

# Ist saubere Luft ein Menschenrecht ?

von Dipl. Ing. Horst Wilkens

© Camfil Farr 2012

# Themen:



- 1 Luftverunreinigungen
- 2 Bedarf an Luftfiltern

# 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

# Was sind Luftverunreinigungen?

Aktuell: radioaktive Strahlung



Cäsium 137; Ordnungszahl 55

- Natürliches Vorkommen mit 0,0006 % Massenanteil der Erdhülle
- Radioaktives Isotop:  $^{137}\text{Cs}$
- Halbwertzeit: 30,2 Jahre
- Schmelzpunkt: 28,7 °C
- Siedepunkt: 671 °C

# Was sind Luftverunreinigungen?

Aktuell: radioaktive Strahlung



Freisetzung von Cäsium 137 Cs

- Max. Strahlungsintensität: 2 mSv/a
  - » Fukushima am 15.03.2011: 1000 mSv/h
  - » Flugbegleiter max.: 20 mSv/a
- Jedes Partikel wird zum Strahler
- Jedes Molekül wird zum Strahler
- Jeder Gegenstand, der mit einem verstrahltem Partikel belegt wird, wird zum Strahler

# Was sind Luftverunreinigungen?



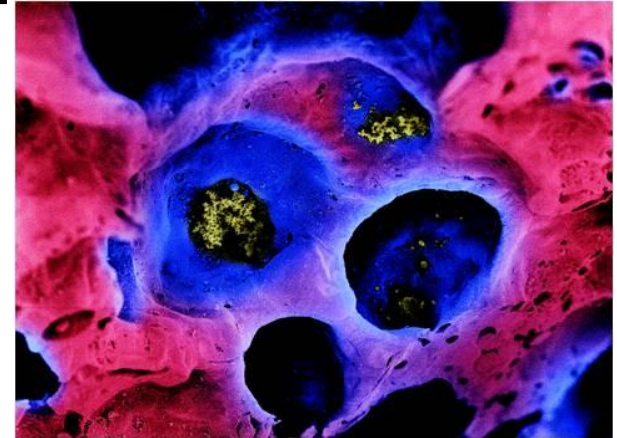
Aktuell: radioaktive Strahlung

Freisetzung von Cäsium 137 CS

- Kontamination
  - An- bzw. Ablagerung der Staubpartikel
- Dekontamination
  - » Reinigen der Oberflächen
  - » Abwaschen der Haut; keine Beschädigung der Haut, somit wird ein Eindringen „die Exposition“ verhindert
- **Exposition**
  - Aufnehmen der Staubpartikel in den Körper
- **Dekontamination**
  - » **In den meisten Fällen nicht möglich**

# 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 $\mu\text{m}$
Submikro Partikel	< 1 $\mu\text{m}$
Ultrafeine Partikel	< 0,1 $\mu\text{m}$
Nanopartikel	< 0,05 $\mu\text{m}$ (<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  $\mu\text{m}$  (EN 779:2002)**

**Ein Fußball ist möglicherweise als kleiner weißer Punkt mit 20  $\mu\text{m}$  sichtbar**

**PM<sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

**Massenkonzentration von Partikeln, Durchmesser kleiner als 2,5 $\mu\text{m}$**

**PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

**Massenkonzentration von Partikeln, Durchmesser kleiner als 10 $\mu\text{m}$**



Copyright Lennart Nilsson PH AB / Camfil Farr

# Große und kleine Partikel: Nanopartikel

**Definition:** Partikel, dessen Größe mindestens in einer Dimension die Größenordnung von 100 nm oder weniger besitzt.

Größenverhältnisse im Vergleich:

<b>Molekül/ Partikel</b>	<b>Durchmesser in nm (0,000001 mm)</b>
<b>Wassermolekül (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>0,1</b>
<b>DNA-Breite</b>	<b>1</b>
<b>Protein</b>	<b>10</b>
<b>Virus</b>	<b>10 - 100</b>
<b>Bakterien/ - sporen</b>	<b>100 – 10.000</b>
<b>Haar</b>	<b>100.000</b>

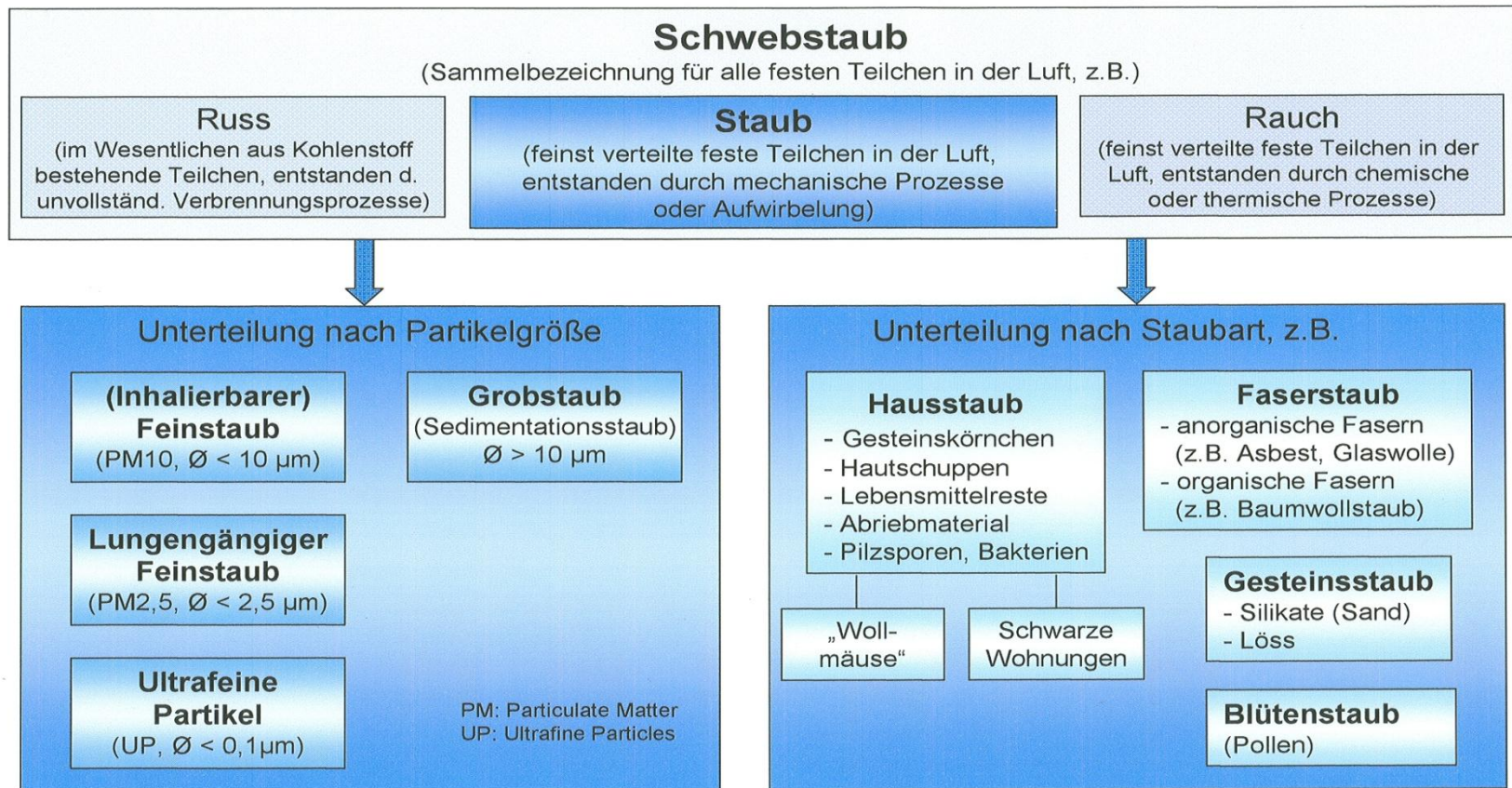
# Partikel und Gesundheit

## Neueste Forschung und Studien



- Umweltbericht 2010
  - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
- EnVIE, Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects, Februar 2009
  - EnVIE = 'European co-ordination action for IAQ and Health Effects' (2004-2008) funded by the EC DG RTD in the context of the 6th Framework Research Programme
- Quantification of population exposure to  $PM_{2,5}$  and  $PM_{10}$  in Sweden 2005, IVL B1792
  - IVL, Schwedisches Umweltinstitut, 2009
- Effect of filtration efficiency on indoor particle concentrations
  - Artikel VTT, 2009; Ilpo Kulmala, Aimo Taipale, Matti Lehtimäki and Risto Ruotsalainen.
- Möglichkeiten zur Erzielung besserer IAQ durch Verbesserung der Filtration und der Qualität der Zuluft unter der Berücksichtigung der Nanopartikel oder Ultrafeinen Partikel
  - Healthy buildings 2006, Camfil Farr; Lennart Karlsson, Ulf Johansson

# 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,<sup>1</sup> Barbara Rothen-Rutishauser,<sup>1</sup> Nadine Kapp,<sup>1</sup> Samuel Schürch,<sup>1,2</sup> Wolfgang Kreyling,<sup>3</sup> Holger Schulz,<sup>3</sup> Manuela Semmler,<sup>3</sup> Vinzenz Im Hof,<sup>4</sup> Joachim Heyder,<sup>3</sup> and Peter Gehr<sup>1</sup>*

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

# Beispiele der Einsatzgebiete von Nanopartikeln

Lebensmittelindustrie: Als Lebensmittelzusatz; in Verpackungen; als Verarbeitungshilfe

Bsp.: Nano-Siliziumdioxid wird als Rieselhilfe in pulvrigen Lebensmitteln eingesetzt. [Bund]

---

Kosmetika: Als Make-Up oder Sonnenschutzcreme

Bsp.: Viele Sonnenschutzcremes beinhalten Nano-Titandioxid- oder Nano-Zinkoxidpartikel – sie reflektieren wie Milliarden kleinster Spiegel das Sonnenlicht. [Bund]

---

Medizin: Medikamente; nanobeschichtete med. Hilfsmittel; verbesserte Diagnostik; neue Therapien; Implantate

Bsp.: Magnetische Nano-Eisenoxidpartikel soll das Tumorgewebe durch elektromagnetische Schwingungen erhitzen, was zum Absterben der Krebszellen führt. [Bund]



# 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  $\mu\text{m}$  werden hinsichtlich der maximalen Konzentration gemessen (Anzahl Partikel pro  $\text{cm}^3$ ) in einem Raum von 14  $\text{m}^2$  bei 1,7 fachen Luftaustausch/Stunde (ca. das 3-Fache der normalen Norm).

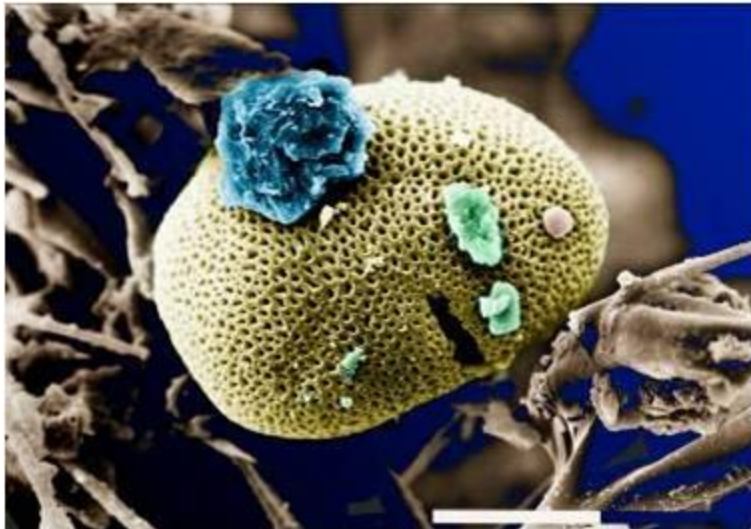
• Dampfbügeleisen auf Baumwollaken	7.200
• Duftspray	29.900
• Duftkerzen	69.600
• Stearinkerzen	241.500
• Elektrische Heizplatte (abklingend nach 6 Min.)	111.500
• Radiator (abklingend nach 11 Min.)	218.400
• Staubsauger mit Beutel	21.400
• Zigarettenrauch	213.300
• Zubereitung von Braten	150.900

ein Würfel = 1  $\text{cm}^3$   
1  $\text{cm}^3$  = 0,001 l



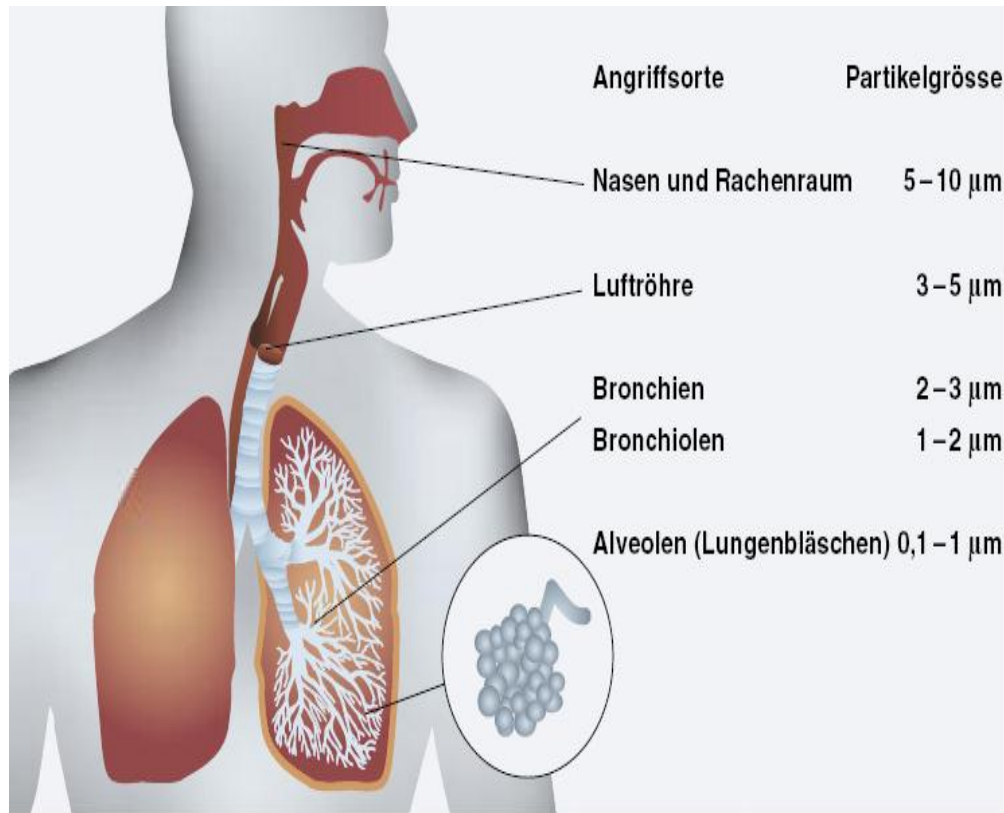
# Partikel beinhalten häufig andere Stoffe, die für die Gesundheit schädlich sind.

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



Kleine Partikel sind häufig gesundheitsschädlicher als große.

# Abscheidung von Partikeln



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

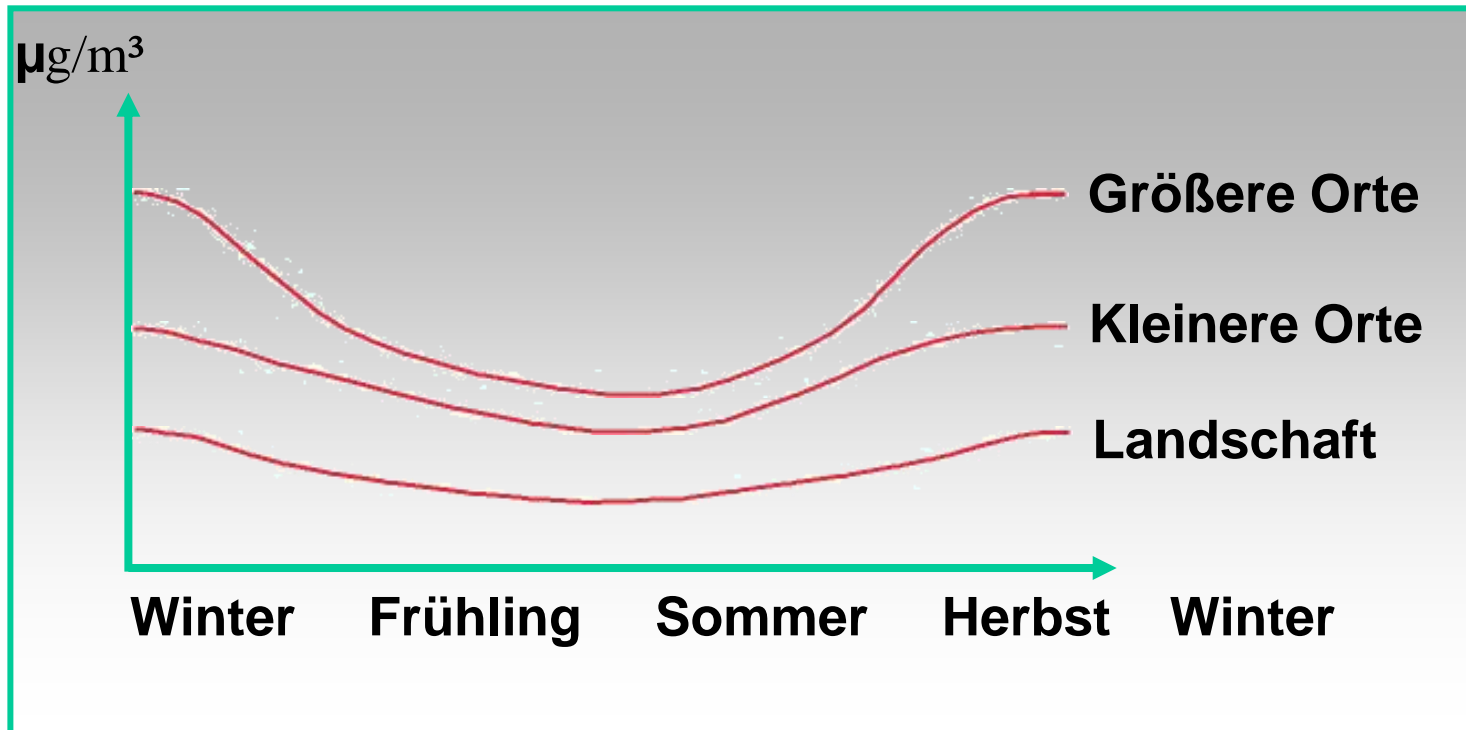
**In stark verschmutzten Gebieten inhaliert der Mensch mit jedem Atemzug etwa 50 Milliarden Partikel.**

**Je kleiner die Partikel, desto gefährlicher die Wirkung.**

# Gesundheitliche Risiken durch Nanopartikel

- Es ist noch weitestgehend ungeklärt, welchen Einfluss Nanopartikel auf die Gesundheit und die Umwelt haben.
- Ein Gesetz, das ihren Einsatz regelt, gibt es nicht.  
Es gibt keine Kennzeichnungspflicht.
- Nanotubes stehen in Verdacht, ähnliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu haben wie Asbest (Lungenkrebs).
- Das Umweltbundesamt empfiehlt weiterhin, die Verwendung von Produkten, die Nanomaterialien enthalten oder frei setzen können, im Sinne eines vorsorgenden Umweltschutzes zu vermeiden, so lange ihre Wirkungen in der Umwelt und auf die menschliche Gesundheit noch weitgehend unbekannt sind.

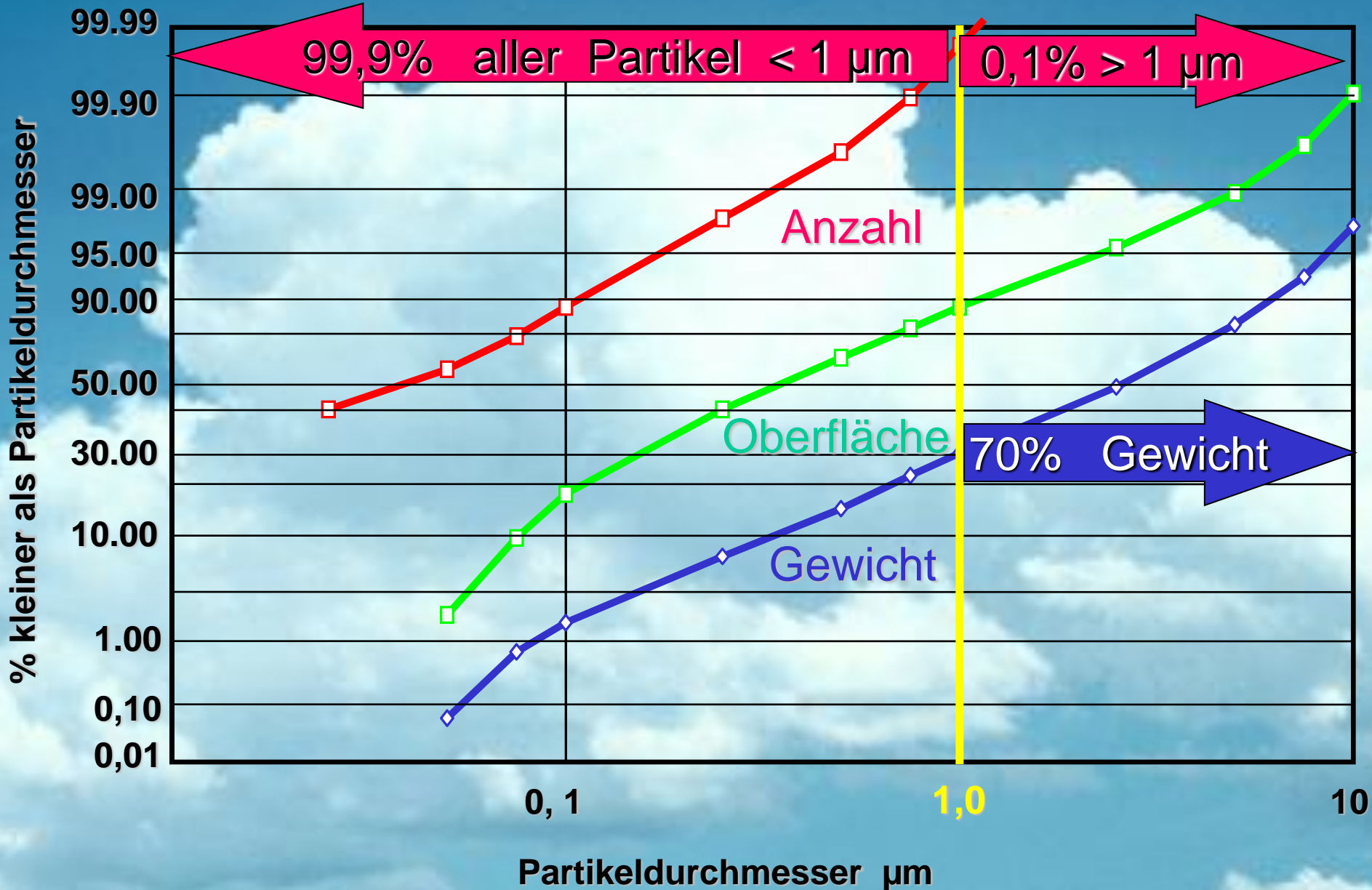
# Variierende Staubmengen in der Luft



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

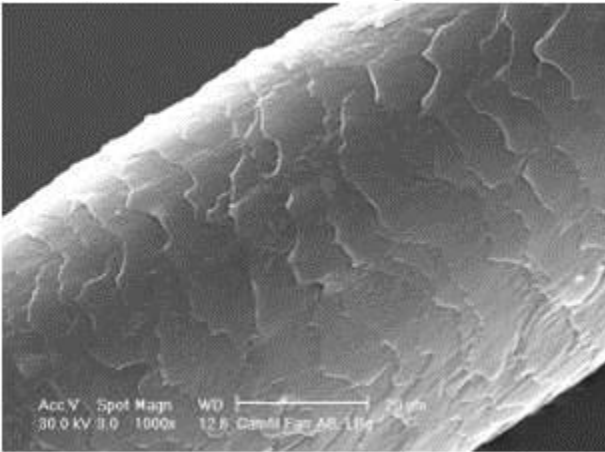
# Partikelverteilung des atmosphärischen Staubes

Prof. K.T. Whitby

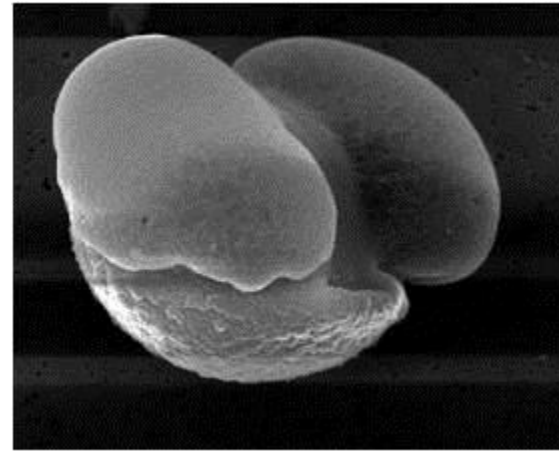


# Unterschiedliche Partikel in unserer Umgebung

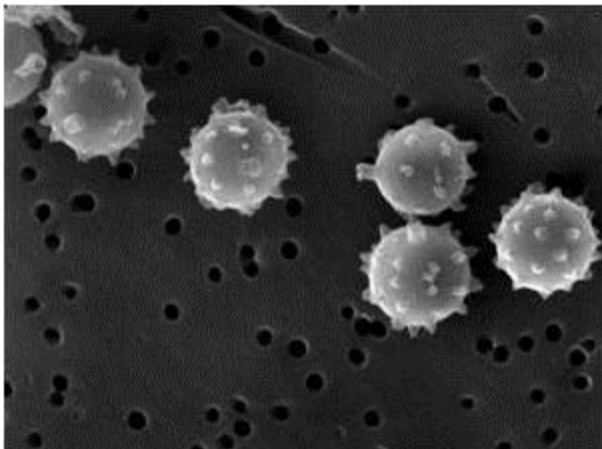
Haar, ca 70 $\mu$ m



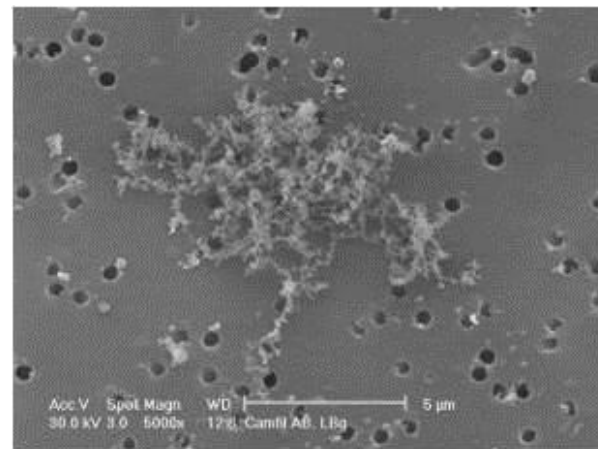
Pollen, ca 20-100 $\mu$ m



Sporen, 3-50 $\mu$ m

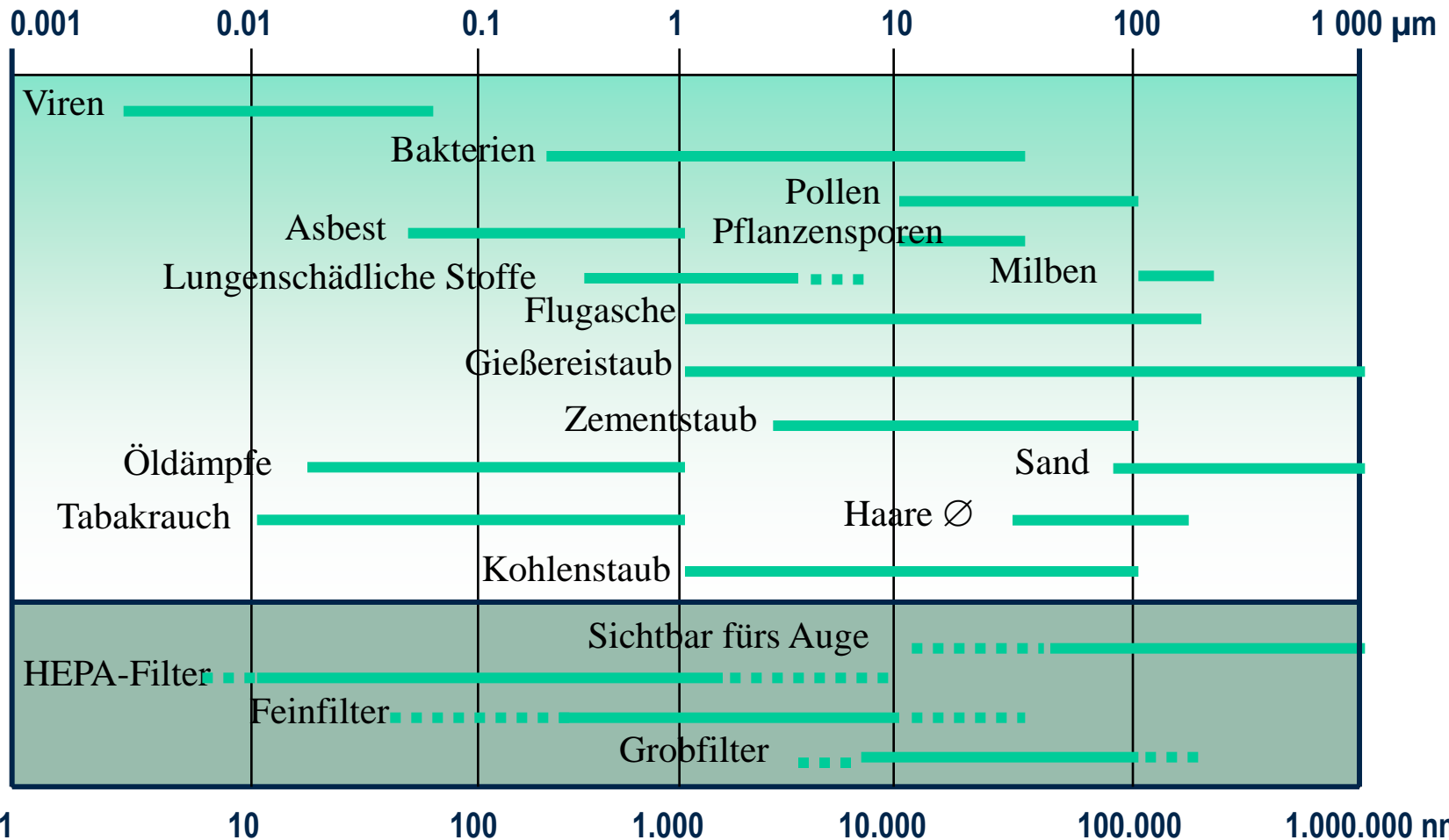


Luftstaub < 1 $\mu$ m





# Größe verschiedener schwebender Stoffe



QUELLE : ASHRAE Handbuch

# 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

*Diese Auflistung lässt sich  
erweitern*



Unerwünschte und schädliche  
Gase:

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

# Woher kommen Substanzen in Flüssigkeiten?

Dunst, Nebel und Tropfen bilden sich auf natürlichem Weg, können sich aber auch in höheren Konzentrationen durch von Menschen verursachte Luftverunreinigungen entstehen.

---

Ungefährlich:

- Wasser
- Wasserdampf
- Natürlicher Nebel

(Wasserdampf kondensiert auf ungefährlichen mikroskopischen Partikeln)

Unerwünscht und schädlich :

- Smog (Rauch und Nebel)

# Woher kommt Strahlung?

Strahlung befindet sich in der Natur, kann aber auch durch chemische Reaktionen freigesetzt werden.

---

Unterschiedliche Strahlungstypen. Gefahr abhängig von Anwendung und Konzentration.

Ex. Gammastrahlung:

Ionisierende Strahlung:

- Alphastrahlung
- Betastrahlung
- Gammastrahlung
- Neutronenstrahlung
- Röntgenstrahlung

Negativ:

- Verändert Moleküle – möglicherweise krebsverursachend

Positiv:

- Sterilisiert Instrumente
- Tötet Bakterien in Lebensmitteln, Fleisch, Eiern, Gemüse, Marshmallows usw.
- Bekämpft Krebs – konzentrierte Strahlung

## 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.



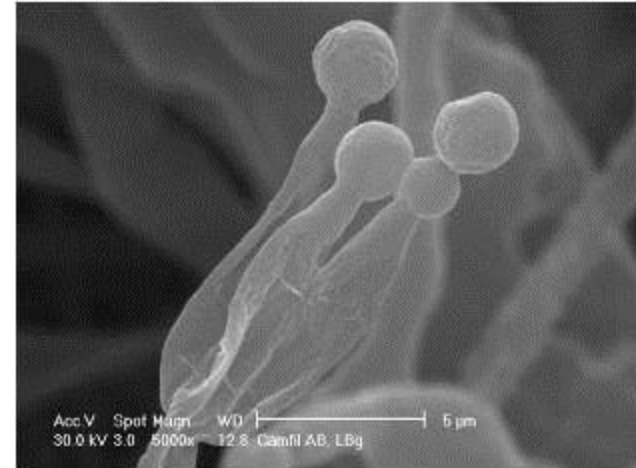
Filter schützen auch in besonderen Situationen, zum Beispiel bei chirurgischen Operationen.

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...



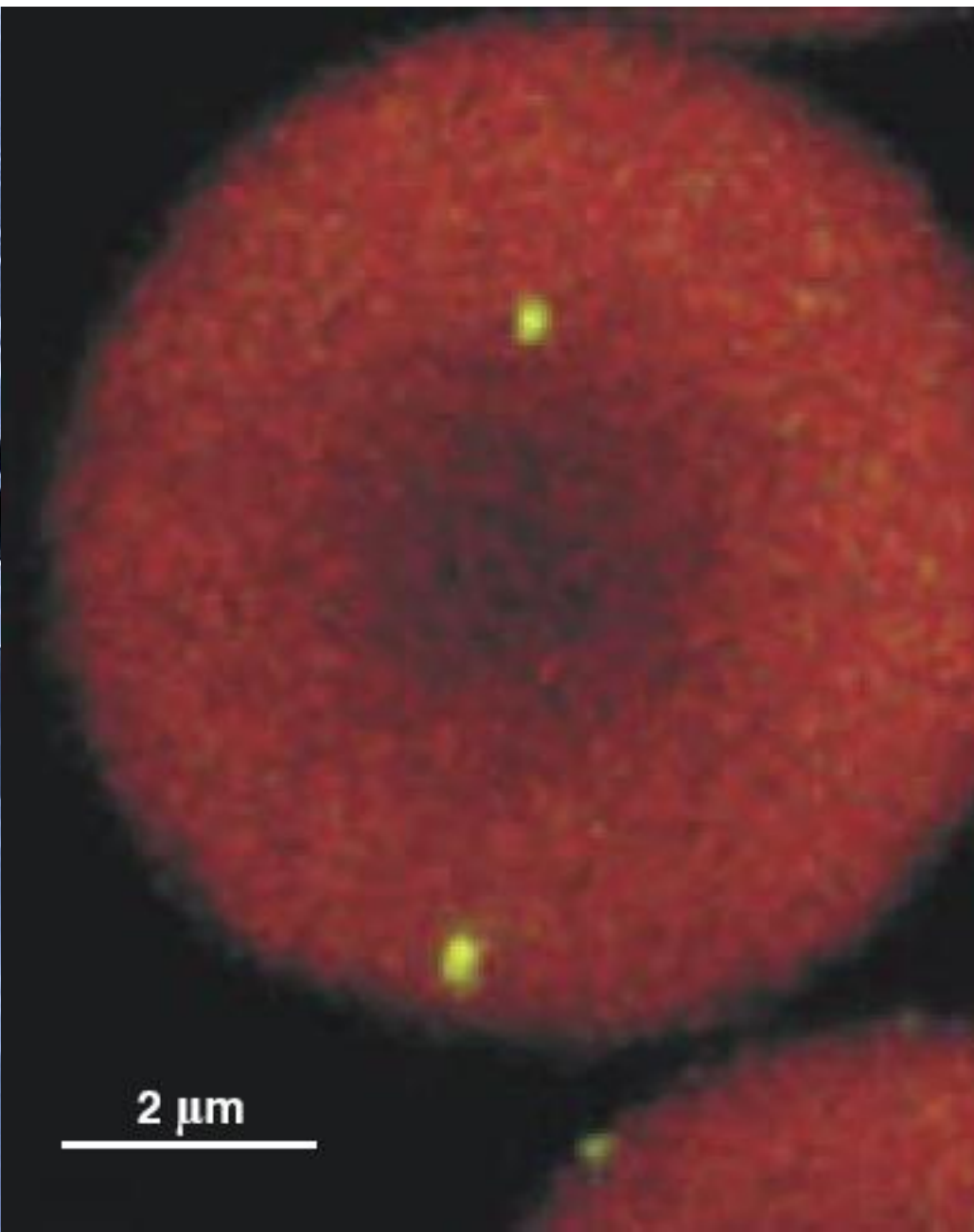
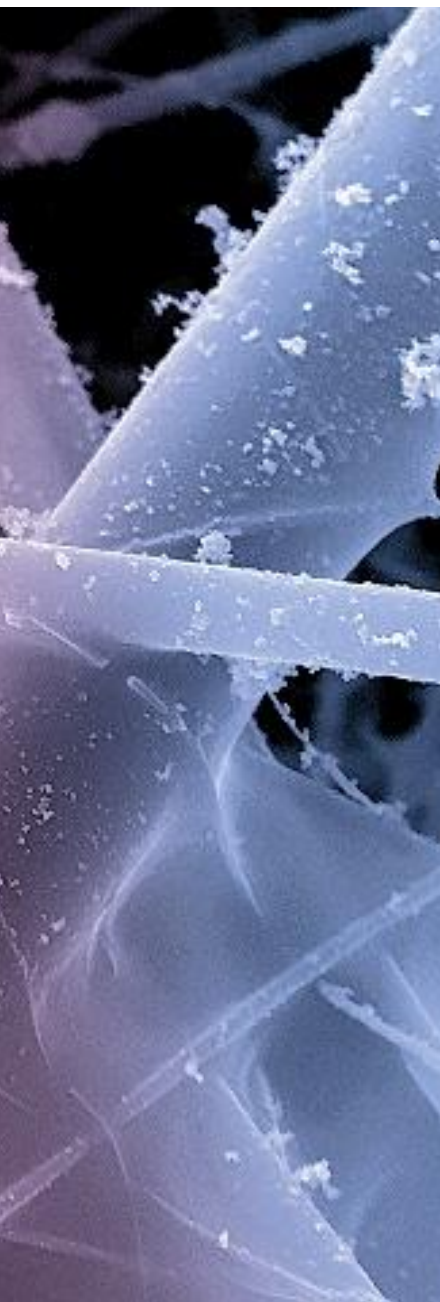
# Messung mit dem Hüllenelektronenmikroskop (SEM)



- Hüllenelektronenmikroskop (SEM)
- Messfilter zeigt den Partikelgehalt der Luft
- Identifiziert Schimmelsporen, Staub und biologisches Material
- Verbesserungen in Schulen und Krankenhäusern







# Bedeutung gefilterter Luft

**Atmosphärische Luft – 100.000 m<sup>3</sup>/h nach 1 Jahr**

**ungefiltert**  
**= Absolut**

**mit Luftfilter**  
**G3**

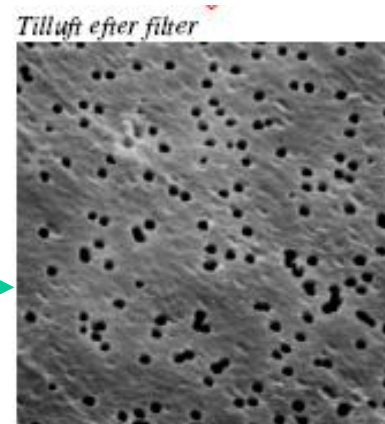
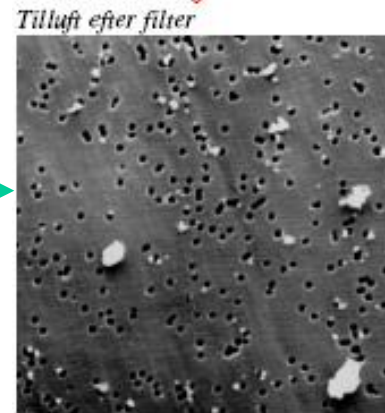
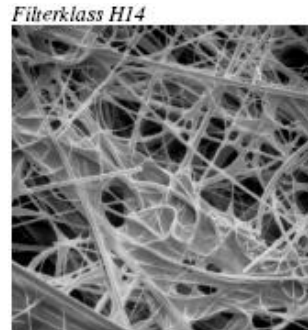
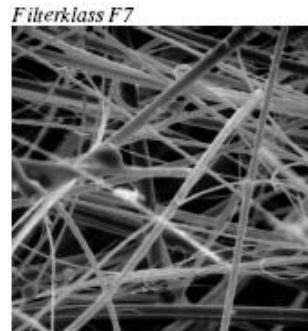
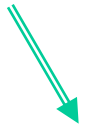
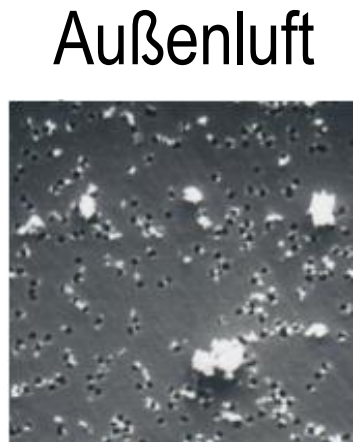
**F6**

**F7**

**H13**



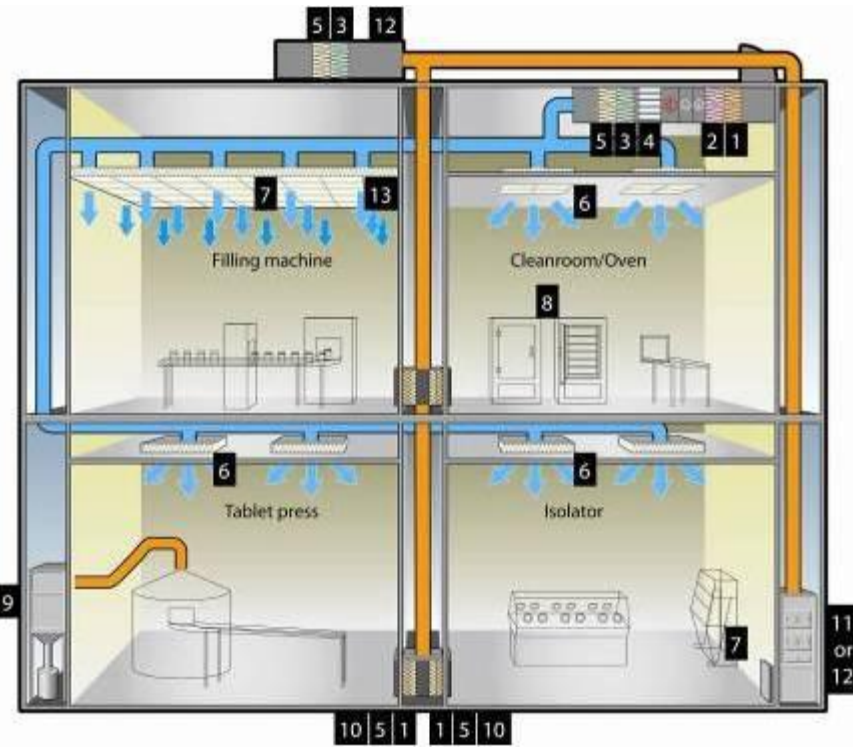
# Abscheideeffekt von Partikelfiltern



# Filter schützen Prozesse und Abläufe

**Luftfilter werden benötigt, um**

- ✱ Betriebsstörungen zu vermeiden
- ✱ Mängel an Fertigprodukten zu vermeiden
- ✱ Objekte in Museen, Kunstgalerien, Bibliotheken usw. zu schützen
- ✱ Die Reinigung von Räumen zu reduzieren



# Filter schützen Ventilationssysteme

Wenn Filter fehlen oder schlecht funktionieren, setzt sich Staub in den Systemen fest.

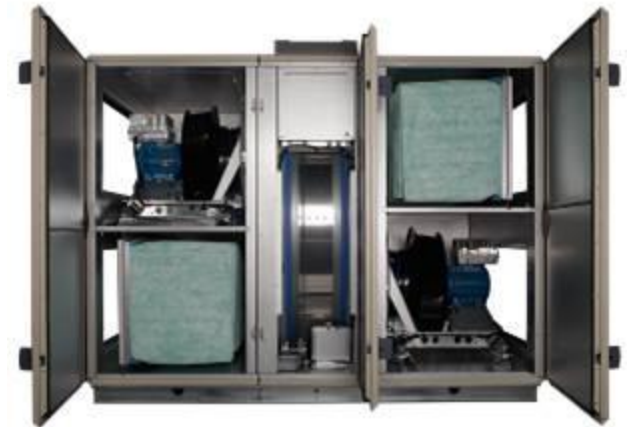
## **Ergebnis:**

Funktion und Wirkungsgrad werden drastisch verschlechtert!

*Halten Sie das HVAC mit geeigneten Luftfiltern sauber und vermeiden Sie somit kostspielige Anlagenreinigungen*

*Alle Komponenten werden beeinträchtigt:*

- Ventilator
- Wärme- und Kältereister
- Wärmerückgewinner
- Reglerausrüstungen
- Jalousieklappen
- Luftführungssysteme



# Filter schützen die Umwelt





Luftfilter sind manchmal in der Abluft/Fortluft erforderlich, um die Umgebung vor Emissionen aus:

- gesundheitsschädlichen Herstellungsprozessen
- Kernkraftwerken
- Gruben
- Herstellung von und Umgang mit Chemikalien
- Laboren

zu schützen

Achtung: Nicht zu verwechseln mit industrieller Staubabsonderung  $> 0,25 \text{ mg/m}^3$ .

# Air Pollution Control - Luftreinhaltung

-  Hohe Konzentrationen von festen Partikeln in der Innen- oder Außenluft werden normalerweise in  $\text{g/m}^3$  gemessen.
-  Typische Staubluftkonzentrationen bei industriellen Anwendungen  $1\text{-}100\text{g/m}^3$ . Diese Konzentration an Partikeln ist für einen gewöhnlichen Partikelfilter (Standard-Taschenfilter F7 hätte eine Lebensdauer von ca. einem Monat bei einer Staubluftkonzentration  $>0,25\text{ mg/m}^3$ ) zu hoch.
-  Die Frontgeschwindigkeit über einem Staubabscheider beträgt  $0,15 - 3\text{ m/s}$
-  Typischer Luftaustausch in
 

	$\text{m}^3/\text{h}$
• Punktabsaugen beim Schweißen:	1.000
• Abluft von Gießereien:	100.000
• Kraftwärmewerk (Rauchgase):	1.000.000









# Zusammenfassung



***Was wir über Luftqualität gelernt haben***



# Die wichtigsten Erkenntnisse

-  **Luftverunreinigungen sind Partikel, Tropfen und Moleküle.**
-  **Partikelverteilung des atmosphärischen Staubes.**
-  **Gesundheitsgefährdung durch Luftverschmutzung.**
-  **Nanotechnologie auf dem Vormarsch.**
-  **Partikelemmission durch Natur und Mensch.**
-  **Schutz durch Partikel-, Schwebstoff- und Molekularfilter.**

# Fragestunde



Sie haben das Wort....