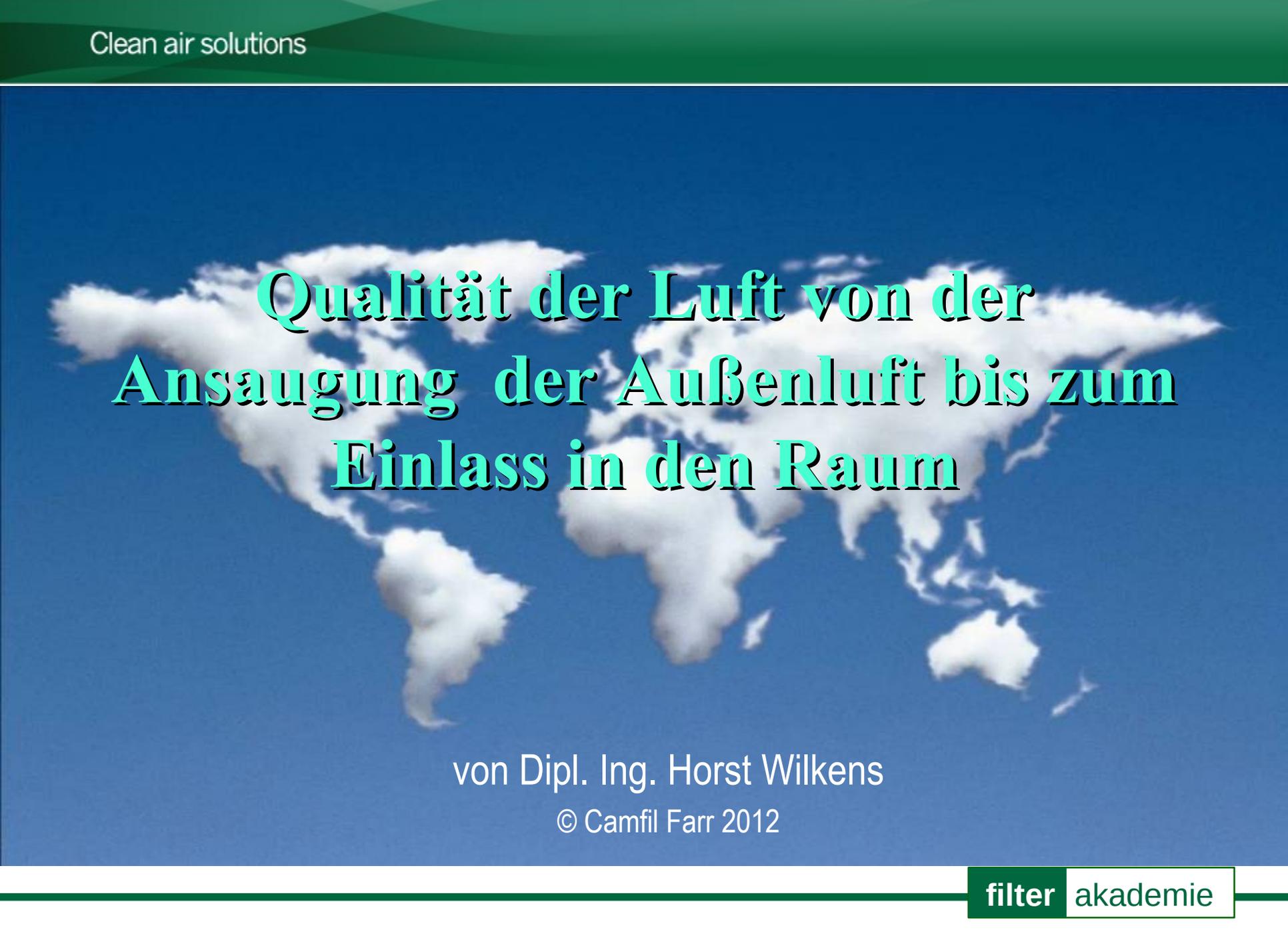


Wissenswertes über Luftfilter

von Dipl. Ing. Horst Wilkens

© Camfil Farr 2012



Qualität der Luft von der Ansaugung der Außenluft bis zum Einlass in den Raum

von Dipl. Ing. Horst Wilkens

© Camfil Farr 2012

Kursleiter ist Horst Wilkens



Camfil KG

Themen:



- 1 Luftverunreinigungen
- 2 Bedarf an Luftfiltern
- 3 Grundsätzliche Begriffe
- 4 So funktionieren Filter
- 5 Filterprüfung und Filterklassen
- 6 P-Markierung
- 7 Eurovent Zertifizierung
- 8 Umweltschutz- und Energieaspekte (LCC)
- 9 Regen und Feuchtigkeit im Filter
- 10 Entscheiden Sie sich für den richtigen Filter in der richtigen Klasse
- 11 Filteraustausch und Service

1 Luftverunreinigungen



Was sind Luftverunreinigungen?

- Stoffe, die in der Atmosphäre vorkommen, ohne zu deren natürlichen Bestandteilen zu zählen.
- Stoffe, die in der Innenluft vorkommen und sich, vor allem bei erhöhtem Gehalt, schädlich auf Menschen und Material auswirken.



Feste Stoffe: Partikel, Staub, Ruß



Gase und Dämpfe



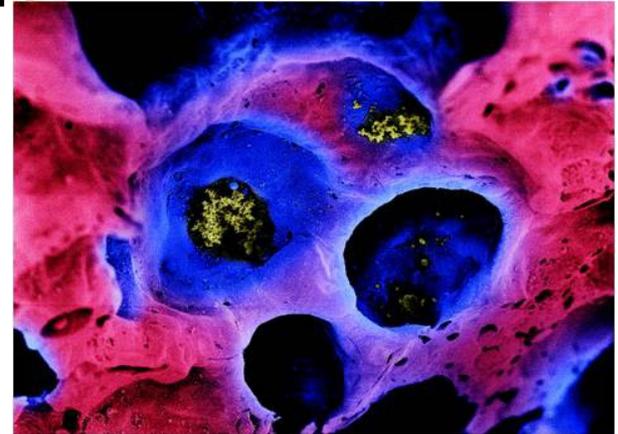
Stoffe in flüssiger Form: Dunst, Tau, Tropfen



Strahlung: zum Beispiel radioaktiv

Luftverunreinigungen richten Schäden in Milliardenhöhe an

- **Krankheiten**
 - Augen, Atmungsorgane, Krebs, Herz- und Gefäßkrankheiten
- **Allgemeine Verschmutzung**
 - Schäden im Inneren des Hauses bei unzureichender Luftreinigung
- **Korrosion und Zersetzung**
 - von Gebäudeteilen und Kunstwerken
- **Schaden in der Natur**
 - Versauerung von Feldern und Gewässern
 - verringertes Wachstum, schlechtere Ernten



Große und kleine Partikel

Feinpartikel	< 2,5 μm
Submikro Partikel	< 1 μm
Ultrafeine Partikel	< 0,1 μm
Nanopartikel	< 0,05 μm (<50 nm)

Wie groß sind diese Partikel?

Versuchen Sie aus einem Flugzeug in 8.000 Metern Höhe einen Gegenstand am Boden zu erkennen!

Ein Stecknadelkopf misst 50 nm

Eine grüne Erbse misst 0,4 μm (EN 779:2002)

Ein Fußball ist möglicherweise als kleiner weißer Punkt mit 20 μm sichtbar

PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Massenkonzentration von Partikeln, Durchmesser kleiner als 2,5 μm

PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Massenkonzentration von Partikeln, Durchmesser kleiner als 10 μm



Copyright Lennart Nilsson PH AB / Camfil Farr

Große und kleine Partikel: Nanopartikel

Definition: Partikel, dessen Größe mindestens in einer Dimension die Größenordnung von 50 nm oder weniger besitzt.

Größenverhältnisse im Vergleich:

Molekül/ Partikel	Durchmesser in nm (0,000001 mm)
Wassermolekül (H₂O)	0,1
DNA-Breite	1
Protein	10
Virus	10 - 100
Bakterien/ - sporen	100 – 10.000
Haar	100.000

Luft und die Politik - CAFE

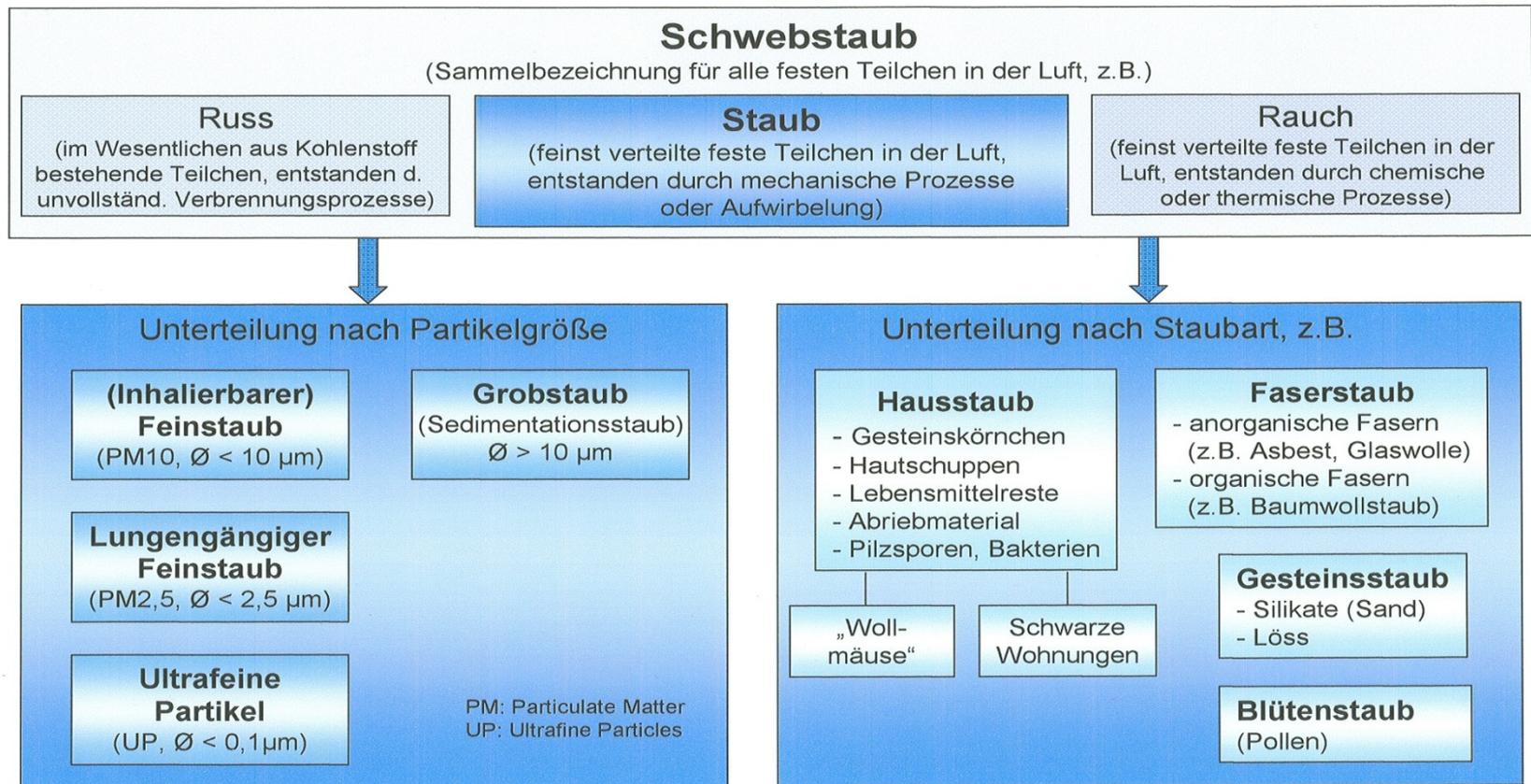


Gegenwärtige Situation

In der EU sterben gegenwärtig etwa **370.000 Menschen** pro Jahr vorzeitig an den Folgen der Luftverschmutzung durch Feinstaub und Ozon.

Nach Szenarien Berechnungen kann sich diese Zahl ohne zusätzliche Maßnahmen im Jahr 2020 auf 290.000 Menschen verringern. Die dadurch verursachten volkswirtschaftlichen Kosten wurden auf **427-790 Mrd. € heute bzw. 189-609 Mrd. € im Jahr 2020** berechnet.

Staubinhalte der Umgebungsluft



Woher kommen die Partikel?

Zwei wichtige Quellen: **Mensch und Natur**

Natur

- Sand und Erde
- Meeresschaum
- Vegetation
- Vulkanausbrüche
- Waldbrände



Menschliche Aktivitäten

- Verbrennung und Erwärmung 29%
- Transporte, Fahrzeuge, Seefahrt, Flugzeuge 33%
- Industrielle Emissionen 38%

Report 4804. Particles in the ambient air as a risk factor for lung cancer: Naturvårdsverket 1997.



Moderne Dieselmotoren – kleine Partikel

- Größe der Dieseltreibstoffpartikel $< 0,3 \mu\text{m}$
- Rußpartikel in Abgasen können betragen $< 0,1 \mu\text{m}$
Sie können direkt in die Blutzirkulation gelangen.*
- Es besteht ein hohes Risiko, PAK*** in den Körper aufzunehmen.
- Abgaspartikel aus modernen Dieselmotoren sind gefährlicher als die aus alten.**

*
Ultrafine Particles Cross Cellular Membranes by Nonphagocytic Mechanisms in Lungs and in Cultured Cells

Marianne Geiser,¹ Barbara Rothen-Rutishauser,¹ Nadine Kapp,¹ Samuel Schürch,^{1,2} Wolfgang Kreyling,³ Holger Schulz,³ Manuela Semmler,³ Vinzenz Im Hof,⁴ Joachim Heyder,³ and Peter Gehr¹

¹Institute for Anatomy, University of Bern, Bern, Switzerland; ²Department of Physiology and Biophysics, Faculty of Medicine, The University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada; ³GSF-National Research Center for Environment and Health, Institute for Inhalation Biology, Neuherberg/Munich, Germany; ⁴Institute of Pathophysiology, University of Bern, Bern, Switzerland

**

Robert Schögl am Fritz-Haber-Forschungszentrum für Molekulare Dynamik

*** PAK Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (unverbrannte Kohlenwasserstoffe)



New Subaru boxer diesel engine

Nanotechnologie auf dem Vormarsch

Allein in Deutschland sollen sich ca. 800 Unternehmen mit Nanotechnologie befassen [UBA 2009]

Es wird ein rasantes Wachstum der Nanotechnologie vorausgesagt. Sie gilt als eine der Schlüsseltechnologien der Zukunft.

- Arbeitsfelder der Nanotechnologie sind:**
- Lebensmittelindustrie
 - Verpackungen
 - Landwirtschaft
 - Reinigungsartikel
 - Kosmetika
 - Textilien
 - Umwelttechnologien
 - Medizin

Partikel in der *Rauminnenluft*

Woher kommen diese Partikel?

Von draußen

- Über Ventilatoren (bei schlechter Filterung)
- Offene Fenster und Türen
- Undichte Gebäude

Innerhalb des Hauses

- Heizen mit Holz
- Kamine und Speisenzubereitung
- Stearinkerzen und Rauchen
- PVC-Material und Weichmacher
- Staubsauger
- Reinigungsmittel
- Luftfeuchtigkeit
- Duftkerzen und Duftspray
- "Eigene Ausdünstungen"
- Büroarbeiten

Partikel in der *Rauminnenluft*

Messung von Partikelemissionen bei bestimmten Aktivitäten

Partikel im Umfang von 20 nm bis ca. 1 μm werden hinsichtlich der maximalen Konzentration gemessen (Anzahl Partikel pro cm^3) in einem Raum von 14 m^2 bei 1,7 fachen Luftaustausch/Stunde (ca. das 3-Fache der normalen Norm).

• Dampfbügeleisen auf Baumwollaken	7.200
• Duftspray	29.900
• Duftkerzen	69.600
• Stearinkerzen	241.500
• Elektrische Heizplatte (abklingend nach 6 Min.)	111.500
• Radiator (abklingend nach 11 Min.)	218.400
• Staubsauger mit Beutel	21.400
• Zigarettenrauch	213.300
• Zubereitung von Braten	150.900

ein Würfel = 1 cm^3
1 cm^3 = 0,001 l



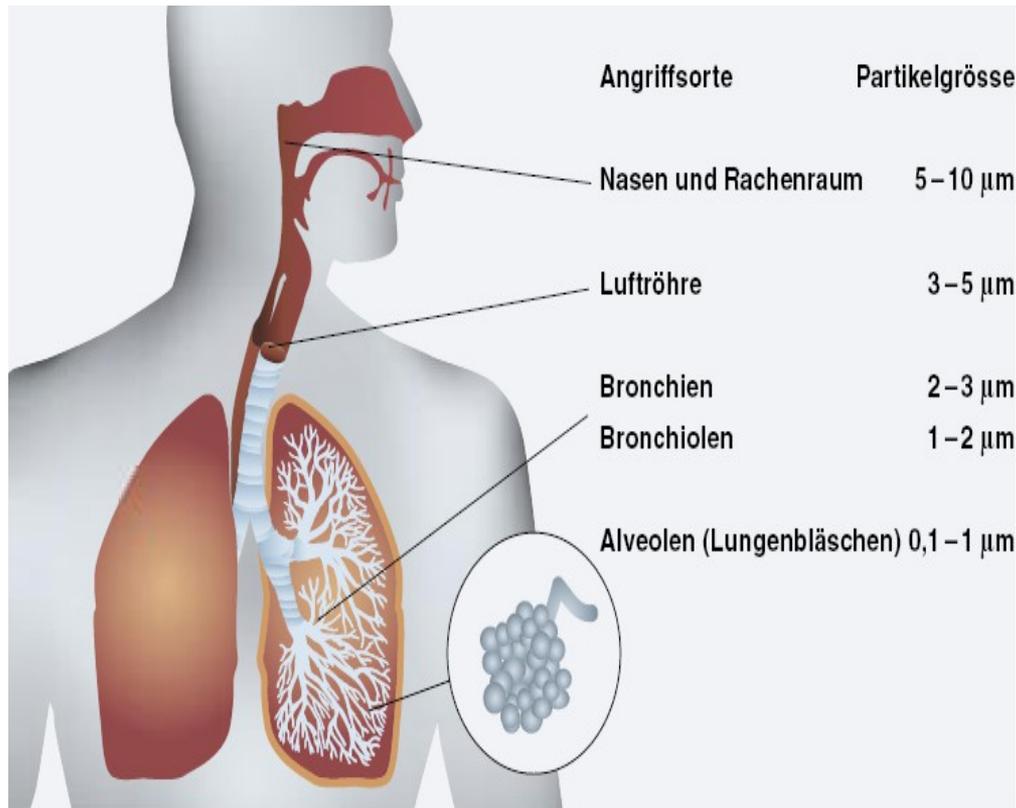
Partikel beinhalten häufig andere Stoffe, die für die Gesundheit schädlich sind.

Verhältnismäßig harmlose Partikel sind oft
schädlicher, als man es für möglich hält.



Kleine Partikel sind häufig
gesundheitsschädlicher als
große.

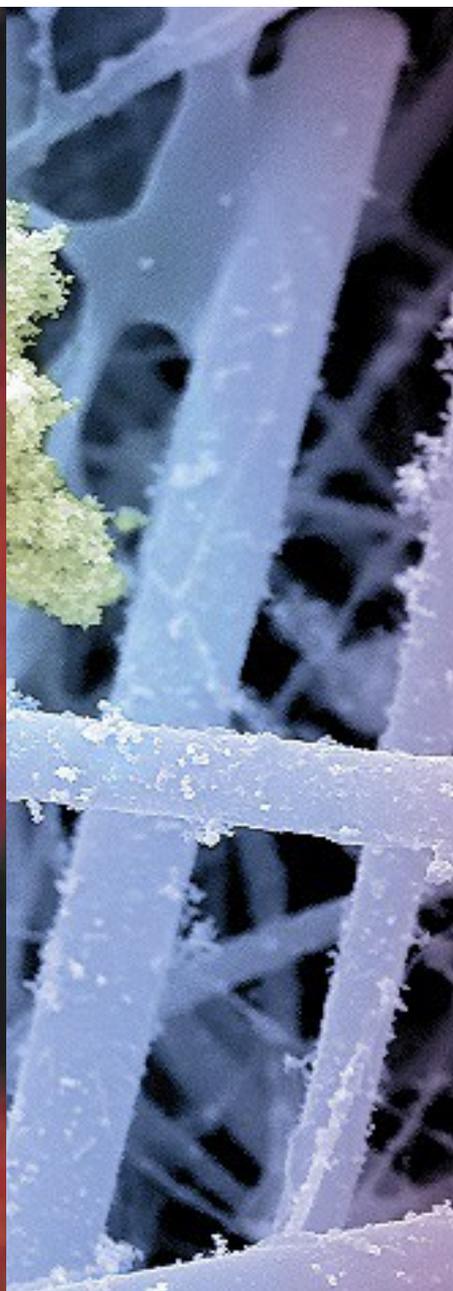
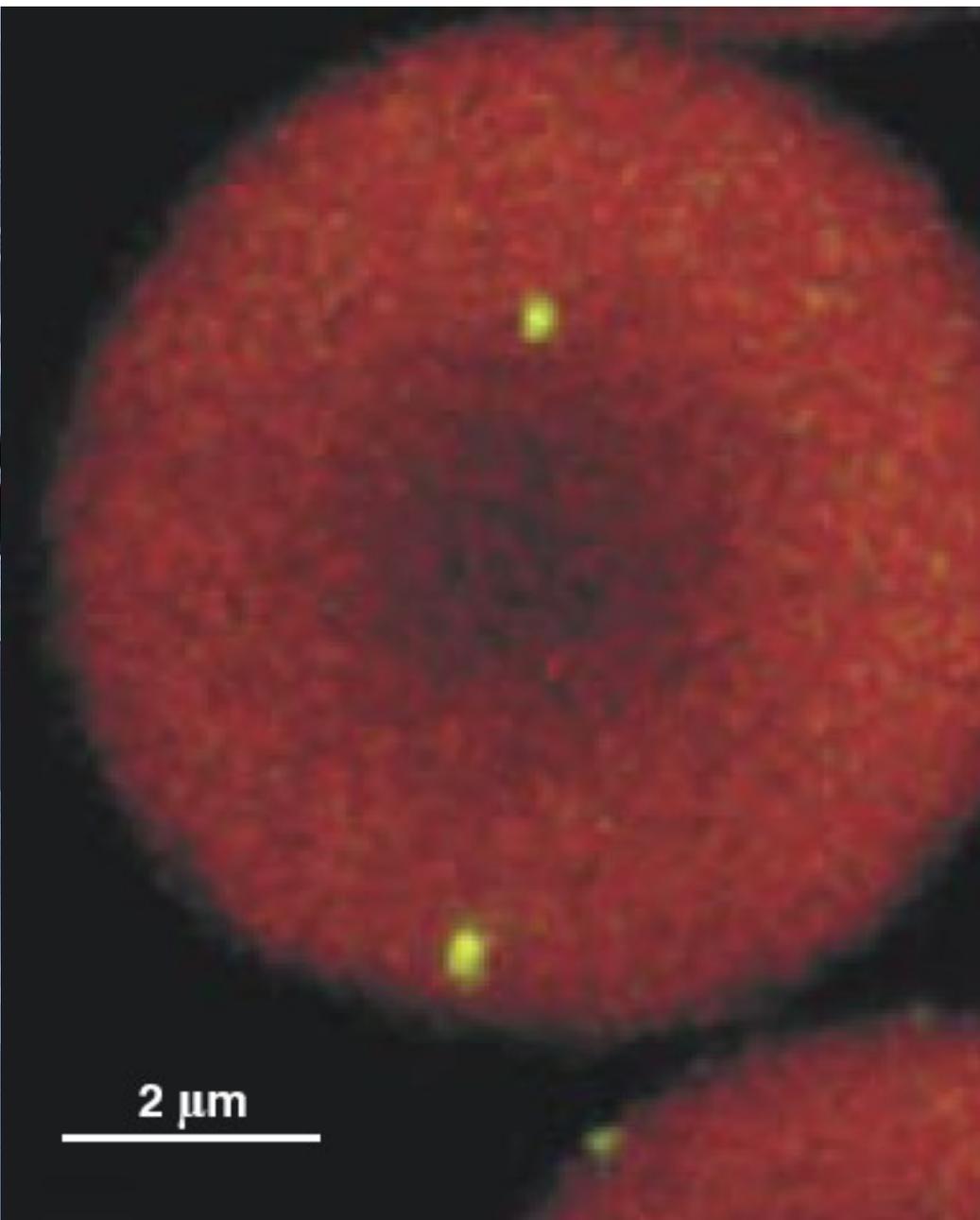
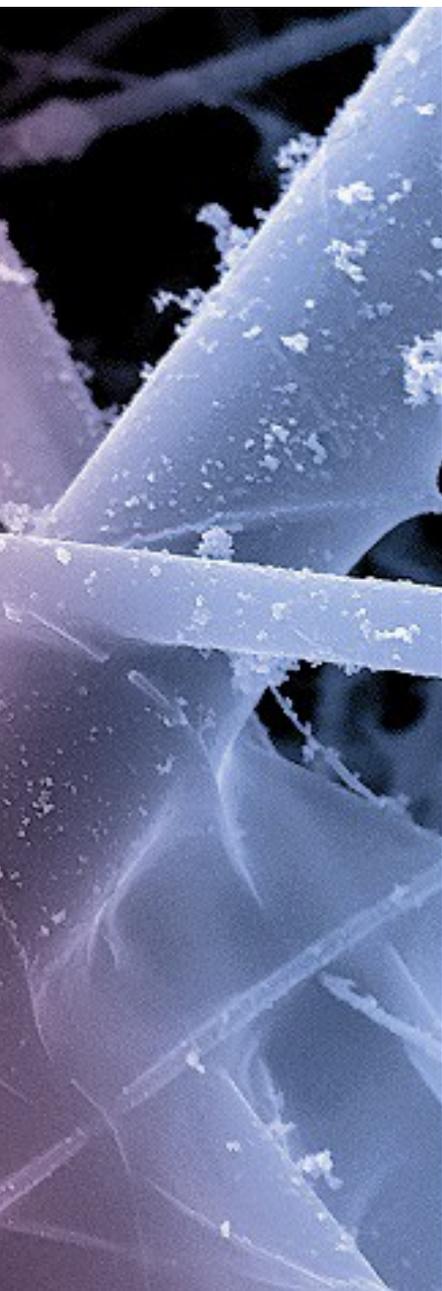
Abscheidung von Partikeln



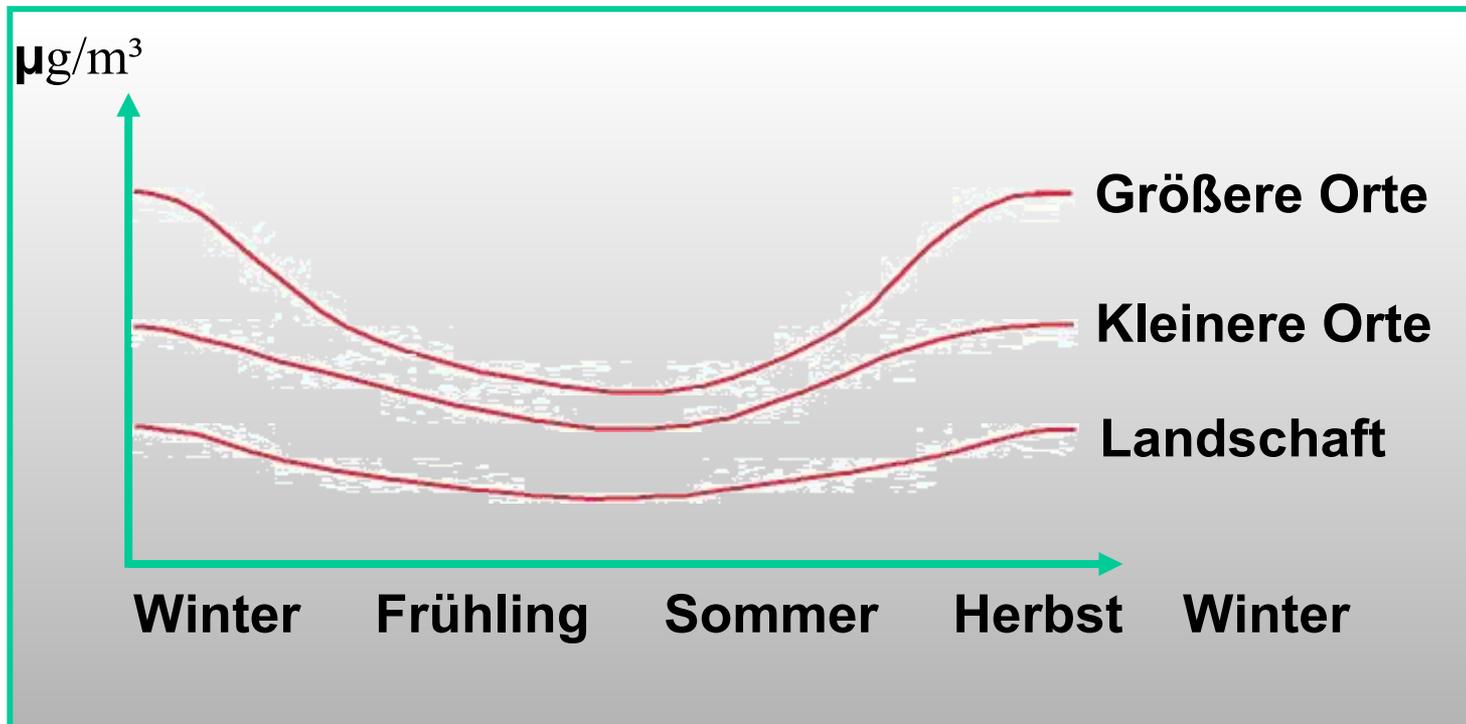
In stark verschmutzten Gebieten inhaliert der Mensch mit jedem Atemzug etwa 50 Milliarden Partikel.

Je kleiner die Partikel, desto gefährlicher die Wirkung.

Angriffsorte des Feinstaubs in den Atemwegen: Je kleiner die Partikel, desto tiefer dringen sie in das Lungensystem ein.



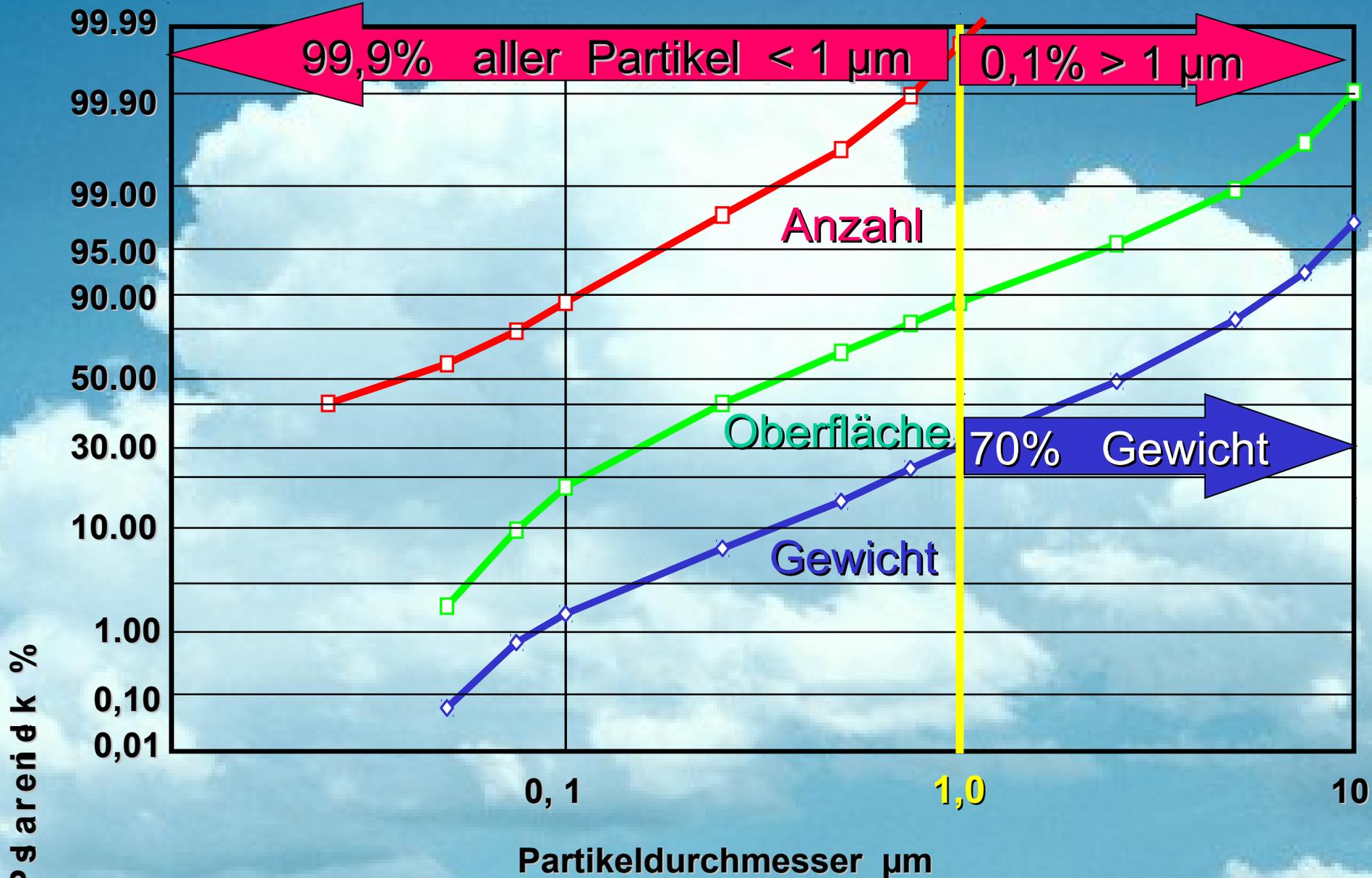
Variierende Staubmengen in der Luft



Der Staubgehalt variiert je nach Jahreszeit und Standort.
Ungefähre Entwicklung im Laufe des Jahres.

Partikelverteilung des atmosphärischen Staubes

Prof. K.T. Whitby



Woher kommen Gase und Dämpfe?

Gase entstehen bei unzähligen chemischen Prozessen in Verbindung mit der Natur und menschlichen Aktivitäten:

Nützliche und
ungefährliche:

Gerüche

- Früchte und Blumen
- eine festliche Mahlzeit

Unerwünschte und schädliche
Gase:

- Industrielle Prozesse
- Strom- und Wärmeproduktion
- Verbrennungsmotoren
- Sekundäre Reaktionen in der
Atmosphäre
- Abgase von künstlich
hergestellten Materialien

*Diese Auflistung lässt sich
erweitern*



2. Bedarf an Luftfiltern



Filter schützen Menschen



Der Mensch isst etwa 1 kg Speisen und trinkt 2 – 3 kg (Liter)

Flüssigkeit, atmet aber etwa 20 bis 30 kg Luft am Tag.



Luftaustausch wird
beibehalten



Umluftreiniger mit Mikrofilter
verbessern die
Rauminnenluftqualität (IAQ)



Schlechte Innenluft wird
entlüftet und durch gefilterte
Außenluft ersetzt.



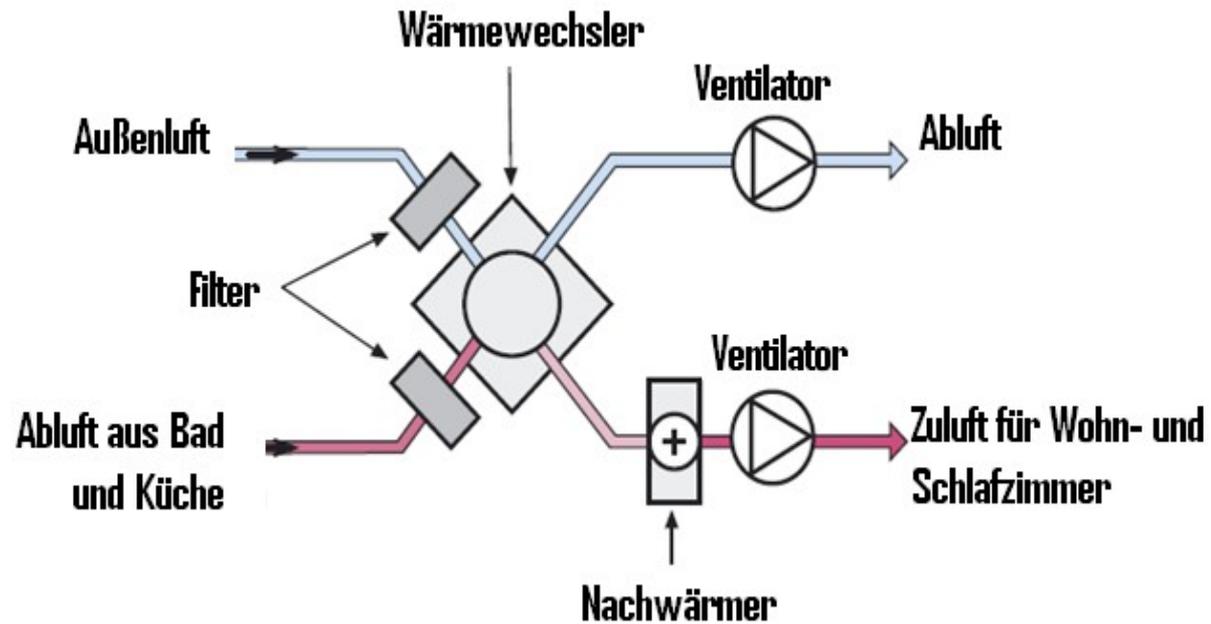
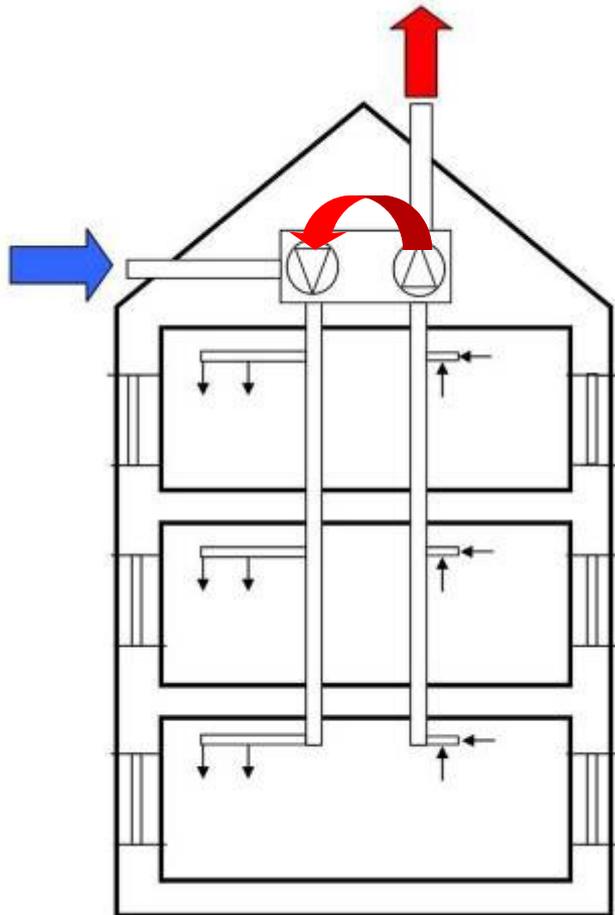
Filter schützen auch in besonderen
Situationen, zum Beispiel bei
chirurgischen Operationen.

Wir halten uns bis zu 90 Prozent des Tages in geschlossenen Räumen auf. Eine gute Rauminnenluftqualität (IAQ) ist wichtig für Gesundheit und Lebensqualität!

Sehen Sie sich die Luft mit ...Partikelzähler an dem...

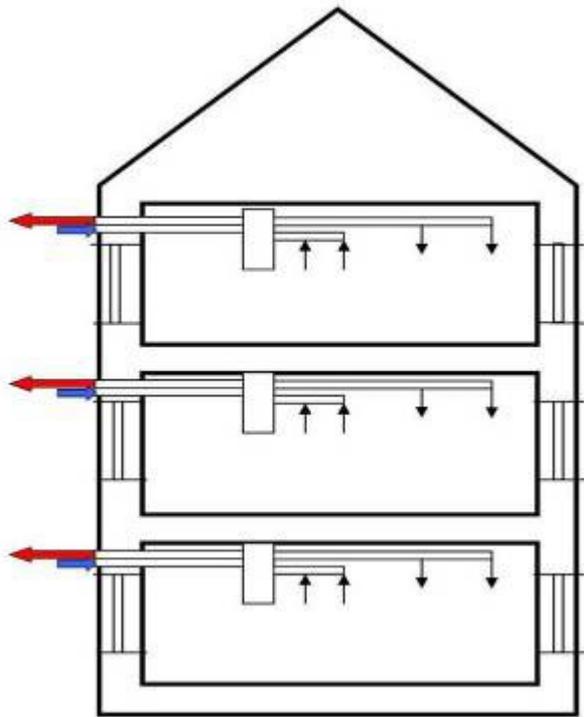


Nachwärmer wird aktiviert....



Quelle: Catarina Warfvinge, Lunds Tekniska Högskola och Bengt Dahlgren AB

Eine 0,2 mm Staubschicht auf den Lamellen des Wärmetauschers mindert den Temperaturwirkungsgrad von 80 auf 78 %



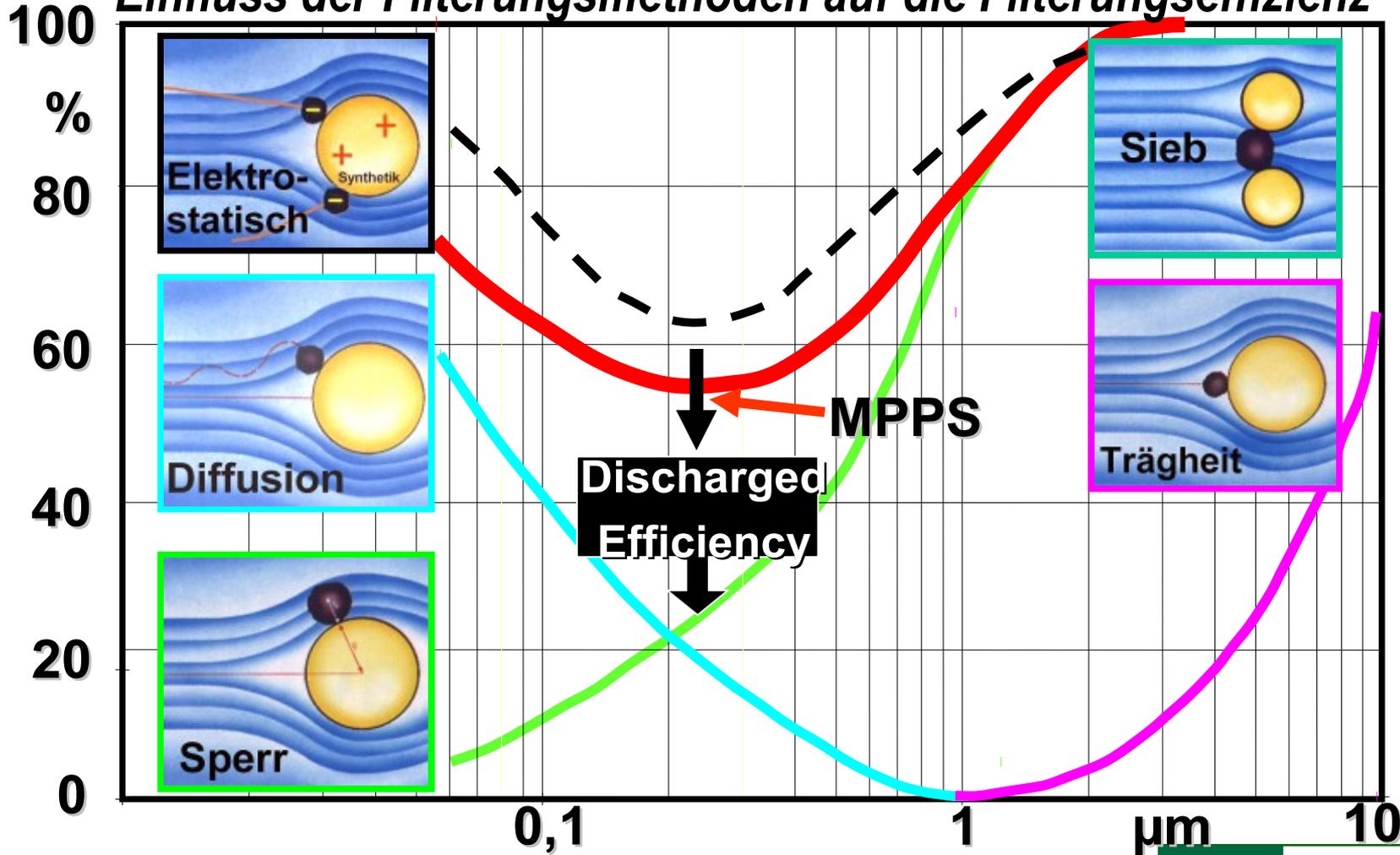
- Wird der Wärmetauscher erneut mit Staub bedeckt, sinkt die Wärmerückgewinnung um die Hälfte
- " Das „kostet“ 1.700 kWh/Jahr pro Wohneinheit!

4 So funktioniert ein Luftfilter

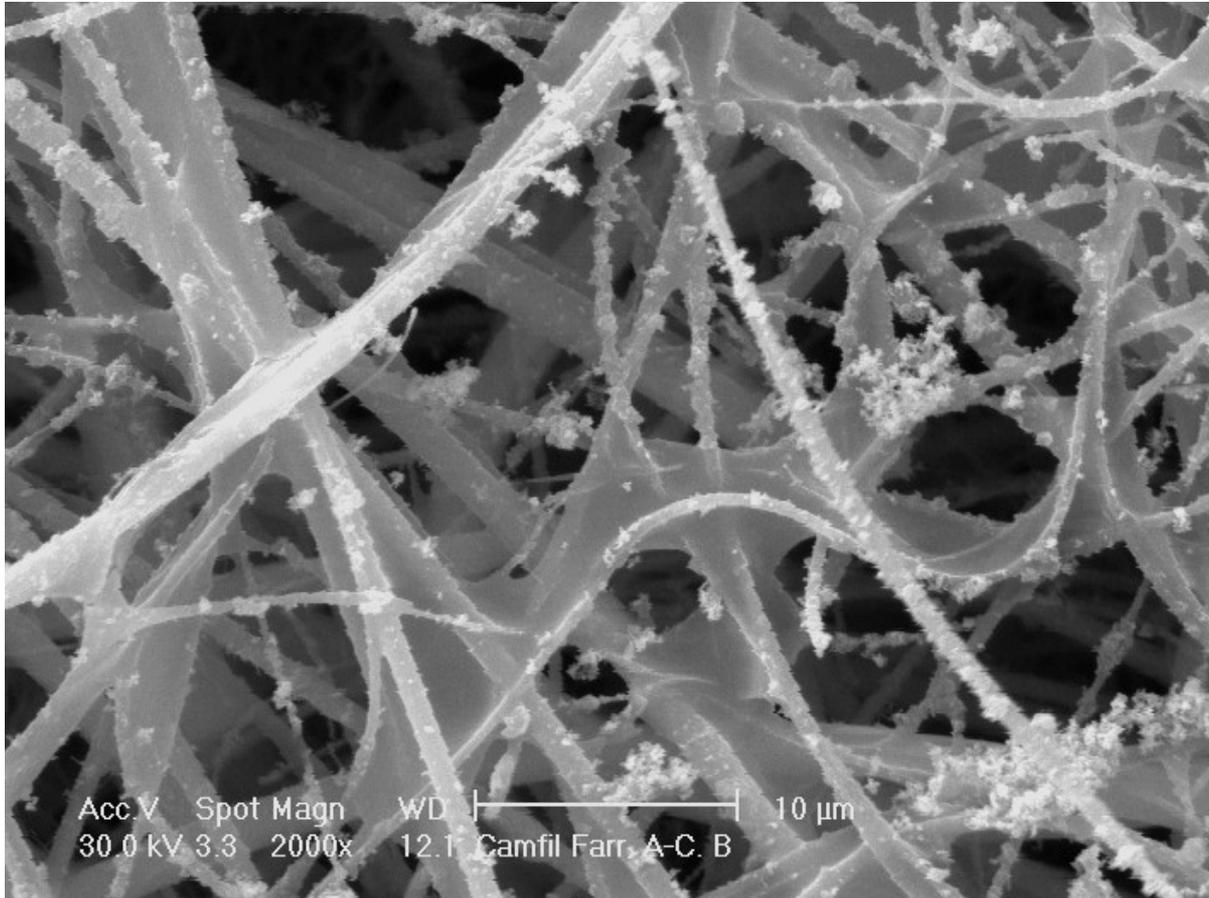


Kombinierte Filterungseffekte

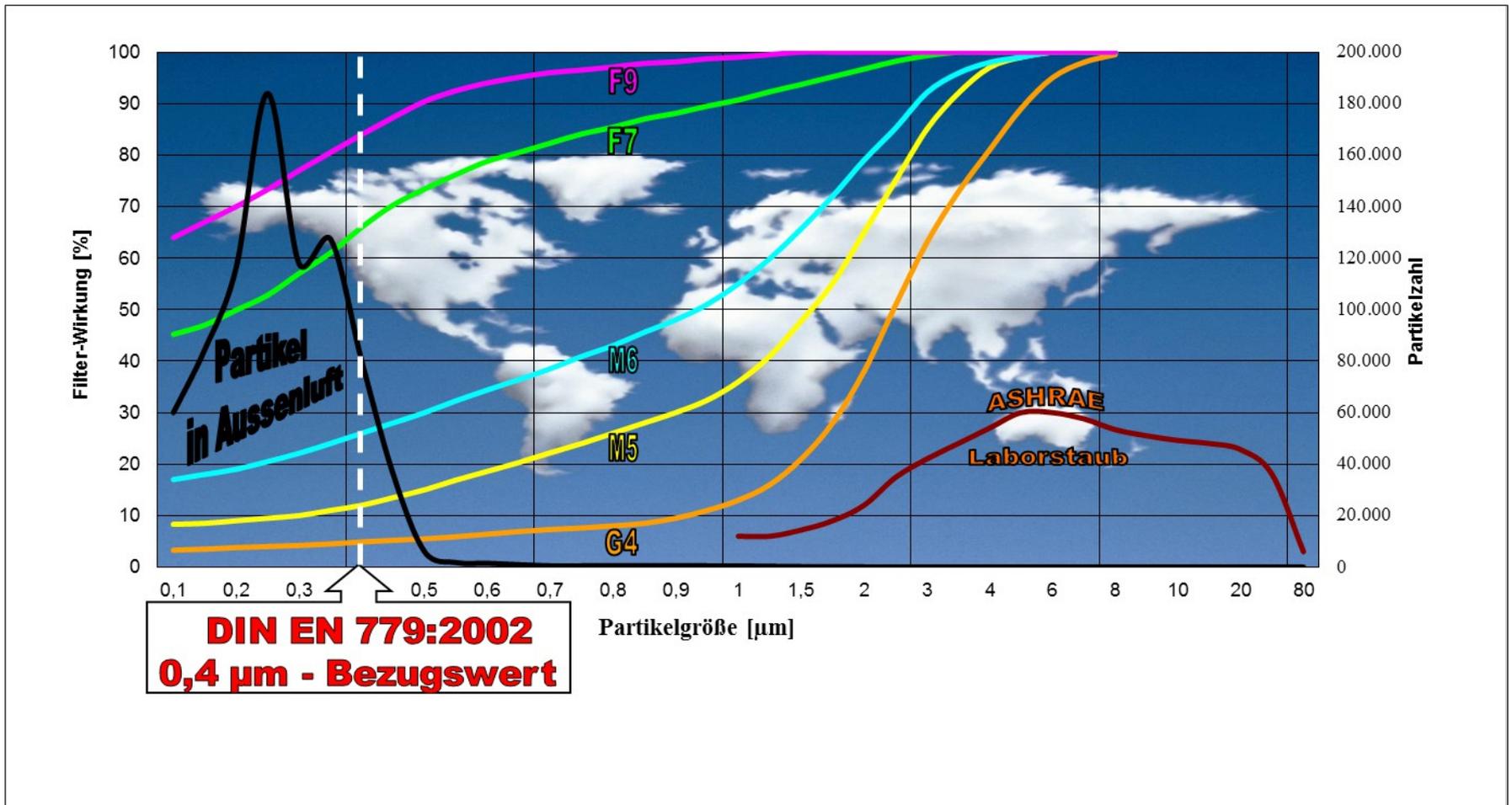
Einfluss der Filterungsmethoden auf die Filterungseffizienz



Dünne Fasern – kleine Partikel!



Partikel - Verteilung in der Atmosphäre



Kohlefilter mit Komfortventilation

- Kombinationsfilter für sowohl Partikel als auch Gase. Partikelfilter in F7, kombiniert mit RAD-Kohle für ein breites Spektrum von Gasen.
- Dieses ist ideal zur Anwendung an Stellen, wo normalerweise Taschenfilterapplikationen zu finden sind.
- Geringe Konzentrationen von Gasen und Gerüchen
- Geeignet bei Neuinstallationen und Erweiterung von Systemen, die bereits mit Filtern mit Standardabmessungen ausgestattet sind.



5 Filterprüfung und Filterklassen



Test von Grob- und Feinfiltern

Aktuelle Norm

In Europa gilt
EN 779 : 2012

Neuer Standard EN779: 2012

Table 1— Classification of air filters¹⁾

Group	Class	Final test pressure drop Pa	Average arrestance (A_m) of synthetic dust %	Average efficiency (E_m) of 0,4 μm particles %	Minimum Efficiency ²⁾ of 0,4 μm particles %
Coarse	G1	250	$50 \leq A_m < 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq A_m < 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq A_m < 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq A_m$	-	-
Medium	M5	450	-	$40 \leq E_m < 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq E_m < 80$	-
Fine	F7	450	-	$80 \leq E_m < 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq E_m < 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq E_m$	70

NOTE

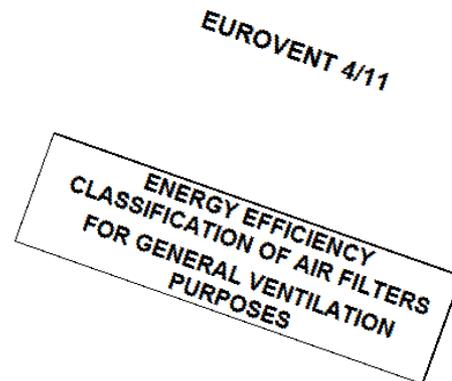
¹⁾ The characteristics of atmospheric dust vary widely in comparison with those of the synthetic loading dust used in the tests. Because of this the test results do not provide a basis for predicting either operational performance or life. Loss of media charge or shedding of particles or fibres can also adversely affect efficiency.

²⁾ Minimum efficiency is the lowest efficiency among the initial efficiency, discharged efficiency and the lowest efficiency throughout the loading procedure of the test.

7 Eurovent Energieklassen Zertifizierung

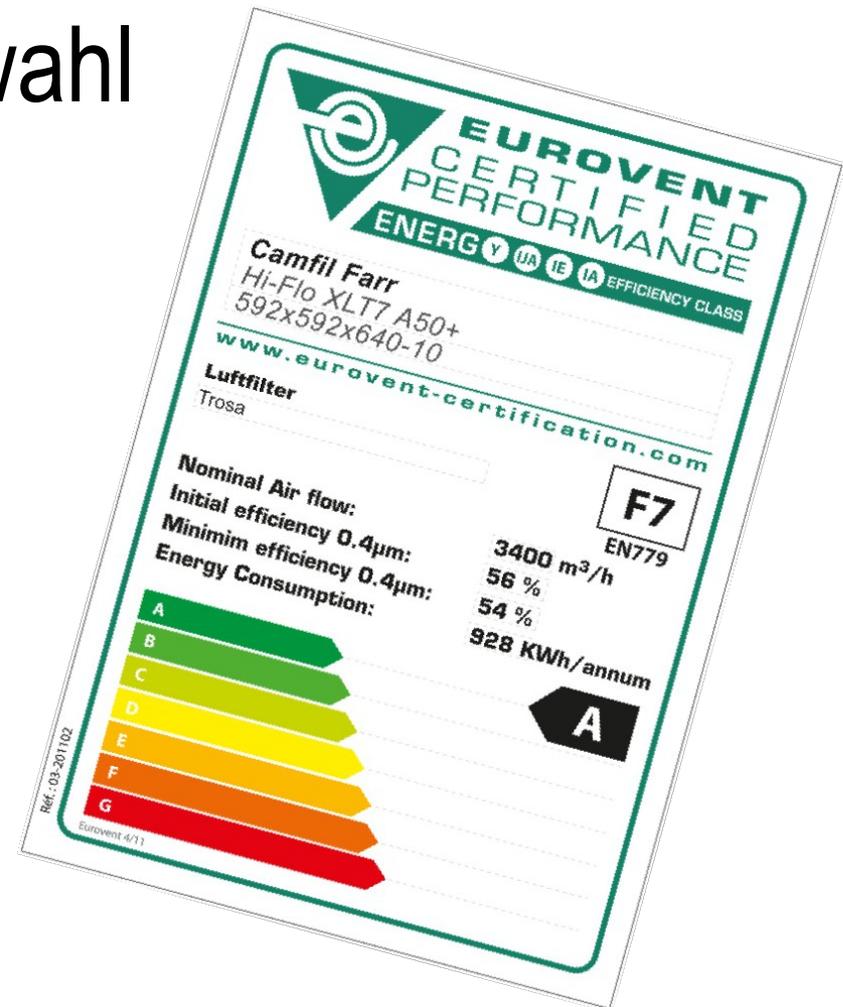


Ein Teil des EUROVENT Zertifizierung - Programm für Feinfilter



Vereinfachte Filterauswahl

”Niedriger
Energieverbrauch in
Kombination mit einer
guten
Rauminnenluftqualität”



9 Regen und Feuchtigkeit im Filter



Regen und Feuchtigkeit beeinträchtigt das Ventilationssystem

- Die Filterfunktion wird gestört oder behindert
 - Korrosionsschäden im Ventilationssystem
 - Mikrobiologisches Wachstum im Filter und in anderen Bauteilen
 - Gefahr schädlicher Mikroben, die mit der Luft in den Raum gelangen
 - Der Druckabfall im Filter führt zu einem höheren Energieverbrauch des nachfolgenden Ventilator
- Siehe Diagramm im nächsten Bild!**

So machen Sie es richtig

Schützen Sie das Klimagerät und den Luftfilter

- Platzieren Sie die Aussenluftansaugung in einer günstigen Wetterrichtung.
- Verwenden Sie effektiven Wetterschutz mit Dränage.
- Verwenden Sie Vorfilter und Kompaktfilter Klasse F7 - F9.
- Führen Sie eventuell eine Vorerwärmung der Luft durch.

*Die relative Luftfeuchtigkeit (RH) sollte 90 % niemals übersteigen.
Der Mittelwert für drei Tage sollte niedriger als 80% RH sein*

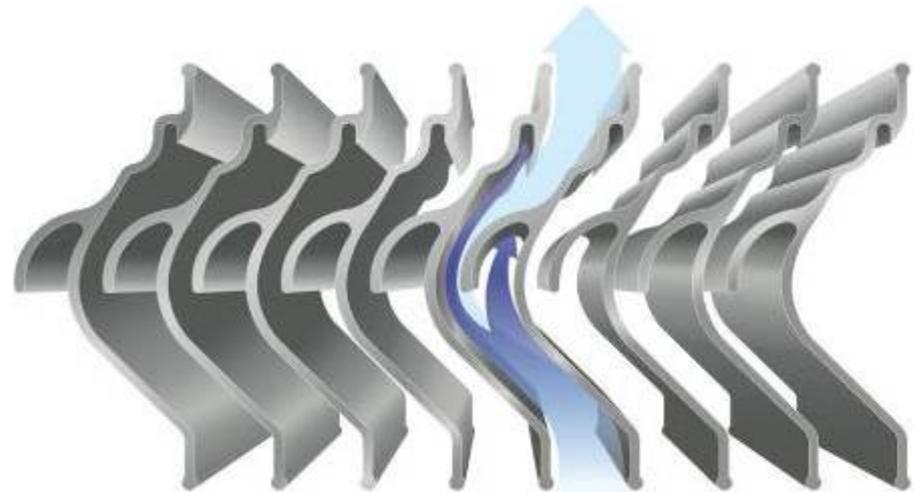
Eine gute Lösung!

Witterungsschutz



Dränage

Senkrechte Aluminiumprofile



11 Filteraustausch und Service



Wann sollen Filter ausgetauscht werden?

Das Ventilationssystem stellt grundsätzliche Anforderungen.

- *Das Ventilationssystem ist für einen bestimmten Enddifferenzdruck über dem Filter vorgesehen.*
- *Wird dieser Enddifferenzdruck überschritten, reduziert sich der Luftvolumenstrom ins lokale System bei einer konstanten Ventilator Drehzahl.*
- *Bei drehzahlregulierten Ventilatoren entstehen höhere Kosten für Betriebsenergie.*
- *Der Differenzdruck wird durch Manometer oder Druckgeber überwacht.*



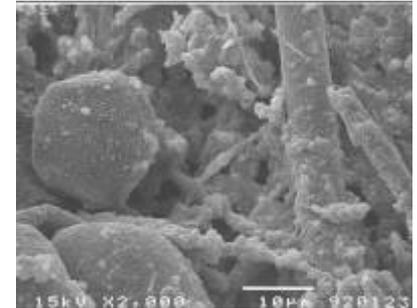
Wann sollen Filter ausgetauscht werden?

Medizinische und hygienische Erwägungen:

- *Der im Filter angesammelte Staub enthält schädliche Stoffe. Diese Stoffe können im schlimmsten Fall zu Problemen führen, wenn sie in Räume und ins Kanalsystem gelangen.*
- *Vermeiden Sie mikrobielles Wachstum im Luftfilter durch regelmäßigen Filteraustausch - mindestens einmal im Jahr.*
- *Dies gilt unabhängig davon, ob der Enddifferenzdruck erreicht wurde oder nicht.*

Mikrobielles Wachstum: *Bakterien, Schimmel, Sporen etc., die im Filter entstehen und zunehmen.*

Zur Erinnerung!



Filter enthalten schädliche Luftverunreinigungen

Entsorgen Sie verschmutzte Filter fachgerecht, um Staubentwicklung zu vermeiden.

Schwermetalle

Bakterien

Schimmel



PAK

PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)

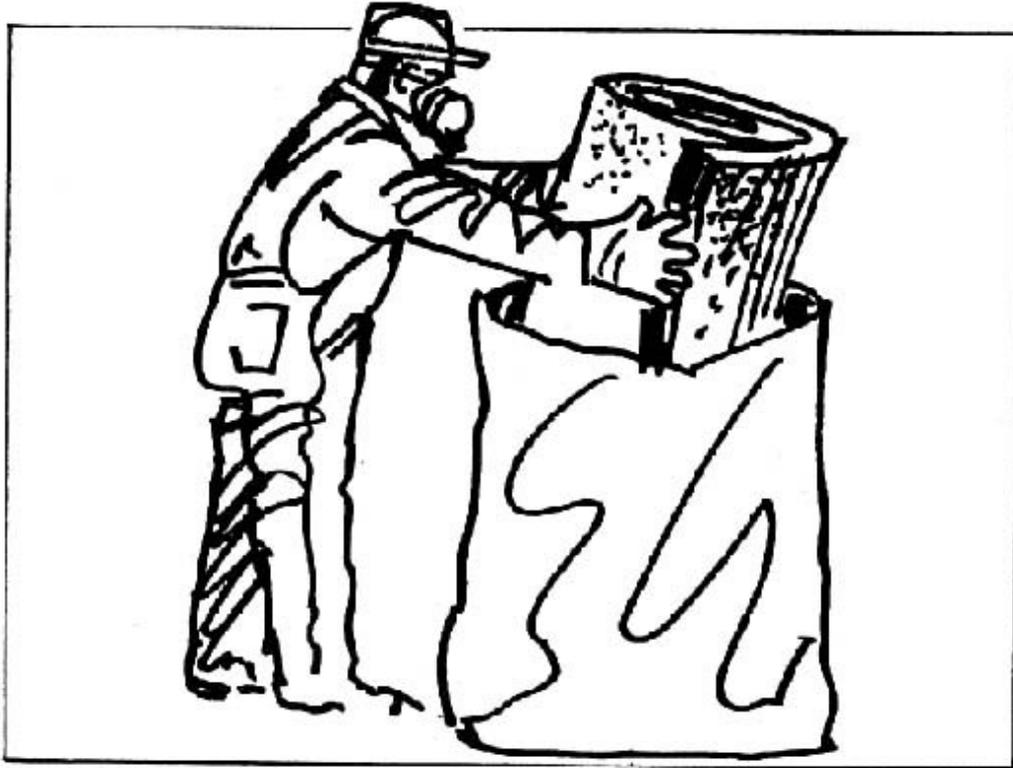
Umgang mit verbrauchten Filtern



- Aufgrund des Gehalts an PAH sowie anderer Verunreinigungen wird empfohlen, beim Filteraustausch stets eine Gesichtsmaske (Klasse FFP2, EN149:2001) und Handschuhe sowie evtl. Schutzkleidung zu tragen.
- Unmittelbar nach Entnahme schmutziger Filter werden diese in verschließbarer Verpackung wie Kartons oder Papp- oder Plastiksäcken verpackt. Dabei sind Plastiksäcke zur Wiederverwertung von Vorteil, so dass der Karton komplett zur Wiedergewinnung verwendet werden kann (REPA)

Staubentwicklung vermeiden

Entsorgen Sie verschmutzte Filter unmittelbar nach der Entnahme in:



- Großen verschließbaren Kunststoff- oder Papiersäcken.
- Kartonverpackung separat entsorgen. (REPA)

Zusammenfassung



Was wir über Luftfilter gelernt haben

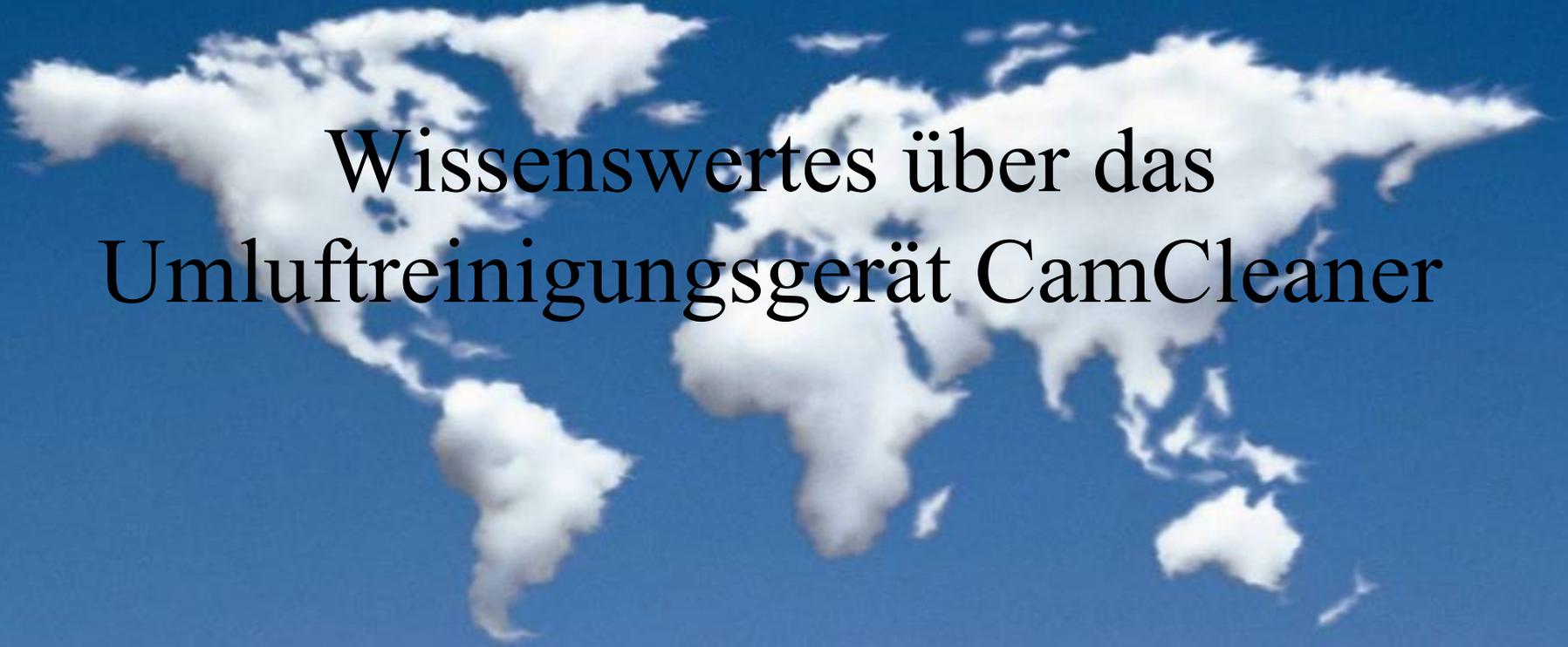
Die wichtigsten Erkenntnisse

- à Luftfilter spielen eine entscheidende Rolle für IAQ.
- à Filter schützen große Werte zu angemessenen Kosten.
- à Entscheiden Sie sich für Filter mit einer "hohen Filterklasse".
- à Richtiger Luftvolumenstrom und richtige Luftgeschwindigkeit sind wichtig.
- à Verwenden Sie möglichst getestete Filter mit EUROVENT- Kennzeichnung.
- à Senken Sie den Energieverbrauch durch niedrigen Anfangs- und Enddifferenzdruck.
- à Achten Sie beim Filteraustausch auf Sicherheit und Service.

Fragestunde



Sie haben das Wort....



Wissenswertes über das Umluftreinigungsgerät CamCleaner

von Dipl. Ing. Horst Wilkens

© Camfil Farr 2012

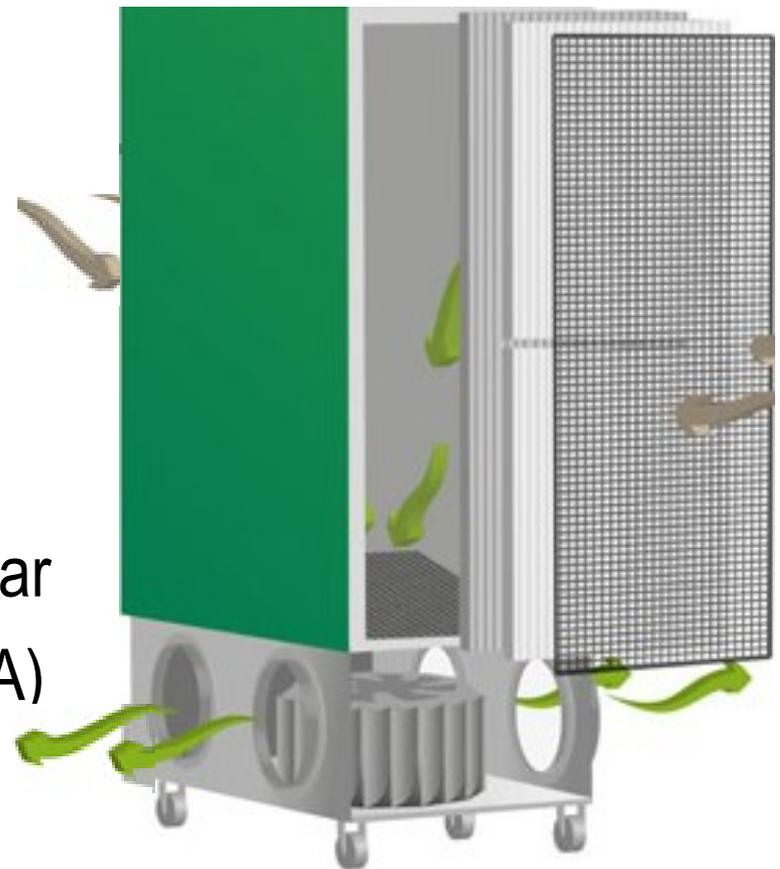
Analyse der Rauminnenluftqualität (IAQ)

- Camfil IAQ – Screening
 - Erfassung Partikelbelastung im Raum
 - Erfassung chemische Zusammensetzung der Partikel
- Camfil IAQ – Analyse
 - Darstellung der Luftqualität im Raum
- Camfil Gigacheck
 - Erfassung Molekulareverunreinigungen im Raum



Aufbau eines Luftreinigungsgerätes

- Zwei Ansaugöffnungen
- 1. Filterstufe EPA Filter E11
- 2. Filterstufe Molekularfilter
- Radialventilator stufenlos regelbar
- Schalleistungspegel ab 32 dB (A)



Einsatzbereiche der Umluftreinigungsgeräte

CamCleaner 300

- Mobiles Gerät
- Kleine Räume
 - Wohnzimmer
 - Schlafzimmer
 - Kinderzimmer
 - Büro in der Wohnung



CamCleaner 800

- Mobiles Gerät
- Große Räume
 - Wohnungen
 - Einfamilienhäuser
 - Büros
 - Klassenzimmer
 - Öffentliche Räume



Fragestunde



Sie haben das Wort....