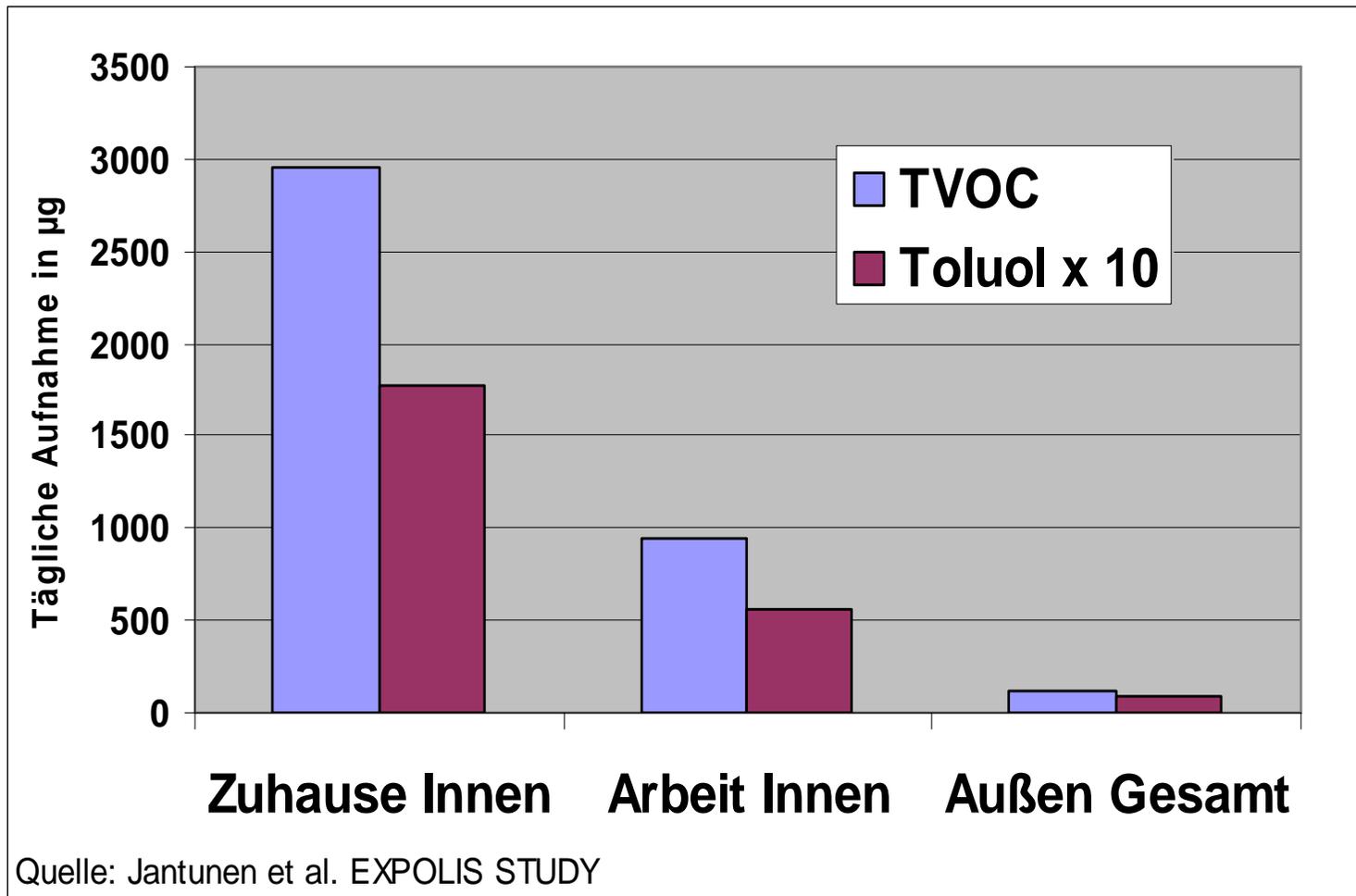
Ethanolöfen

Heizöl, Treibstoffe (Benzin, Diesel)

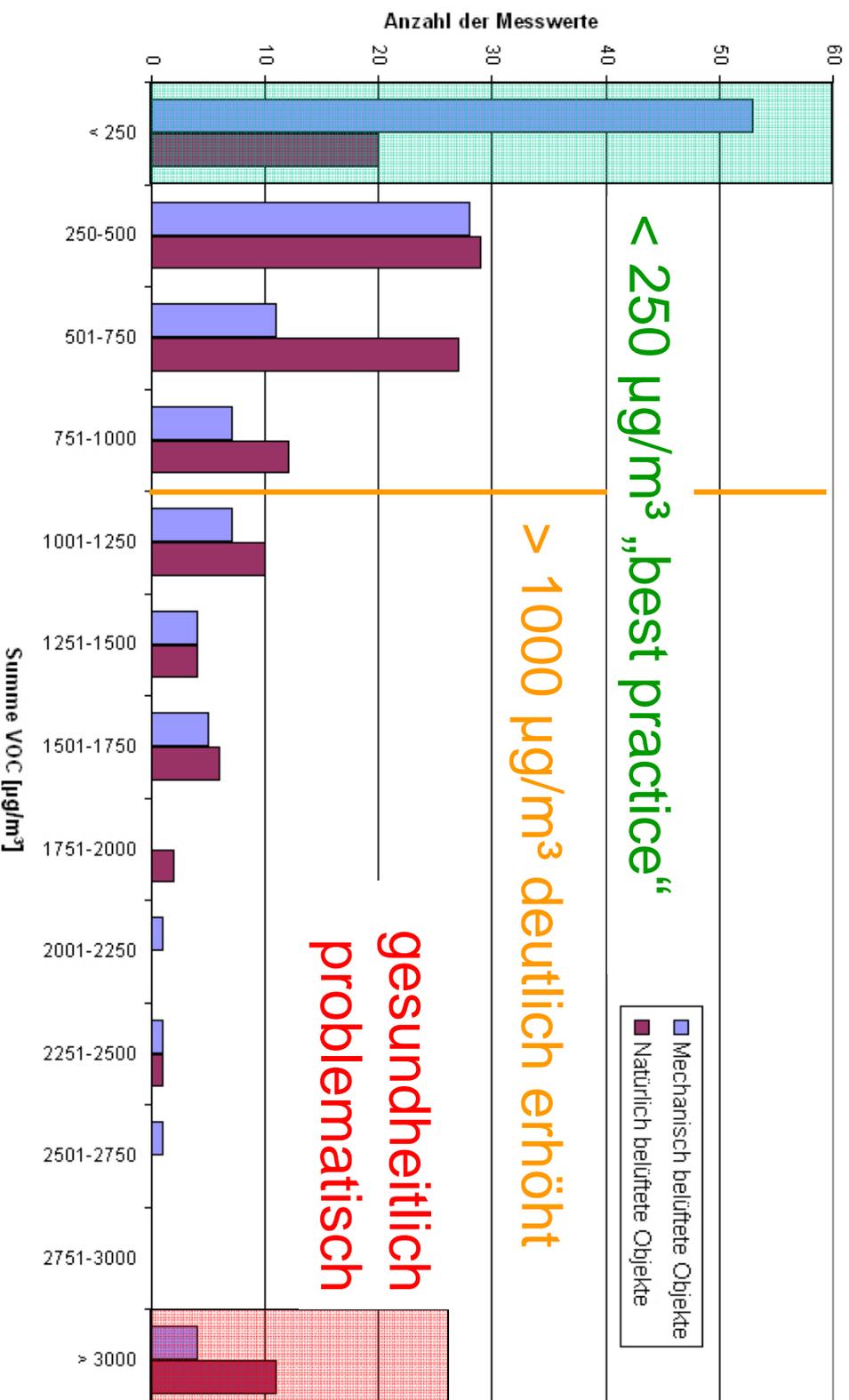
Verbrennungsprodukte in der Außenluft



# Exposition gegenüber VOC's



# VOC in Neubauten



Tappler et al. (2014): Lüftung 3.0. Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neu errichteten, energie-effizienten Wohnhäusern. FFG-Projekt Neue Energien Nr. 819037. Bezug: [www.raumluft.org](http://www.raumluft.org)

# Problem der „tieferen Schichten“



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

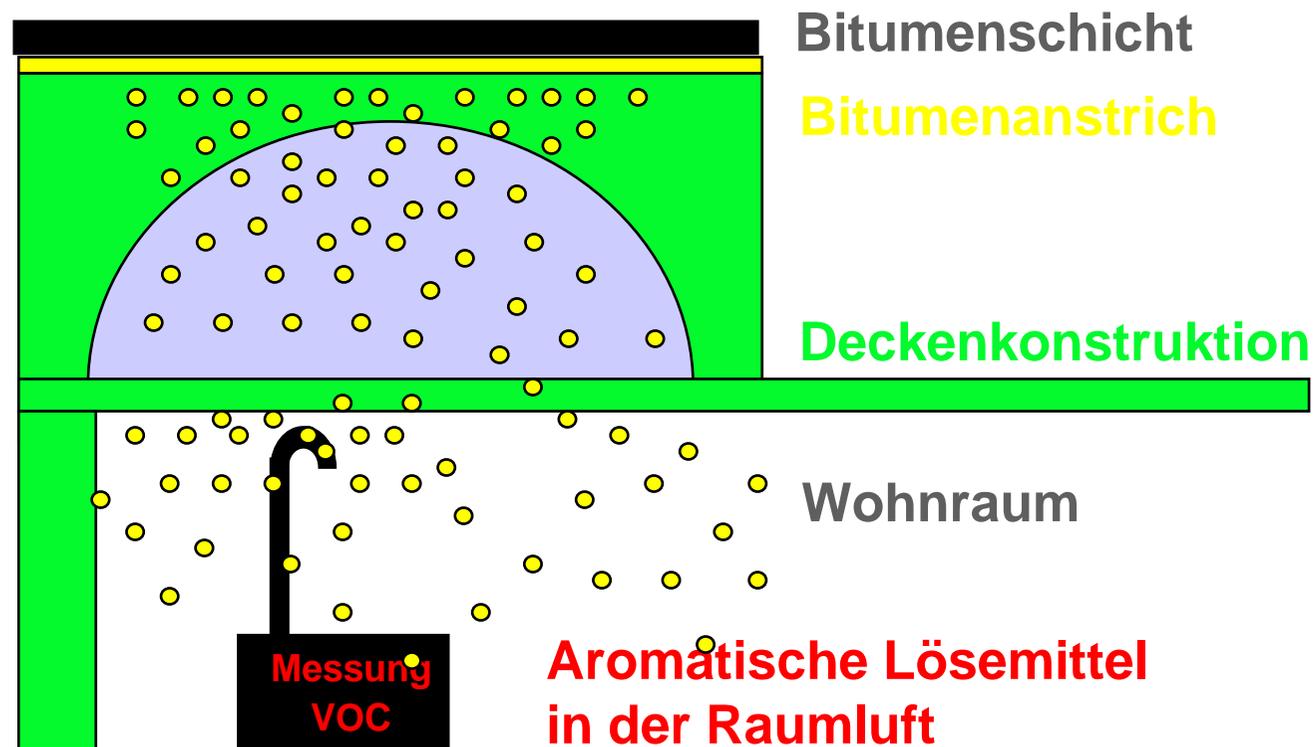


# Lösungsmittelhaltiger Bitumenanstrich



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

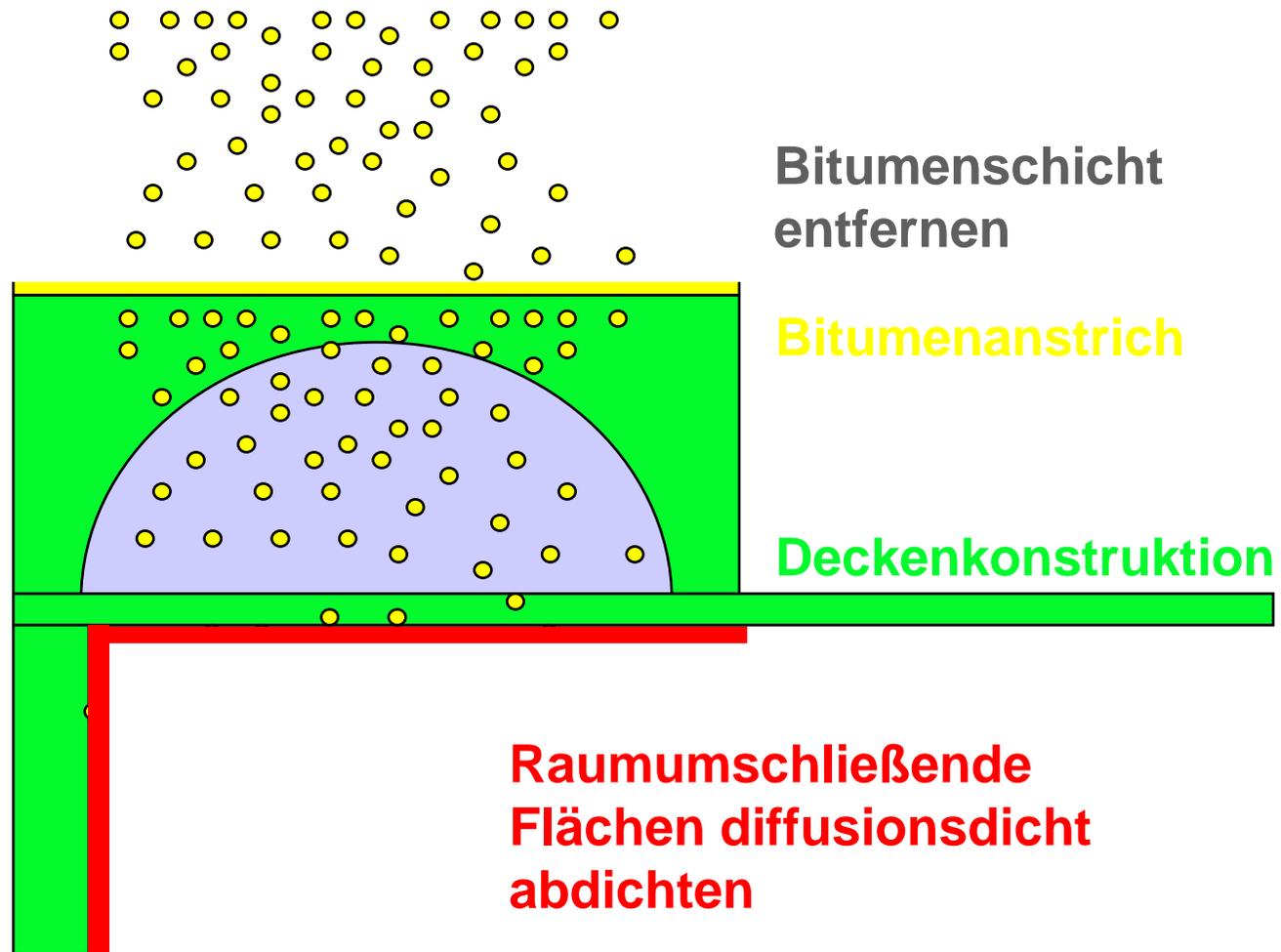
Diffusion der Lösungsmittel durch die Decke



# Sanierung: Ablüften, Abdichten



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH



# VOC-Quelle Brandschutz



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH



# VOC aus Parkettböden



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Parkettboden als mögliche Schadstoffquelle

Fertigparkett ist zu  
bevorzugen

Nachträglich beschichtet:

„Wasserlacke“

Öle & Wachse, lösemittelarm

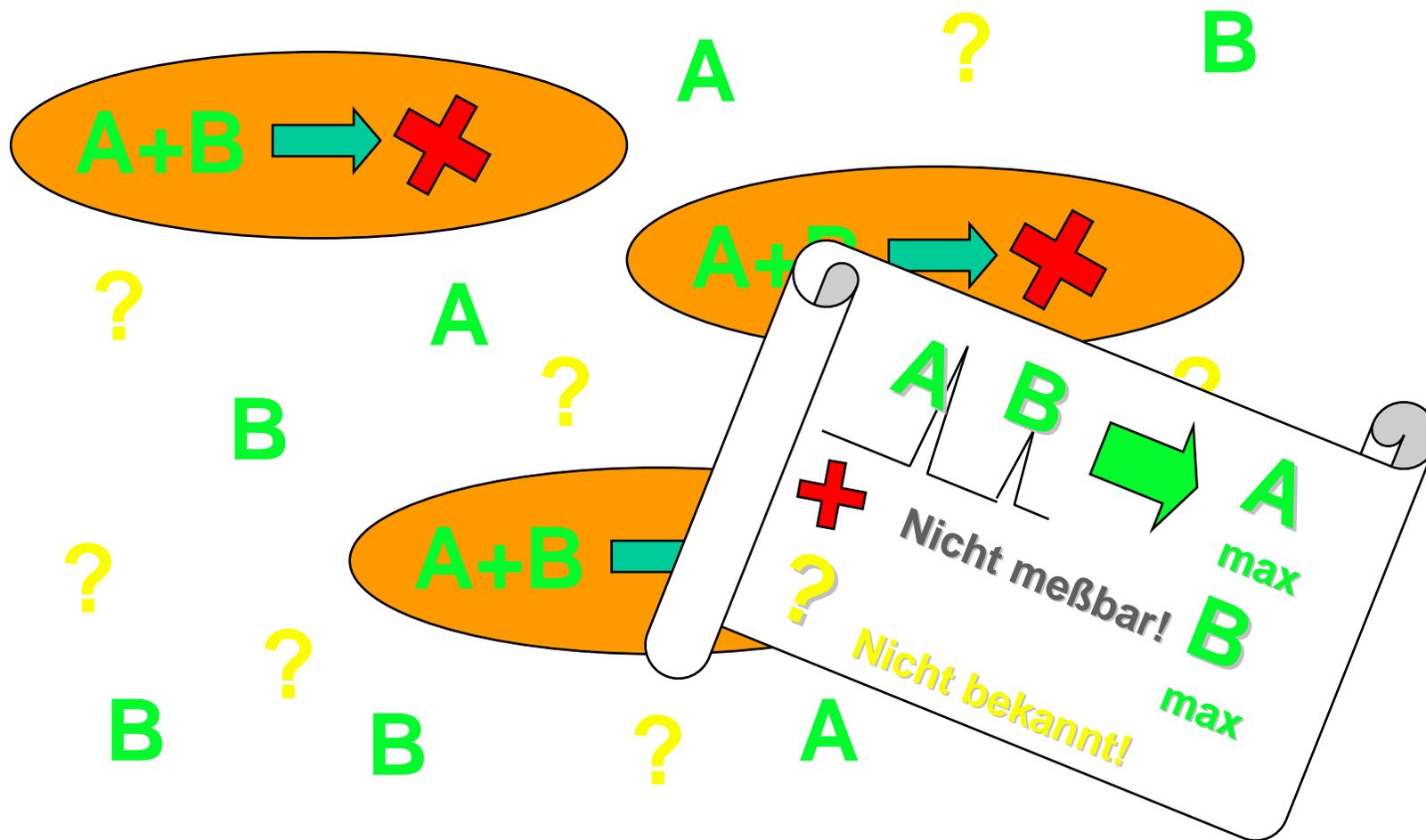
PU-Lacke

Säurehärter



Nur wenn ausreichend Zeit zum Ablüften vorhanden

# Luftchemie in Innenräumen



# Der „gesunde“ Baustoff

---



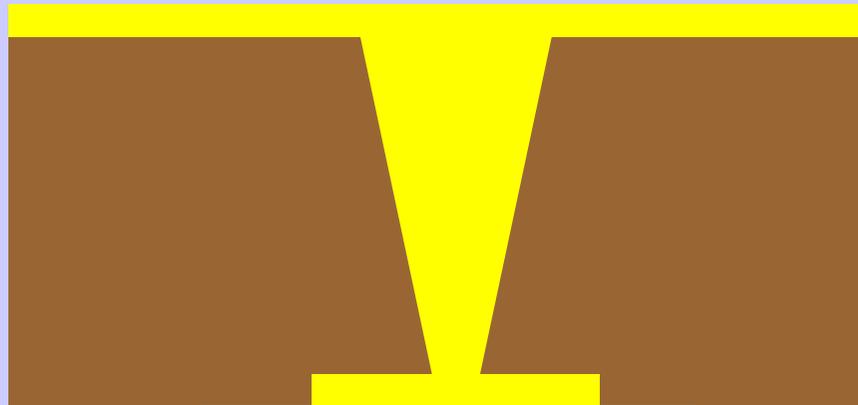
MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

„Natur“ ist nicht automatisch  
„gesund“!

Sowohl synthetische wie auch  
natürliche Baustoffe können  
innenraumhygienische Probleme  
verursachen

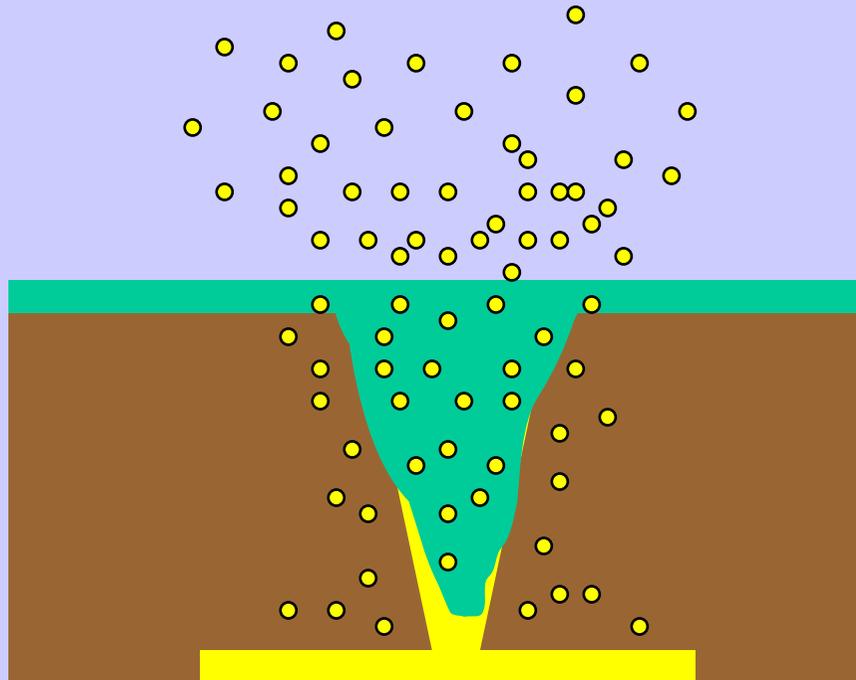


## Bodenbeschichtung mit trocknenden Ölen





## Trocknung in oberflächennahen Schichten, Depotbildung im Fugenbereich

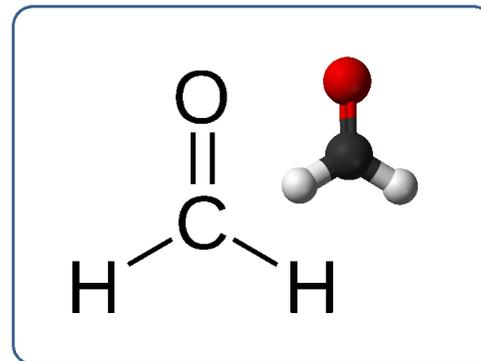


# Formaldehyd



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEITERES  
ÖSTERREICH

Leime von Holzwerkstoffen  
Tabakrauch  
Bestimmte Parkettlacke  
Topfkonservierer für Farben  
Offene Feuerstellen wie Gasherde,  
Ethanolöfen  
Glaswolle  
Saunaholz

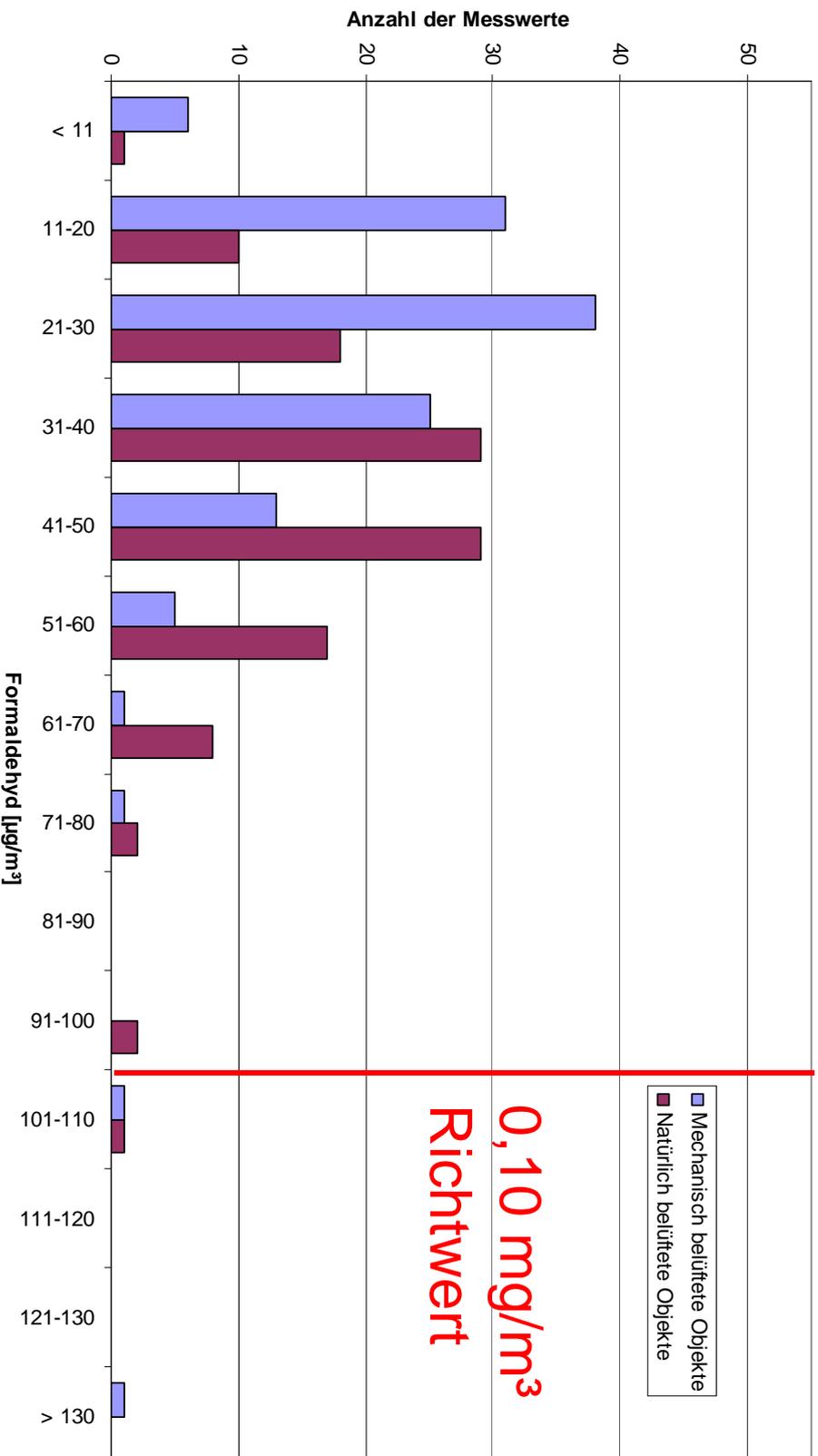


# Formaldehyd in Neubauten



FFG

**Formaldehyd**  
Mechanisch und natürlich belüftete Objekte, Erstertermin



Tappler et al. (2014): Lüftung 3.0. Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neu errichteten, energie-effizienten Wohnhäusern. FFG-Projekt Neue Energien Nr. 819037. Bezug: [www.raumluft.org](http://www.raumluft.org)

# Schimmel in Innenräumen



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEITERES  
ÖSTERREICH

Unzureichende Wärmedämmung  
Nutzerverhalten: Heizen/Lüften  
Mangelnde Lüftungsmöglichkeit  
Havarieschäden  
Aufsteigende/seitlich eintretende  
Feuchte  
Überschwemmungen  
Sommerkondensation  
Luft-Erdwärmetauscher (RLT)



# Hauptursachen für Schimmelbefall



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH



# Worüber sprechen wir?



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

9,3 % aller Haushalte von  
Schimmelbefall betroffen  
21,3 % haben sichtbare  
Feuchteschäden

*Brasche et al. 2003*

Repräsentative Studie in 5530  
Wohnungen in Deutschland.

Bundgesundheitsbl. Gesundheitsforsch.-  
Gesundheitsschutz 2003; 46:483-493  
DOI 10.1007/s00103-003-0447-9

## Originalien und Übersichtsarbeiten

S. Brasche<sup>1</sup>, E. Heinz<sup>2</sup>, T. Hartmann<sup>3</sup>, W. Richter<sup>3</sup>, W. Bischof<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena  
<sup>2</sup>Technische Universität Berlin  
<sup>3</sup>Technische Universität Dresden

## Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen

Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungs-  
studie in Deutschland

### Zusammenfassung

Mit dem Ziel, einen repräsentativen Überblick über die Situation in deutschen Wohnungen hinsichtlich Feuchteschäden und insbesondere Schimmelbefall zu schaffen sowie deren Ursachen und Entstehungsbedingungen zu analysieren, wurde ein zufällig ausgewählter Querschnitt von 5530 Wohnungen begutachtet und deren Nutzer mittels eines standardisierten Erhebungsinstrumentes befragt. Angaben zur Allergie- und Asthmaprevalenz wurden von den 12.132 Bewohnern erfasst. Von den 5.530 untersuchten Wohnungen wiesen 1.213 (21,9%) sichtbare Feuchteschäden (inklusive Schimmelbefall) und 513 (9,3%) Schimmelbefall auf. Mit steigendem Feuchteeintrag (OR=1,8; CI: 1,4-2,4), unzureichender Fensterdichtung (OR=1,7; CI: 1,2-2,5), dem Vorhandensein einer Außenwandfuge bzw. -kante (OR=1,4; CI: 1,2-1,7) und für die sozioökonomische Variable „kein Wohneigentum“ (OR=1,2; CI: 1,4-2,0) steigt das Risiko für einen Feuchteschaden signifikant. Das Vorhandensein einer Abluftanlage mit nutzerunabhängigen Betriebs (OR=0,5; CI: 0,3-0,8) oder einer Schallschirmung (OR=0,2; CI: 0,6-0,9) und Merkmale eines modernen Bauzustandes wie mit umlaufenden Dichtprofil versehenen Fenstern (OR=0,7; CI: 0,6-0,8) bzw. Wärmedämmung (OR=0,9; CI: 0,7-1,0) sowie ein steigender Zimmer-Kopf-Index (OR=0,9; CI: 0,9-1,0) sind signifikante protektive Faktoren. Hinsichtlich des Schimmelbefalls tritt die Bedeutung des Feuchteeintrags zurück (OR=1,3; CI: 0,9-1,9), die Haltung eines Haustieres in der Wohnung erhöht das Risiko

(OR=1,4; CI: 1,2-1,8), und die sozioökonomischen Variablen gewinnen an Bedeutung (z.B. kein Wohneigentum\* OR=2,0; CI: 1,6-2,6). Ein Zusammenhang zwischen den Schadenmerkmalen und der Prävalenz selbstberichteter allergischer und respiratorischer Erkrankungen konnte nachgewiesen werden.

### Schlüsselwörter

Schimmelbefall, Feuchteschäden, Wohnungen, Lüftung, Allergie

Eine feuchte Wohnung wird schon seit Pettenkofer [1] als Gesundheitsrisiko betrachtet. Neuere Untersuchungen weisen nach, dass mit Feuchte belastete Wohnungen mit einer höheren Prävalenz an allergischen Erkrankungen, auch an Asthma und an Infektionen der oberen Luftwege assoziiert sind [2]. Ob Feuchteschäden in deutschen Wohnungen im Jahre 2000 wirklich noch ein menschenwerter Faktor sind und damit ein Problem erzeugen, das Gesundheit und Wohlbefinden einer breiten Bevölkerungsgruppe betrifft, ist weitgehend unbekannt.

Da es für Deutschland bisher keine einschlägige Datenbasis gibt, hatte die durchgeführte Erhebung das Ziel, einen repräsentativen Überblick über die Situation in deutschen Wohnungen hinsichtlich Feuchteschäden und insbesondere Schimmelbefall zu schaffen. Sie

sollte außerdem die Ursachen und Entstehungsbedingungen dieser Schäden analysieren und damit Möglichkeiten der Prävention erschließen. Nicht zuletzt wurde angestrebt, den in der Literatur beschriebenen Zusammenhang zwischen Feuchteschäden und Asthma und/oder allergischen Erkrankungen in einem deutschen Querschnitt nachzuvollziehen. Das in Abb. 1 dargestellte hypothetische Modell liegt den oben genannten Überlegungen zu Grunde.

### Methoden

#### Studiendesign und Stichprobe

Das hier beschriebene Projekt wurde unter der Maßgabe initiiert, für Deutschland gültige Aussagen über Feuchteschäden inklusive Schimmelbefall in Wohngebäuden zu ermöglichen. So war ein bundesweit repräsentativer Querschnitt mit einem Umfang von mindestens 5.000 Wohnungen unverzichtbar. Da von einer Response rate unter 70% auszu-

© Springer Verlag 2003

<sup>1</sup>Geleitet durch den Bundesverband des Schimmelfeuchtschaden-Zentralanlasser-Verband (ZV)

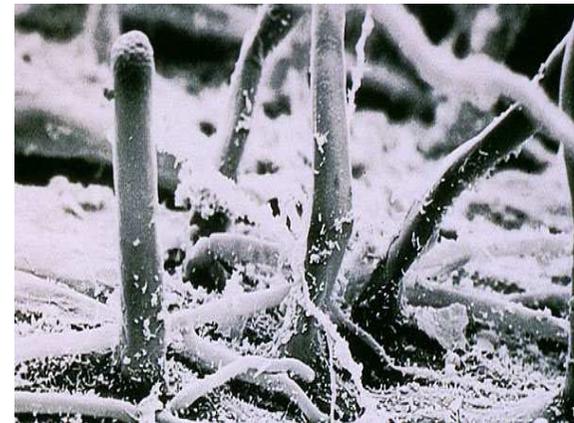
Dr. S. Brasche  
Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Abteilung für Raumklimatologie  
Erbert-Garten-Heizung-Str. 1, 99096 Erfurt  
E-Mail: brasche@ak.uni-jena.de

# Warum Schimmelvermeidung?

---

Schimmel im Innenraum gesundheitlich relevant, da:

- Sporen Allergene sind
- Bedenkliche Stoffe (Mycotoxine, PAMPs, 1-3- beta-Glucan usw.) frei werden
- Gerüche auftreten (MVOC)
- Infektionen auftreten können (sehr selten, nur bei stark geschwächtem Immunsystem)





Eine keimfreie  
Umwelt ist weder  
erstrebenswert  
noch möglich!





## Wie verdiene ich am besten an Geschädigten?

- Möglichst viele Raumluftmessungen und Abklatschproben machen, auch bei eindeutigem Befall
- Argumente von Keimfreiheit, Kinderschutz und Vorsorge, dagegen kann keiner was haben....
- Übertreibung der Schwere der Belastung, Alarm geben!
- Drastische Schilderung von möglichen Beschwerden
- Raumluftwäsche nach Sanierungen, Vernebeln als „Gesundheitsvorsorge“



Was ergibt sich aus den bisher  
bekanntesten, wissenschaftlich gut  
abgesicherten Tatsachen?

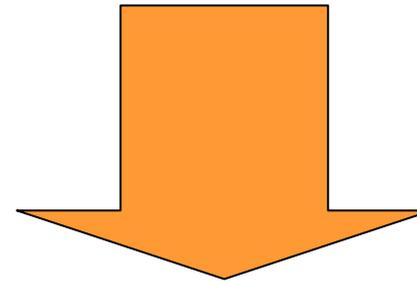
# Verbesserung der Innenraumluft

---

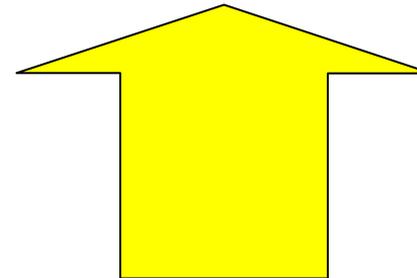


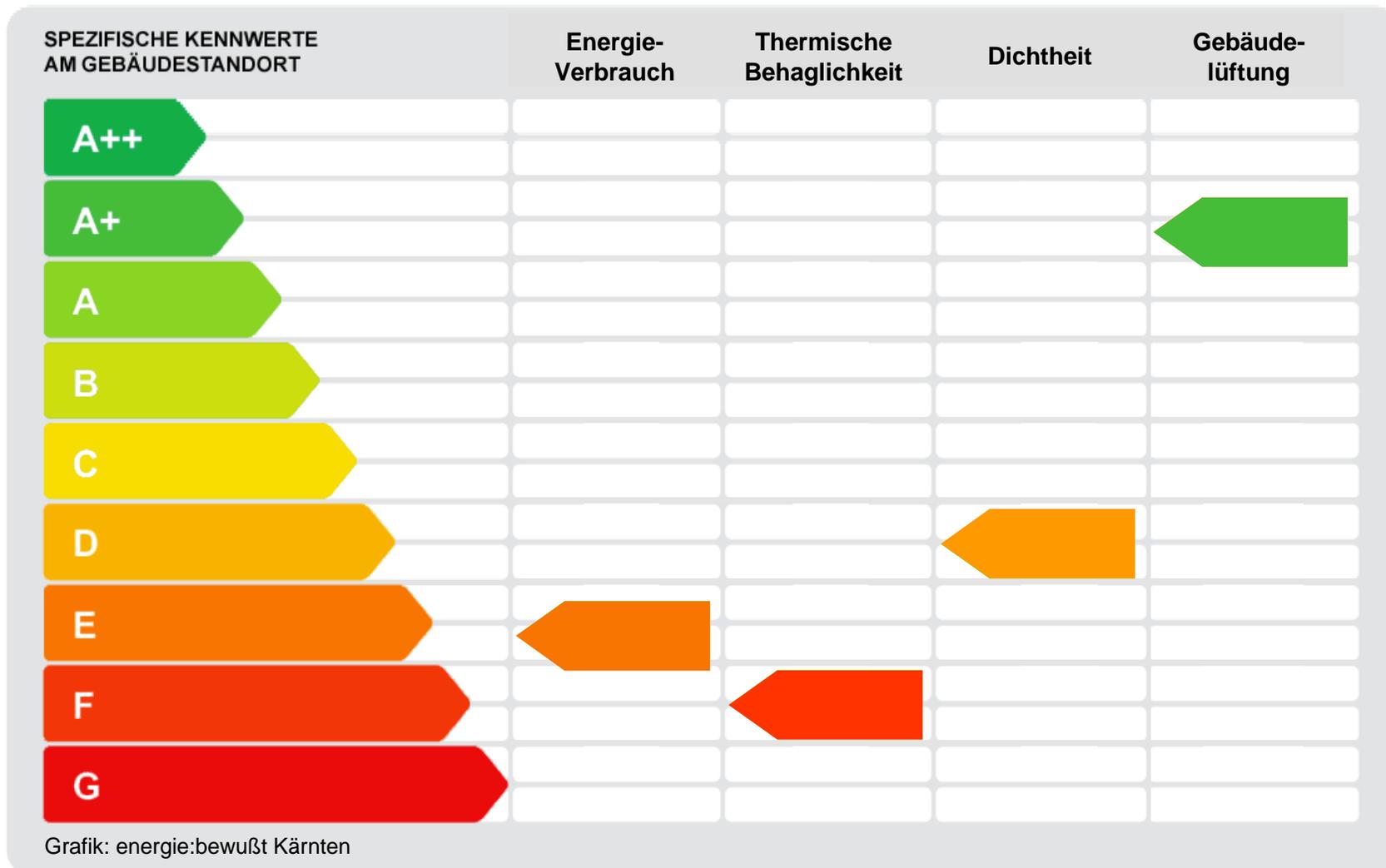
MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Abgabe  
(Emissionen) aus  
Materialien senken



Belüftung  
optimieren







---

Mit der Entscheidung für „dichte“  
Gebäude haben wir uns für  
mechanische Lüftungssysteme  
entschieden

# Empfundene Luftqualität



FFG



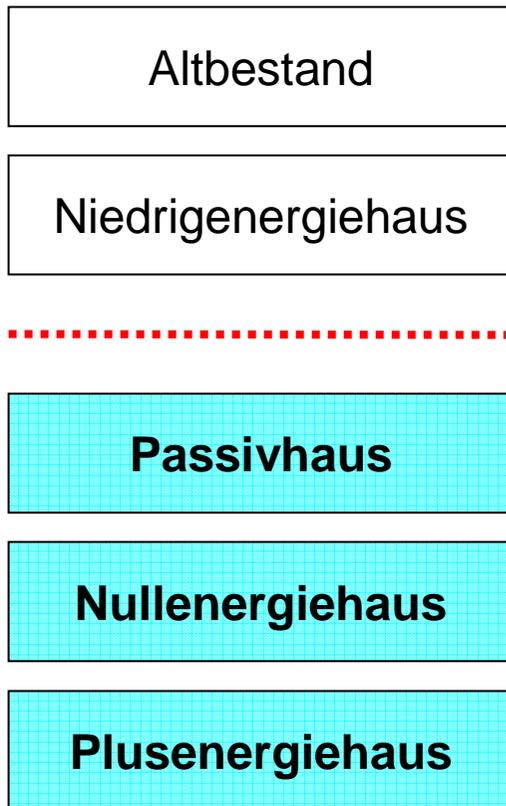
IG PASSIVHAUS ÖSTERREICH

Nennungen in % positive Attribute	1. Messtermin		2. Messtermin	
	Mechanische Lüftung	Natürliche Lüftung	Mechanische Lüftung	Natürliche Lüftung
Angenehm	49,5	28,6	45,5	25,3
Sauber	44,9	32,7	40,9	27,5
Frisch	39,3	14,3	32,7	9,9

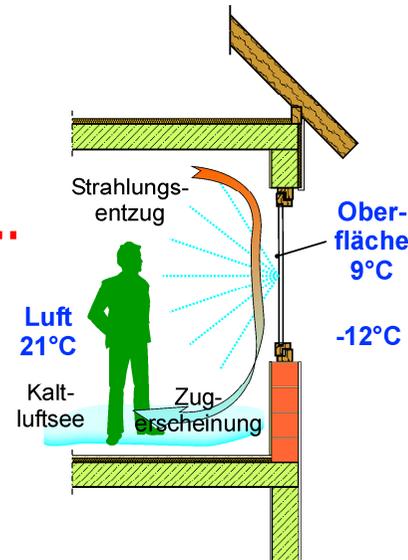
Nennungen in % negative Attribute	1. Messtermin		2. Messtermin	
	Mechanische Lüftung	Natürliche Lüftung	Mechanische Lüftung	Natürliche Lüftung
Schal	14,0	37,8	22,7	38,5
Muffig	12,1	26,5	10,9	22,0
Abgestanden	14,0	42,9	10,9	45,1
Übelriechend	5,6	11,2	1,8	3,3

Tappler et al. (2014): Lüftung 3.0. Bewohnergesundheit und Raumluftqualität in neu errichteten, energieeffizienten Wohnhäusern. FFG-Projekt Neue Energien Nr. 819037. <http://www.raumluft.org>

# Passivhaus mit Komfortlüftung

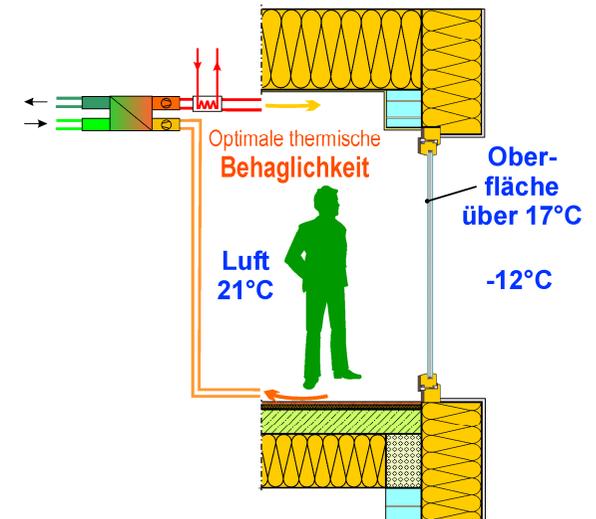


Gebäudebestand



Quelle: Dr. Feist

Passivhaus 



# Empfehlungen für's Bauen

---



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH

Lösungsmittelfreie Produkte einsetzen, wo immer möglich: schon bei Planung berücksichtigen!

Auch lösungsmittelarme Holzbeschichtungen nur wo wirklich nötig, von Fachleuten appliziert: besser unbeschichtet belassen

Vorsicht mit Naturstoffen und natürlichen Beschichtungen bei empfindlichen Menschen

Hochwertige Komfortlüftungsanlage einplanen

Brettsperrholzelemente frei von Kiefernholz

Formaldehydarme(freie) Leimharze bei Holzwerkstoffen