



# *Lüftungsanlagen zur Reduktion von Schadstoffen in der Raumluf*

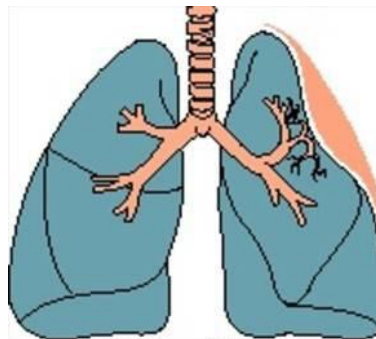
*TBAS UG  
(haftungsbeschränkt)  
Prof. Eichmann Str. 8  
80999 München  
089 – 81897160  
alexander.schaaf@tbas.de  
www.tbas.de*

*Referent: Alexander Schaaf*

# Warum ist das Lüften so wichtig?

- Wir halten uns bis zu 80% in geschlossenen Räumen auf.
- Ein 3-4 Personen-Haushalt erzeugt ca. 10 Liter Feuchte am Tag.
- Es entstehen Geruchs- und permanent Schadstofflasten, z.B. VOC.
- Die Luft besteht nur zu 20,9% aus Sauerstoff, mit jedem Ausatmen wird 4% CO<sub>2</sub> ausgeschieden.
- Ein ruhender Mensch benötigt ca. 20-30 m<sup>3</sup> Frischluft pro Stunde, wir nehmen am Tag bis zu **20.000 Liter** Luft auf.

ca. 70m<sup>2</sup>



>>



ca. 20.000 l /  
24h

# Warum ist das Lüften so wichtig?

## EnEV § 6

### Dichtheit, Mindestluftwechsel:

(1) Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.

Der hygienische Mindestluftwechsel sollte gewährleistet sein.  
(Empfohlen:  $0,5^{-1}$  Luftwechsel alle 2 Stunden, Pettenkofer-Wert).

*Frage?*

*Wie soll der notwendige Luftaustausch erfolgen???*

*Wie die Abfuhr von Schadstofflasten???*

# Wie effizient ist das Lüften über die Fenster?

Fensterstellung	Luftwechselrate / Stunde [1/h]
Fenster / Türe zu (alte Kastenfenster)	0,4-1,5 und mehr
Fenster / Türe zu (Fenster bis ca. 1980)	0,1-0,5
<b>Fenster / Türe zu (neuzeitige Fenster)</b>	<b>0,0-0,05</b>
Fenster gekippt	0,8-4,0
Fenster geöffnet	9,0-15,0
<b>Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)</b>	<b>bis 40,0</b>

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO<sub>2</sub> finden den ganzen Tag meist kontinuierlich statt.

Deshalb kann mit 2-3maligen Querlüften der notwendige Luftaustausch über den Tag gesehen nicht vollständig realisiert werden.

**3x Lüften à 5 min >> steht in den meisten Empfehlungen**

# Wie effizient ist das Lüften über die Fenster?

Fensterstellung	Luftwechselrate / Stunde [1/h]
Fenster / Türe zu (alte Kastenfenster)	0,4-1,5 und mehr
Fenster / Türe zu (Fenster bis ca. 1980)	0,1-0,5
<b>Fenster / Türe zu (neuzeitige Fenster)</b>	<b>0,0-0,05</b>
Fenster gekippt	0,8-4,0
Fenster geöffnet	9,0-15,0
<b>Fenster / Türe geöffnet, gegenüberliegende Fenster geöffnet (Querlüftung)</b>	<b>bis 40,0</b>

Die Feuchte- und Schadstofflasten sowie die Anreicherung mit CO<sub>2</sub> finden den ganzen Tag meist kontinuierlich statt.

Deshalb kann mit 2-3maligen Querlüften der notwendige Luftaustausch über den Tag gesehen nicht vollständig realisiert werden.

**3x Lüften à 5 min >> steht in den meisten Empfehlungen**

**3x Lüften à 5 min / Tag = 15min von 1440 min / Tag = ~1%**

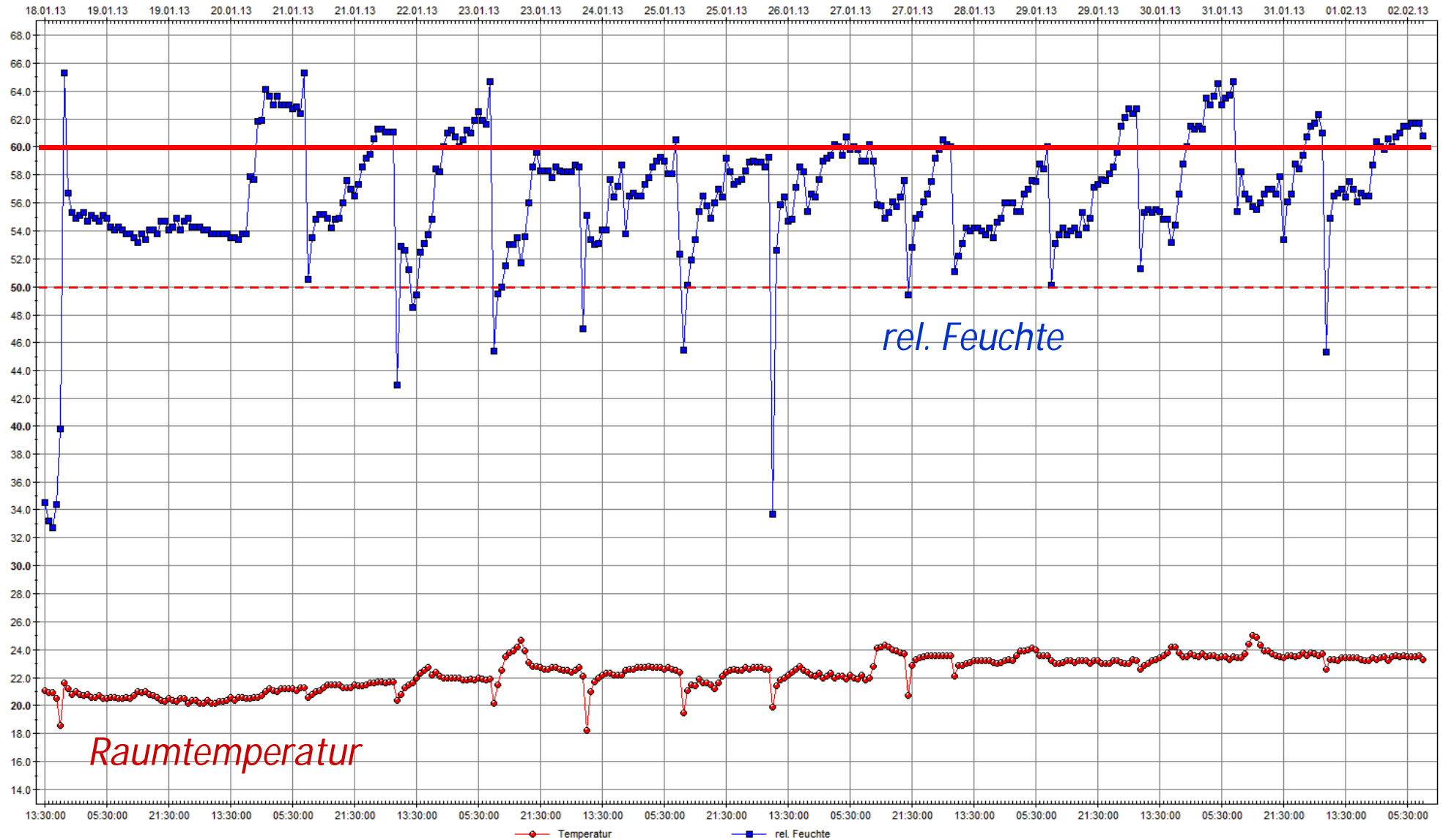
## Reicht eine Fensterlüftung zur Schadstoffreduktion aus?

Nur wenn aufgrund der Raumgeometrie ein Querlüften möglich ist, können Schadstofflasten auch abgeführt werden.

Wohnungen mit nur einer Fassadenorientierung, Appartements, Kellerräume usw. können durch Fensterlüftung alleine nicht ausreichend durchlüftet werden.

Die oft eingebauten Fensterfalzlüfter dienen rein zum Feuchteschutz und haben aufgrund des geringen Volumenstroms keine nennenswerte Auswirkung auf die Schadstofflasten in den Wohnungen.

# Typischer Luftwechsel in der Wohnungswirtschaft



## Wie kann durch eine Lüftung die Luftbelastung reduziert werden?

Je nach Planung und Auslegung sind alle erdenklichen Luftwechselraten (*vollständiger Austausch der Raumluft*) möglich.

Mit speziellen CO<sub>2</sub> oder Mischgassensoren kann ein Großteil der üblichen Schadstoffe erfasst und die Luftwechselrate automatisch angepasst werden. Damit ist eine Schadstoffreduktion und eine Verringerung der Raumfeuchte zur Schimmelvermeidung einfach und Nutzerunabhängig zu bewerkstelligen.

In radonbelasteten Kellerräumen kann aber durch eine falsche Betriebsweise der Lüftungsanlage (*Unterdruck*), die Radonbelastung ansteigen.



# Die Hygiene in Lüftungsanlagen

Die Hygiene bei Lüftungsanlagen wird bei der „neuen“ Wohnungslüftung leider nicht immer ausreichend betrachtet, teilweise herrschen völlig neue Erkenntnisse. Durch unzureichende Filterung und konstruktive Mängel kann die Lüftungsanlage **von der Frischluftquelle zur Keimquelle** wechseln.

## Wichtige Kriterien:

- *Konstruktion*
- *Filtergüte*
- *Kondensatabfuhr*
- *Luftführung*
- *Planung, Installation und Wartung*

Grundsatz: >> *Schütze dein Gewerk von Anfang an!*

Gewerbe / Industrie

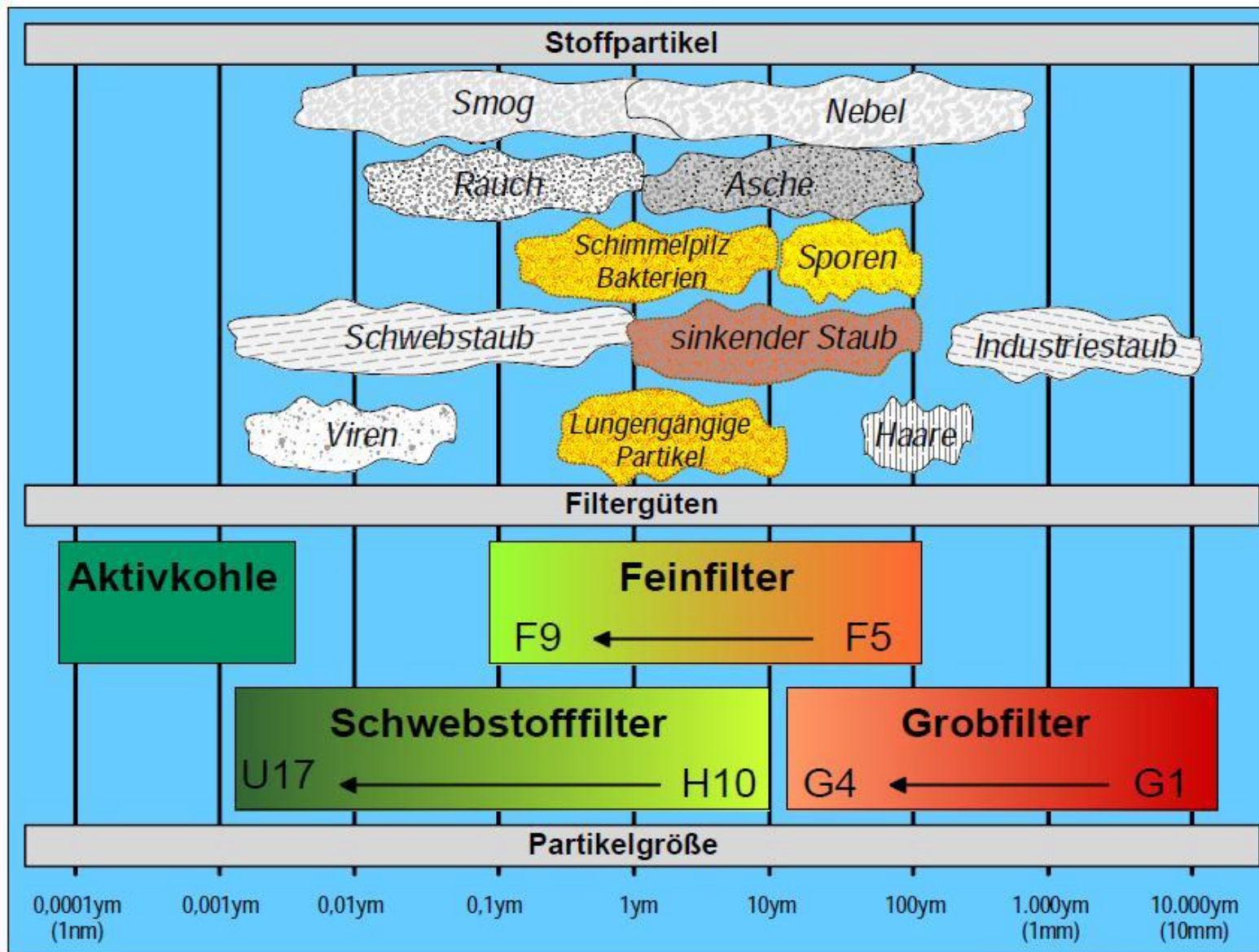


*Wohnungslüftung: Auf dem Weg zu den früheren Fehlern in Industrie / Gewerbe!*



Wohnungslüftung

# Filterung



Neue Filternorm  
ISO 16890 ersetzt  
Mitte 2018 die  
DIN EN 779.

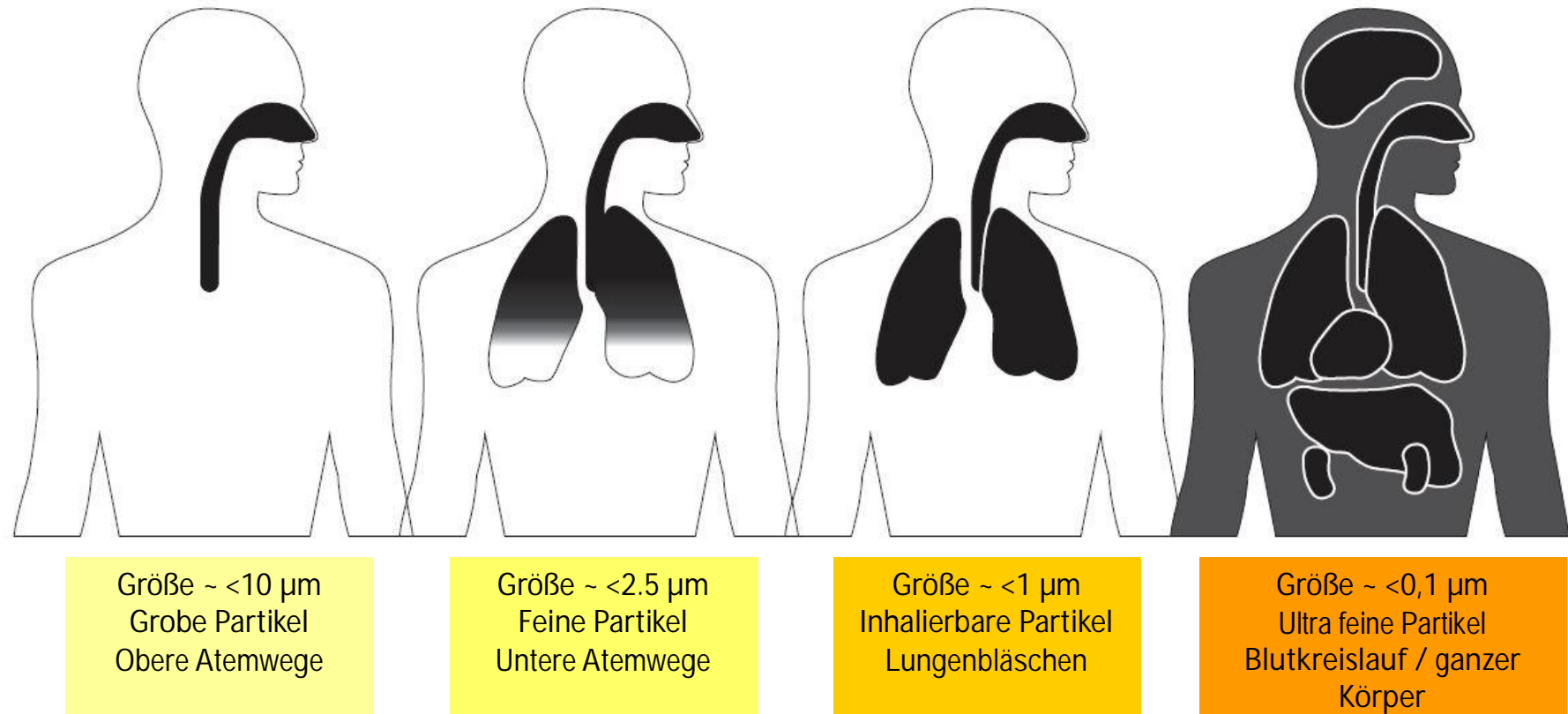
Alt *annähernd* Neu

M(F)5	~ ePM10	50%
F7	~ ePM1	50%
F9	~ ePM1	80%

# Partikelgröße und die Auswirkung auf den Menschen

Partikel bis  $2,5\mu\text{m}$  können vom Körper über die Nase oder dem Schleim in der Lunge ab- und ausgeschieden werden.

Zum Vergleich: *Rußpartikel beim Dieselmotor haben  $\sim 0,05\mu\text{m}$ !*

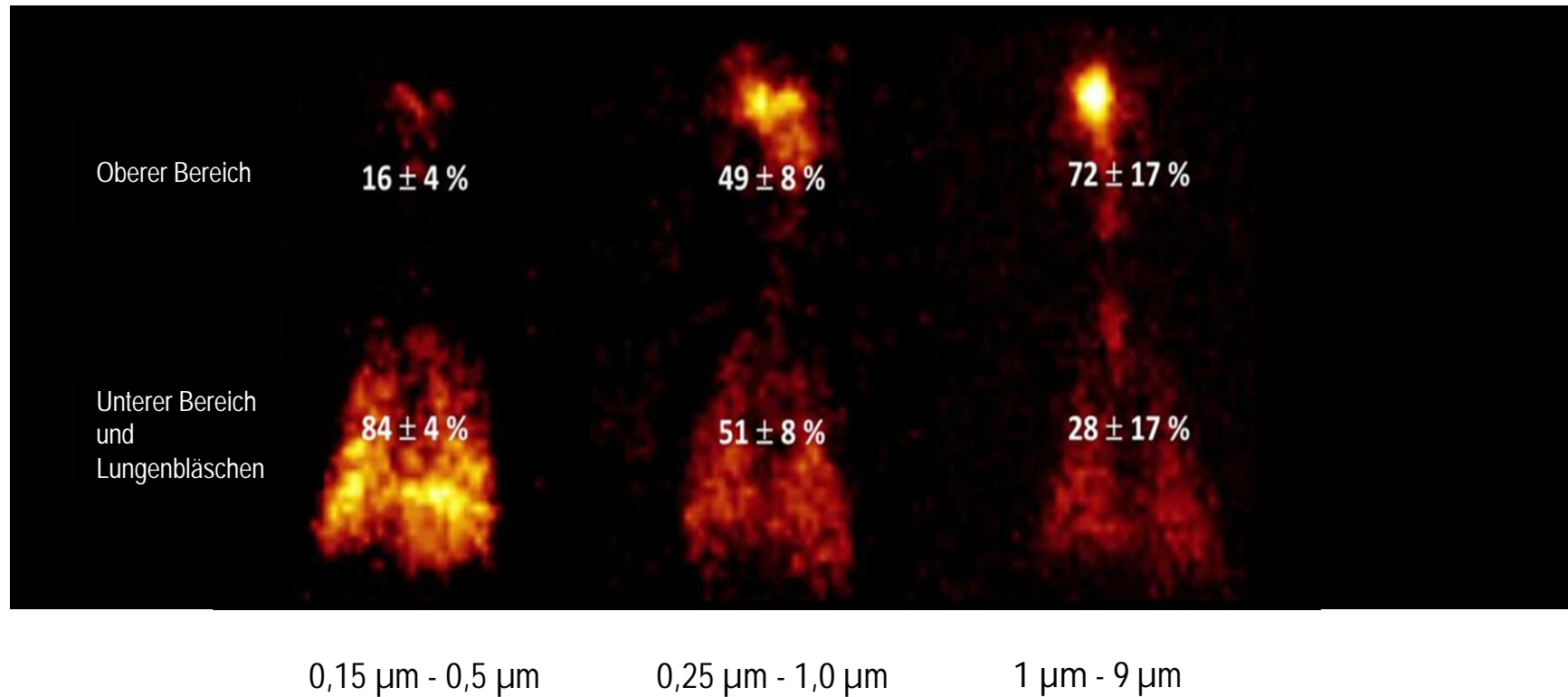


Quelle: Camfil

# Partikelgröße und die Auswirkung auf den Menschen

## Ablagerung von Partikeln verschiedener Größen in den Atemwegen

(das Ultraschallbild des Oberkörpers zeigt die eingeatmeten markierten Partikel)



Quelle: Camfil

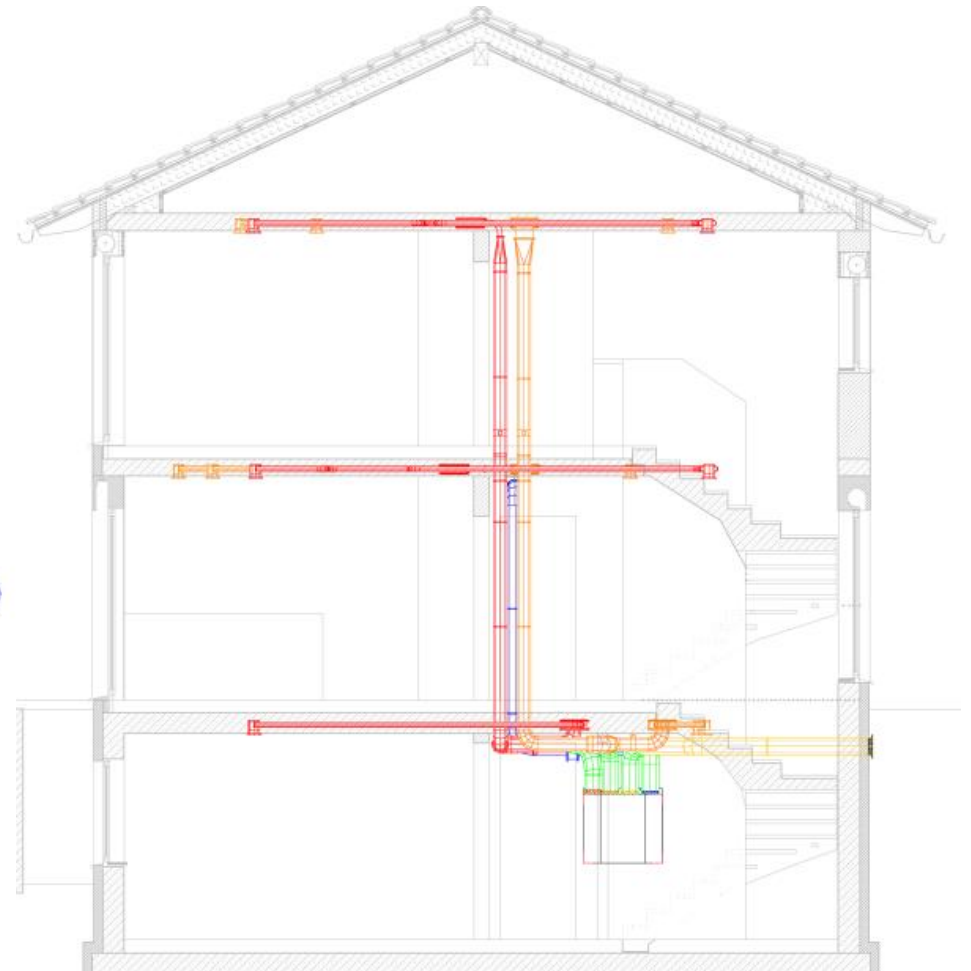
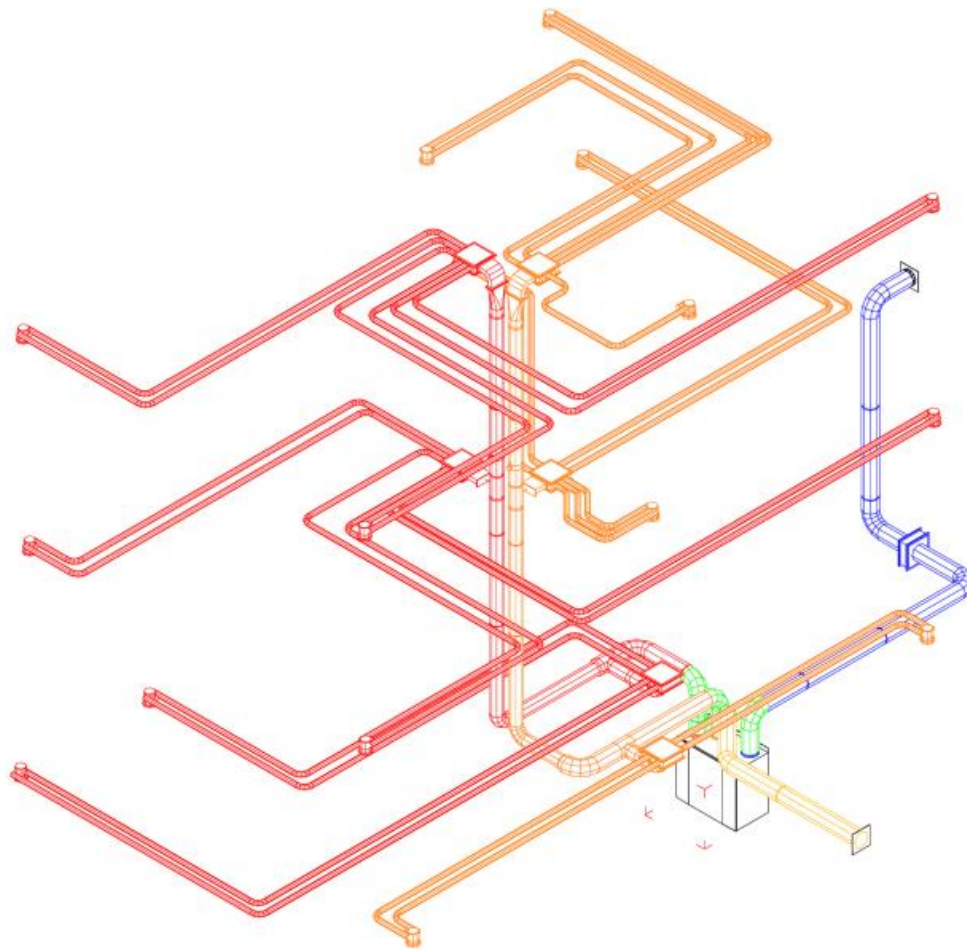
*Dieselpartikel  $\sim 0,05 \mu\text{m}$*

Voraussetzung für eine richtig funktionierende Lüftungsanlage ist die richtige Planung. Dabei sind Aspekte wie:

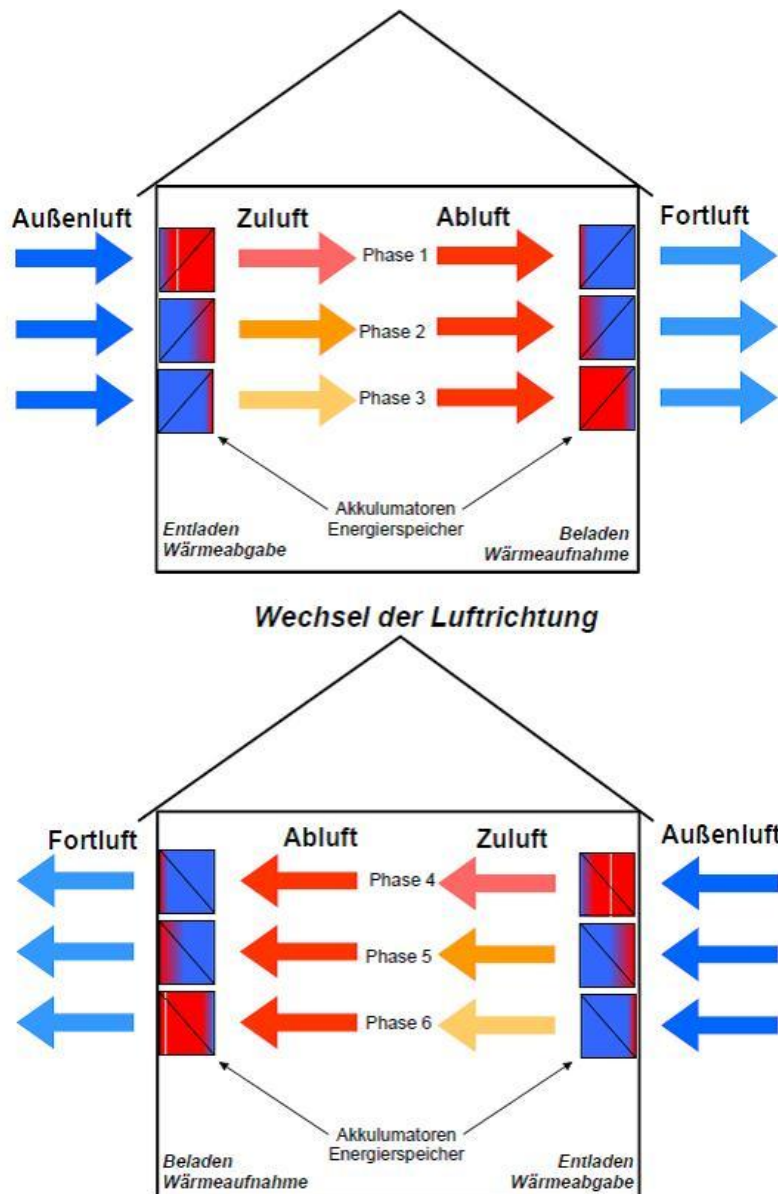
- *Anlagen- und Regelkonzept*
- *Filtergüten in Abhängigkeit der Außenluftbelastung*
- *Kanalverlegung und spätere Reinigungsmöglichkeiten*
- *Schallübertragung Außen / Innen oder Raum / Raum*
- *Luftströmungen im Raum, Raum zu Raum, am Luftaustritt*
- *und viele weitere Faktoren*

zu berücksichtigen

## Beispiel: 3-dimensionale Planung eines Lüftungssystems



# Im Verbund arbeitende Systeme (*Pendellüftung*)



Während über das eine Gerät die Raumluft abgeführt wird (*Phase 1-3*) und dabei einen Lamellentaucher (*Speicher*) erwärmt, strömt im anderen Gerät die kalte Außenluft über den zuvor erwärmten Wärmetauscher in den Raum.

Nach einiger Zeit wechseln beide Systeme die Luftrichtung und der Prozess findet von neuem, in umgekehrter Richtung, statt (*Phase 3-6*).

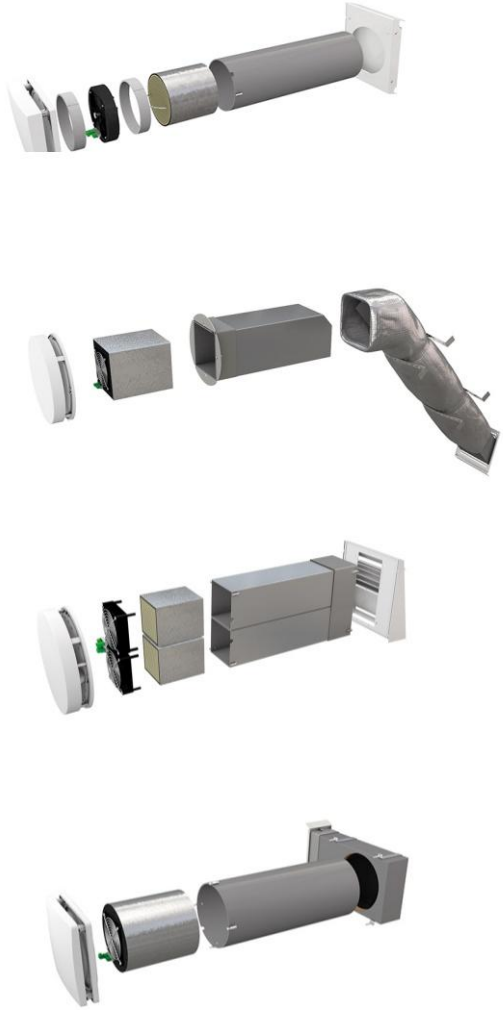
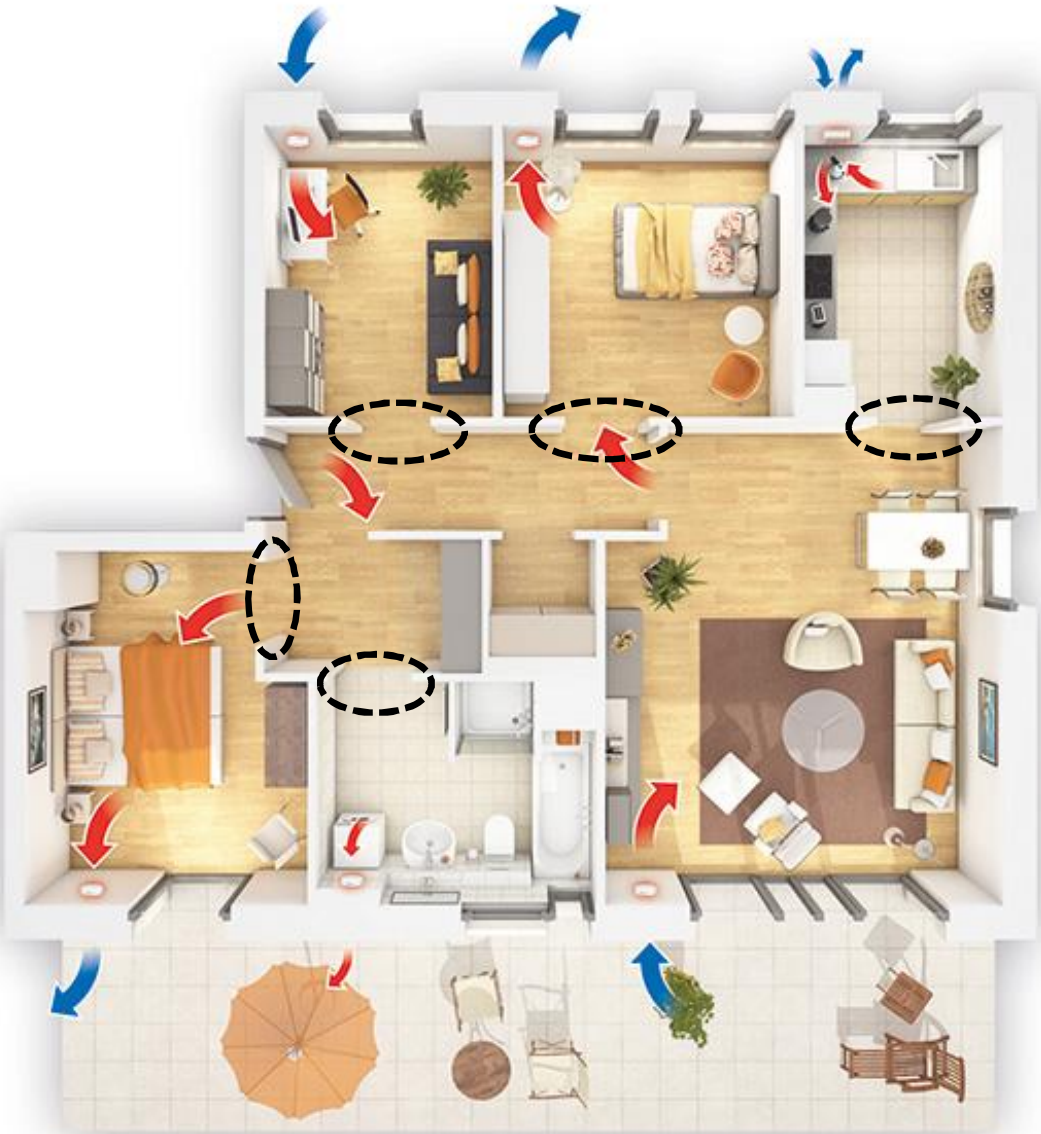
Im Sommer erfolgt der Luftwechsel nur in einer Richtung um die Außenluft nicht noch weiter aufzuheizen.



## Bei diesen Systemen sollten einige Faktoren berücksichtigt werden:

- Diese Geräte lassen eine Lärmemission von außen fast ungehindert durch, der Standort sollte dementsprechend „ruhig“ sein.
- Je nach Montageort und Luftrichtung können ggf. Gerüche von dort in die Wohnräume gelangen  
*(Beispiel: Schlafzimmer → BAD / WC, BAD / WC → Schlafzimmer).*
- Durch die fehlenden Klappen und dem geringen Luftwiderstand, kann bei starkem Wind die Luft ungewollt nach innen und außen dringen.
- Gleiches gilt für kalte Luft im Winter bei ausgeschalteten (*pausierenden*) Gerät.
- Der Filter wird wechselseitig beaufschlagt, der „Filterkuchen“ aus der Raumluft wird nach einiger Zeit wieder in den Raum eingeblasen, ggf. mit einer stärkeren Keimbelastung.

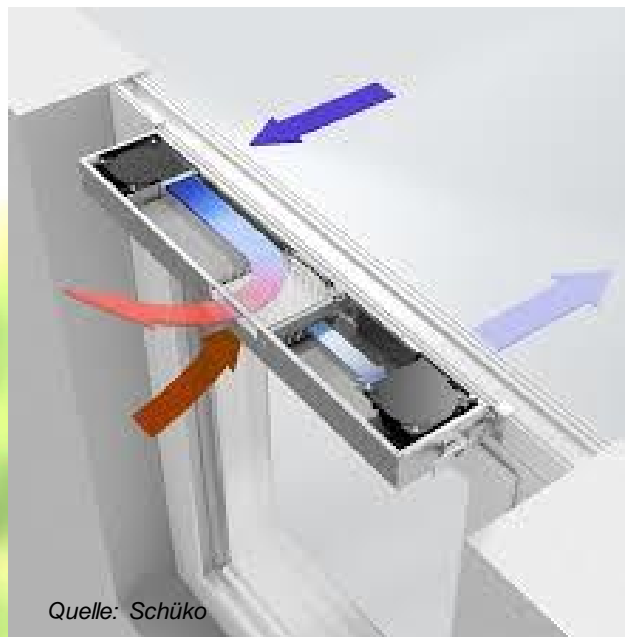
# Im Verbund arbeitende Systeme: Beispiel



Quelle: inVENTer

# Kleine dezentrale Wohnungslüftung: Beispiele

Lüftungsanlagen am oder im Fenster haben sehr kleine Lüfter, mit einem geringen Druck und geringer Luftleistung. Die Auswurfweite in den Raum ist daher gering, bei größeren Räumen wird nur ein geringer Teil des Raumes durchspült. Bei starkem Wind kann es zu unkontrollierten Luftströmungen durch das Gerät kommen.



# Wohnungslüftung mit Feuchterückgewinnung

Die Außenluft enthält im Winter nur wenig Feuchte. Bei einem hygienischen Mindestluftwechsel von  $0,5^{-1}$  (*alle 2h vollständiger Luftaustausch*) würden sich so rel. Raumfeuchten von  $< 30\%$  einstellen. Zu trockene Luft kann zu folgenden Problemen führen:

- *Reinigungseffekt der Flimmerhaare in der Nase eingeschränkt*
- *leichtere Übertragung von Viren*
- *trockene Stimmlippen > bei Personen die viel sprechen müssen*
- *Austrocknen des Tränenfilms auf den Augen*
- *Beeinträchtigung der Schutzfunktion unserer Haut, besonders der Hände*
- *Gefahr der elektrostatischen Aufladung*
- *stärkere Feinstaubbelastung z.B. durch Toner des Kopierers*
- *Rissbildung bei Holzbaustoffen*
- *Ggf. stärkere Ausgasung von VOC*

# Grundregeln die Sie beachten sollten:

## Fachliche Planung

*Typische Fehler können durch erfahrene Planer im Vorfeld vermieden werden, oft bieten die Hersteller die Leistung mit an.*

## Ausreichende Filterung, mind. ePM1 $\geq$ 50% (F7)

*Je besser das System vor Schmutzeintrag geschützt ist um so weniger wird sich ein hygienisches Problem einstellen (ggf. ist so eine „pollenfreie“ Wohnung möglich).*

## Feuchterückführendens System

*Eine Lüftung zur Schimmelvermeidung ist ein gutes Argument, die Lüftung hat in der Hauptbetriebszeit (Winter) jedoch das Problem, dass zu trockene Luft eingebracht wird und rel. Raumfeuchten unter 30% entstehen können.*

## Grundregeln die Sie beachten sollten:

### Regelung nach CO2 oder Mischgassensoren

*Eine Regelung nach starren Zeiten erfasst nicht die Probleme (Qualität) der Raumluft. Derzeit sind die vorhandenen Mischgassensoren ein guter Weg zu einer bedarfsgerechten Regelung.*

### Regelmäßige Wartung und Filteraustausch

*Jede Technik braucht fachgerechte Pflege, deshalb sollte die Wartung ggf. externen Dienstleister übertragen werden.*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit,  
Ihre Fragen beantworte ich gerne.

## Technisches Büro **Alexander Schaaf**

TBAS UG (*haftungsbeschränkt*)  
Prof. Eichmann Str. 8  
80999 München  
Tel. +49 (0)89 81897160  
Fax +49 (0)89 81897159  
eMail: alexander.schaaf@tbas.de  
[www.tbas.de](http://www.tbas.de)

Weitere Informationen unter  
[www.wohnung-lüften.de](http://www.wohnung-lüften.de)

# Was benötigt der Schimmel zum wachsen und vermehren?

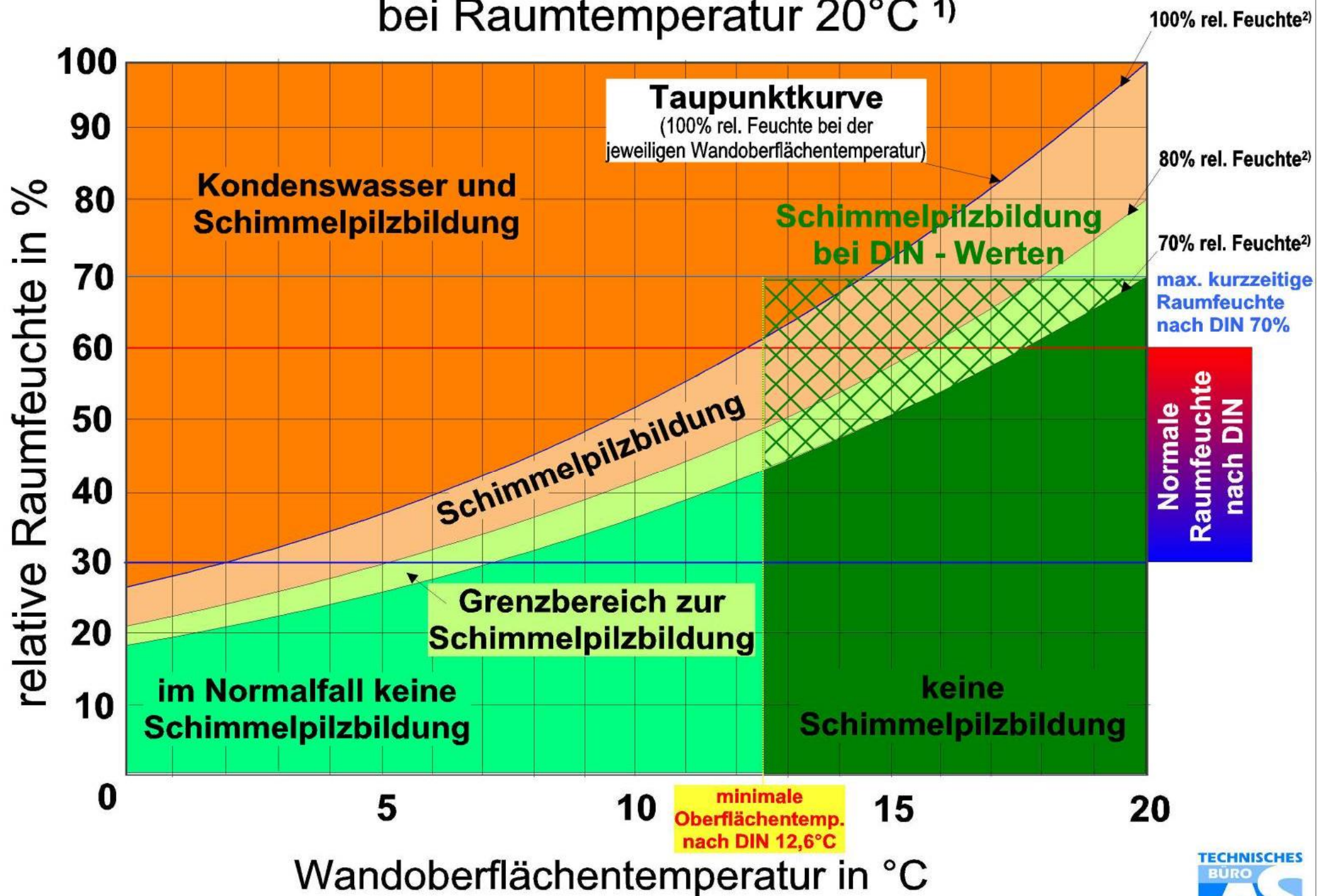
Schimmel ist ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt und jahreszeitlich schwankend, immer in unterschiedlicher Konzentration in der Außenluft vorhanden, er wird in die Wohnungen „hineingelüftet“.

Schimmel braucht zum überleben und vermehren:

- *Luft zum schnaufen (Sauerstoff)*
- *Schweinebraten zum Essen (Nährstoff Luft / Oberfläche)*
- *bequemen Untergrund (optimale Oberfläche)*
- *aber immer ausreichende FEUCHTE! (auf der Bauteiloberfläche)*



# bei Raumtemperatur 20°C 1)



1) Die Umrechnung findet über das mollier h-x Diagramm mit der absoluten Feuchte bei 20°C statt  
 2) Fechtewerte auf der Wandoberfläche. Grenzbereich 70%, bei 80% immer Schimmelwachstum.