

22.08.2019

Expertenanhörung UFP, Frankfurt

Grundwissen Ultrafeinstaub – Allgemeine Einführung

Christof Asbach

IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.

Luftreinhaltung & Filtration

An-Institut der
UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN



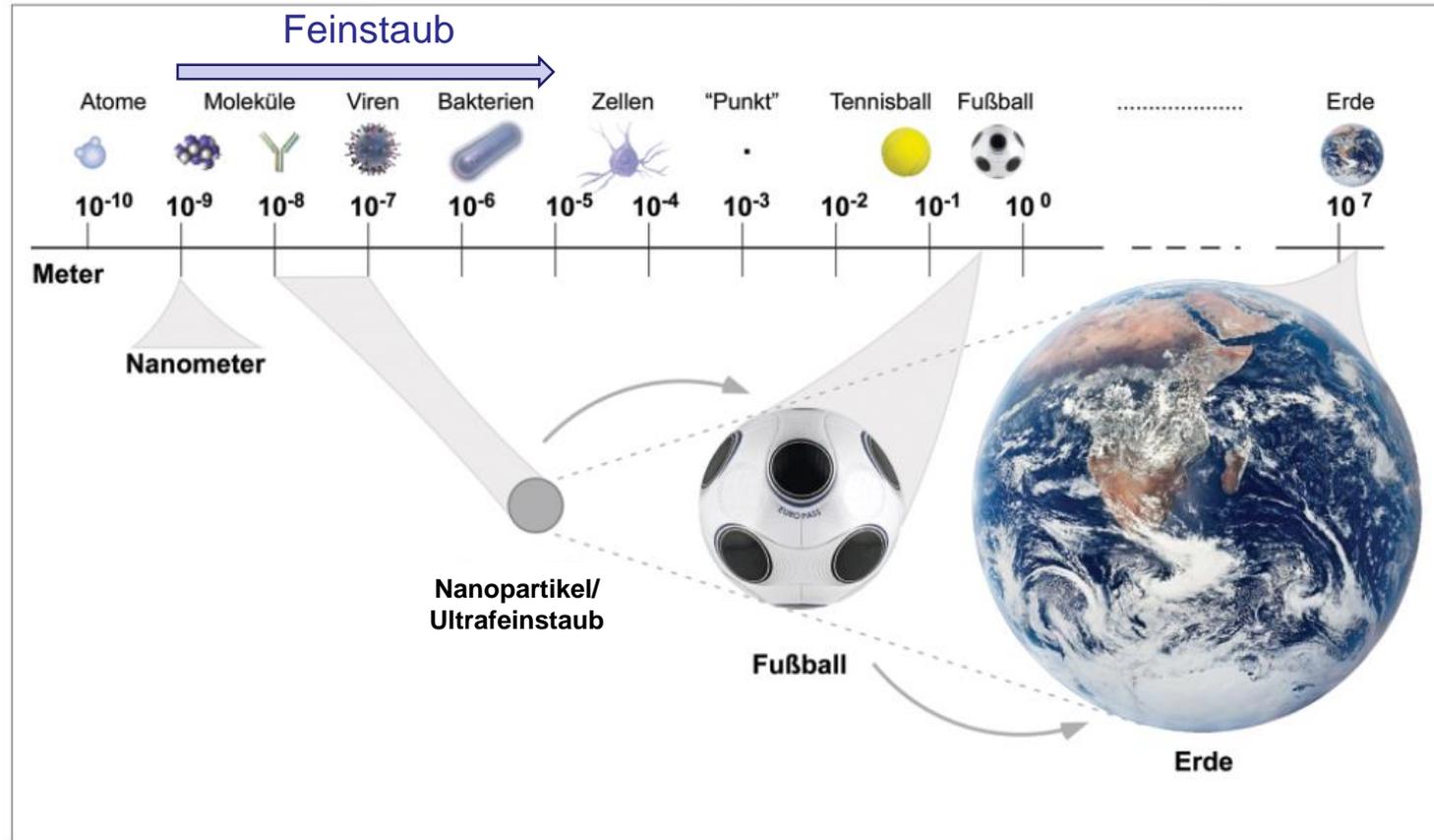
JRF
MITGLIED Johannes-Rau-
DER Forschungsgemeinschaft



Mitglied

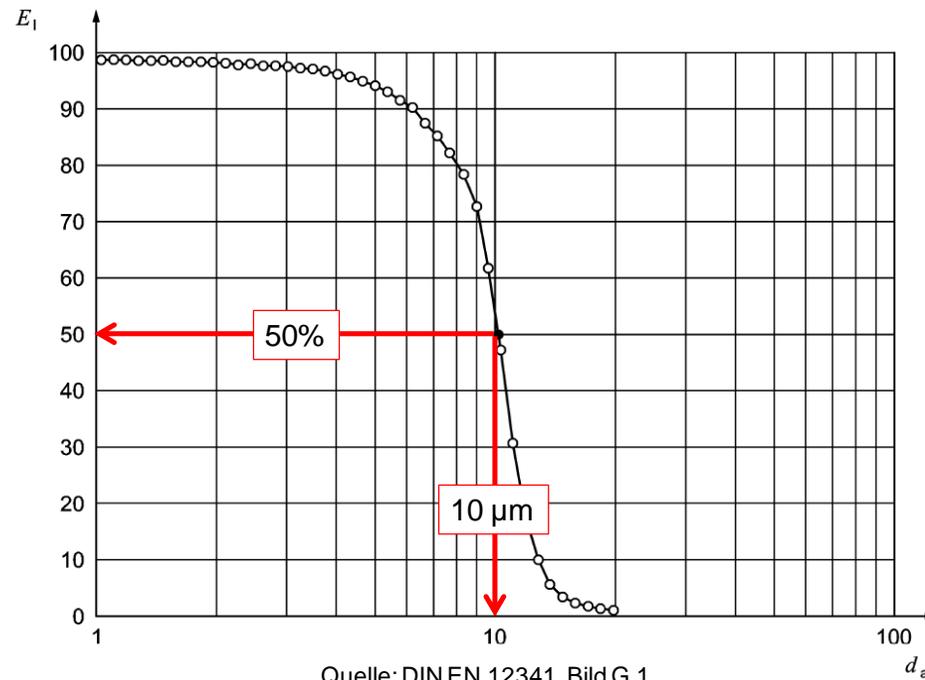
1. Was ist Ultrafeinstaub?
2. Wie unterscheidet sich Ultrafeinstaub von Feinstaub?
3. Wie wird Ultrafeinstaub gebildet?
4. Wie verhält sich Ultrafeinstaub?

- Ultrafeinstaub: Luftgetragene Partikel kleiner als 100 nm (0,1 μm)
Nanopartikel: Bewusst, synthetisch hergestellte Partikel kleiner als 100 nm



Quelle: S.K. Knauer, R.H. Stauber, *DZKF* 5/6:2019

- Ultrafeinstaub: Luftgetragene Partikel kleiner als 100 nm (0,1 μm)
Nanopartikel: Bewusst, synthetisch hergestellte Partikel kleiner als 100 nm
- Feinstaub (PM_{10}): Lungengängige Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 10 μm (10.000 nm)
- Tagesgrenzwert PM_{10} : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bisher kein Grenzwert für UFP



Quelle: DIN EN 12341, Bild G.1

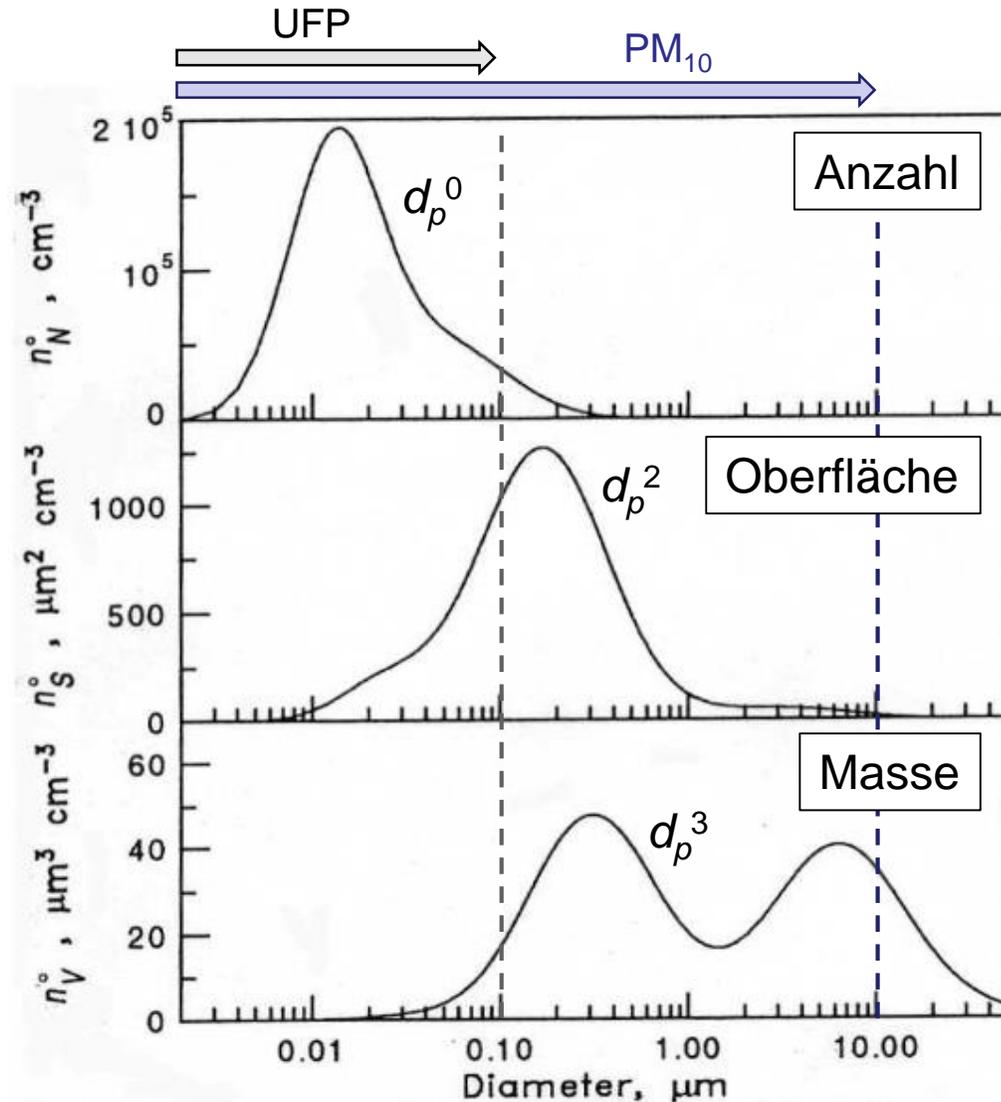


Abbildung aus: Seinfeld & Pandis, Wiley, 2006

- Anzahlkonzentration dominiert von sehr kleinen Partikeln (UFP)
- Oberflächenkonzentration dominiert von mittelgroßen Partikeln (0,1 μm bis 1 μm)
- Massenkonzentration dominiert von mittelgroßen Partikeln (0,1 μm bis 1 μm) und großen Partikeln $>1 \mu\text{m}$

- **Ein 10 μm Partikel hat dieselbe Masse wie**
 - **1.000 x 1 μm Partikel**
 - **1.000.000 x 0,1 μm Partikel**
 - **1.000.000.000 x 0,01 μm Partikel**



Quelle: <https://www.dlr.de>

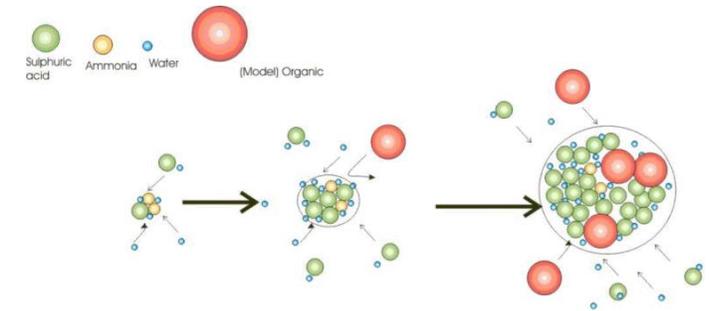


Quelle: <https://www.zeit.de>

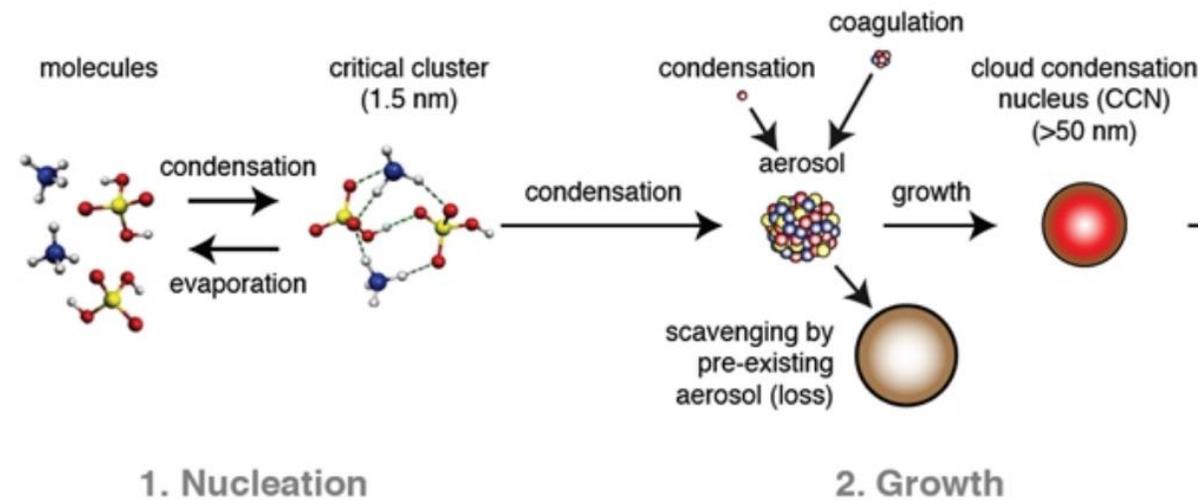


Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de>

Wie der Waldduft zu Partikeln wird...



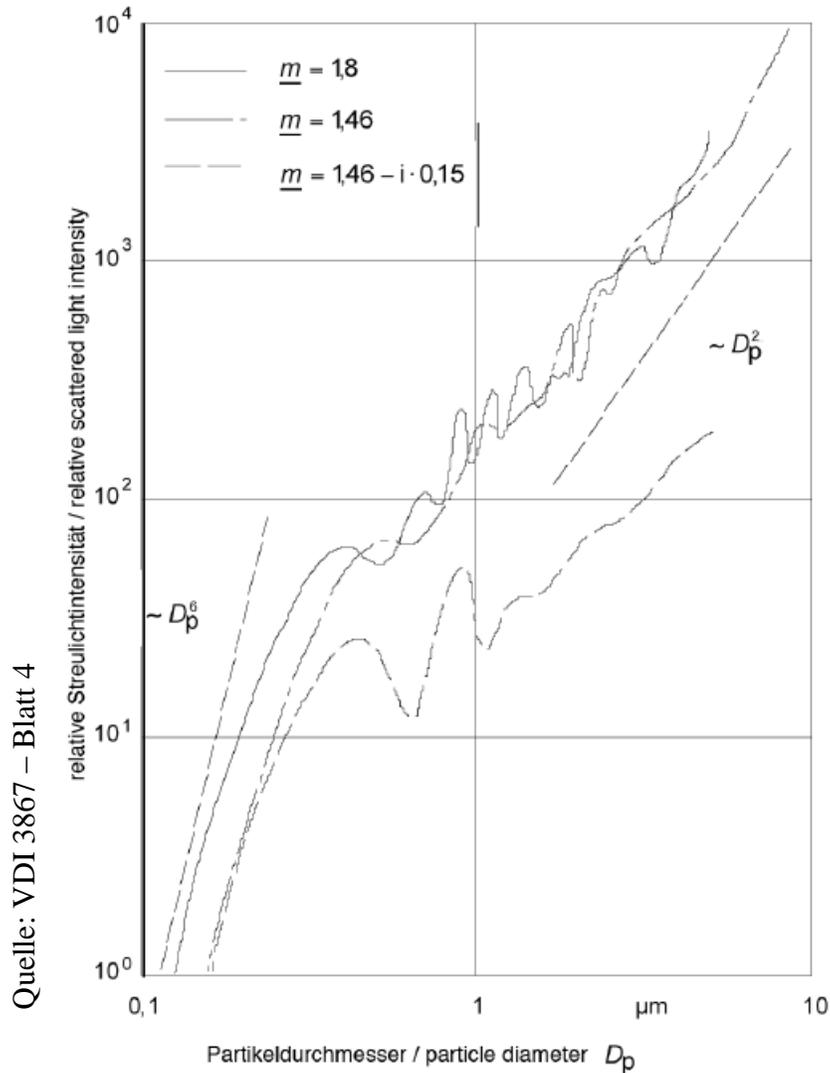
Quelle: <http://klimat.czn.uj.edu.pl>



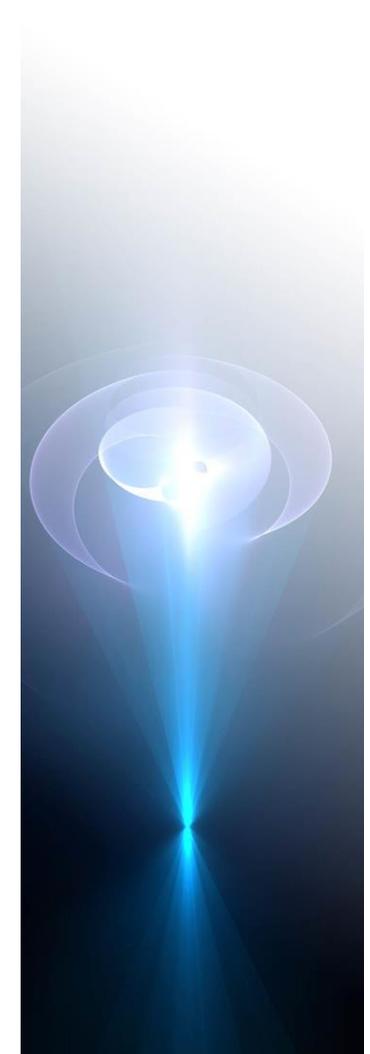
1. Nucleation

2. Growth

Quelle: A. Kürten, Habilitationsschrift, Universität Frankfurt am Main

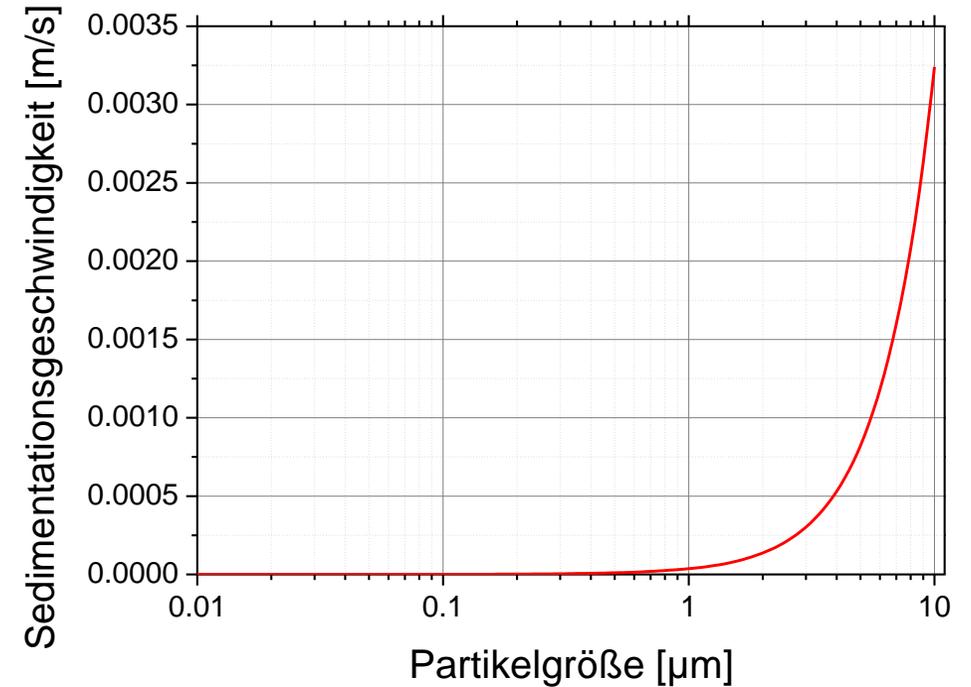
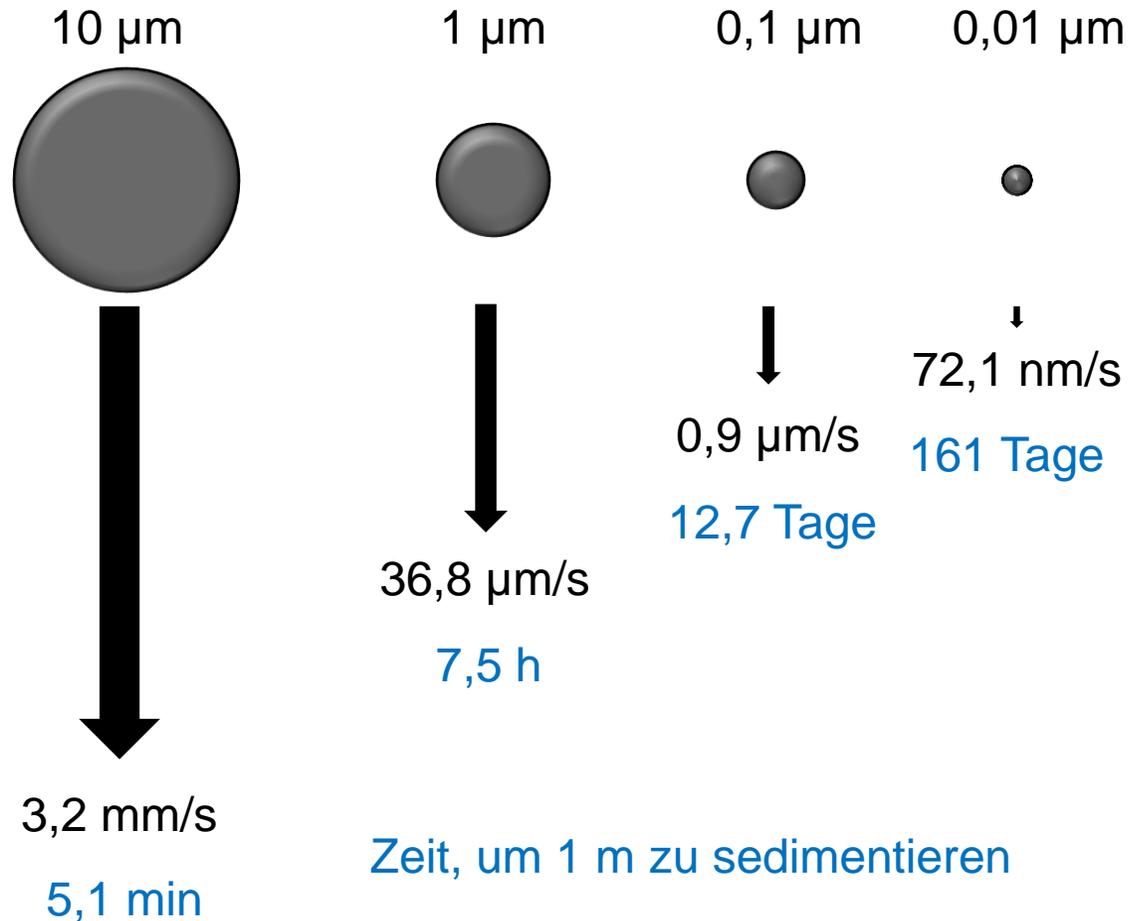


- Streulichtintensität nimmt mit d^6 ab, wenn Partikeldurchmesser deutlich kleiner als Wellenlänge des Lichts (sichtbar: ca. 400 bis 800 nm)
 - D. h. Streulichtintensität bei 30 nm um Faktor eine Million geringer als bei 300 nm
- ➔ Ultrafeine Partikel sind nicht sichtbar
- ➔ Herausforderung für Messtechnik (nächster Vortrag)

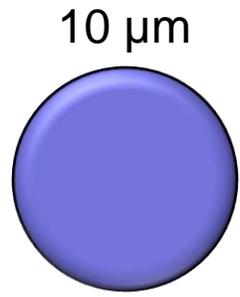


Quelle: <https://www.malvernpanalytical.com>

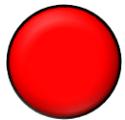
Wie verhält sich Ultrafeinstaub? - Sedimentation



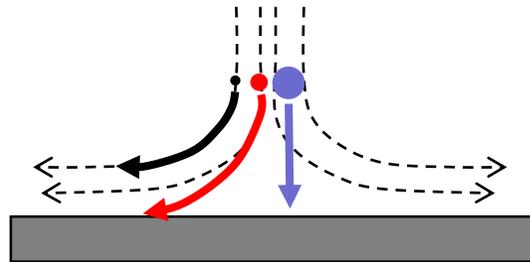
UFP können sehr lange in der Luft verbleiben



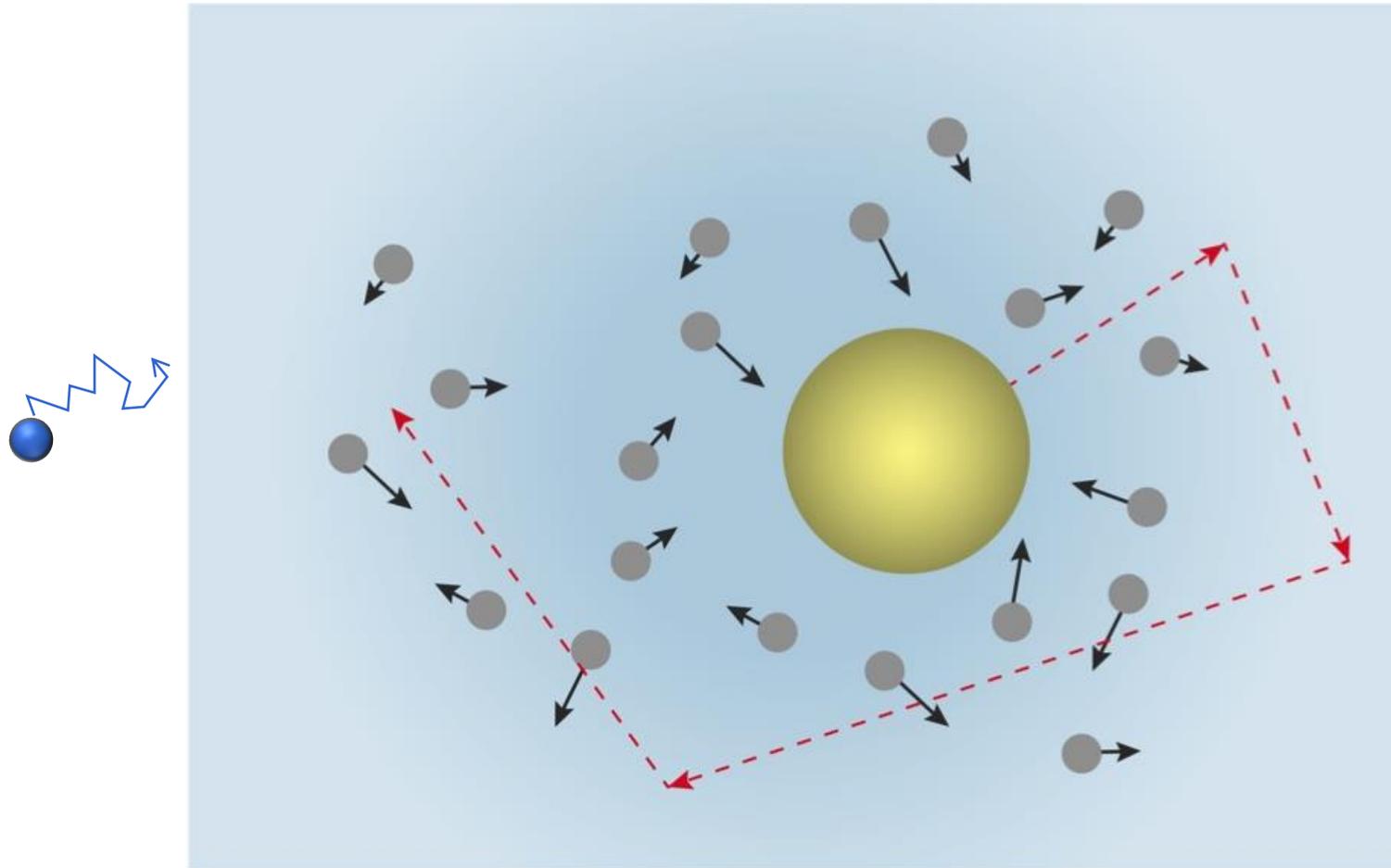
1 μm



0,1 μm



- Sehr kleine Partikel folgen Stromlinien, auch bei Umlenkungen
- Große Partikel verlassen Stromlinien aufgrund ihrer Trägheit

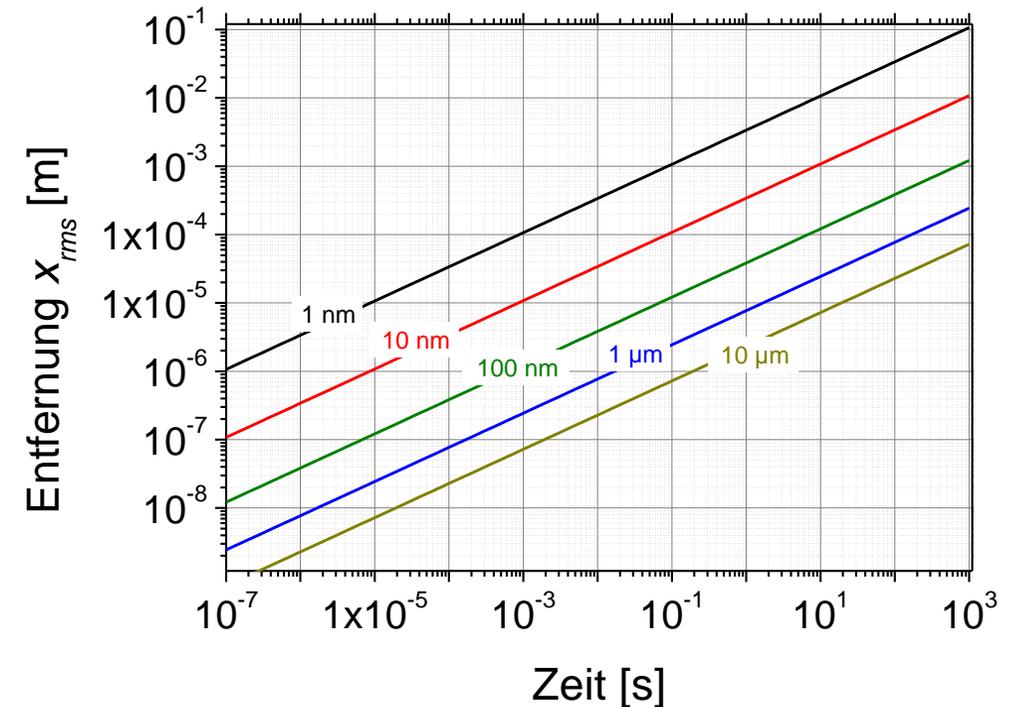
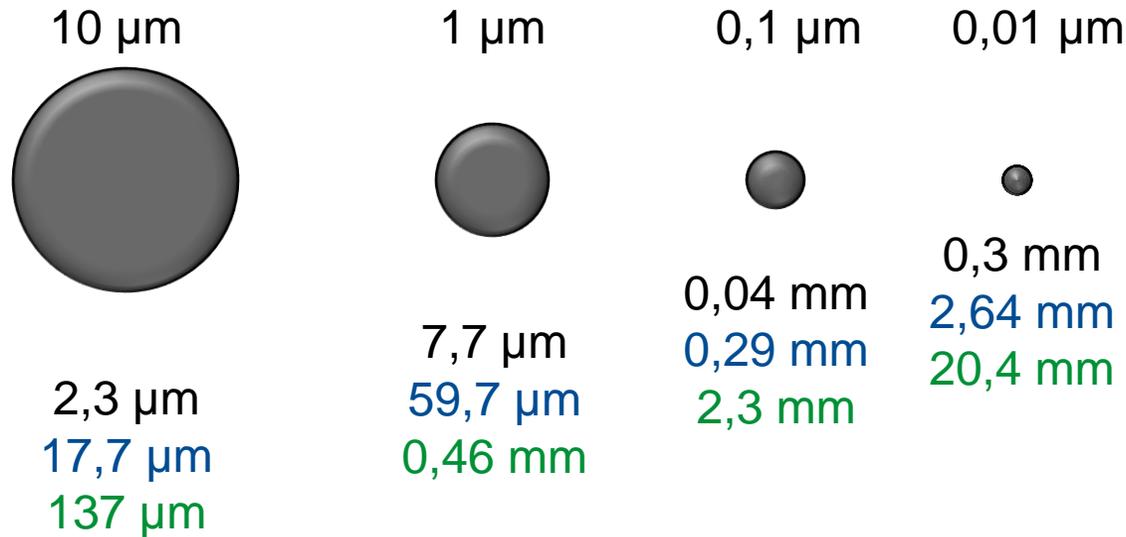


<https://scottbenek.com/einsteins-paper-on-brownian-motion/>

- Gasmoleküle in ständiger, zufälliger Bewegung
- Gasmoleküle in ständiger Wechselwirkung mit Partikeln
- Je kleiner die Partikel, desto stärker die Beeinflussung
→ Brownsche Molekularbewegung

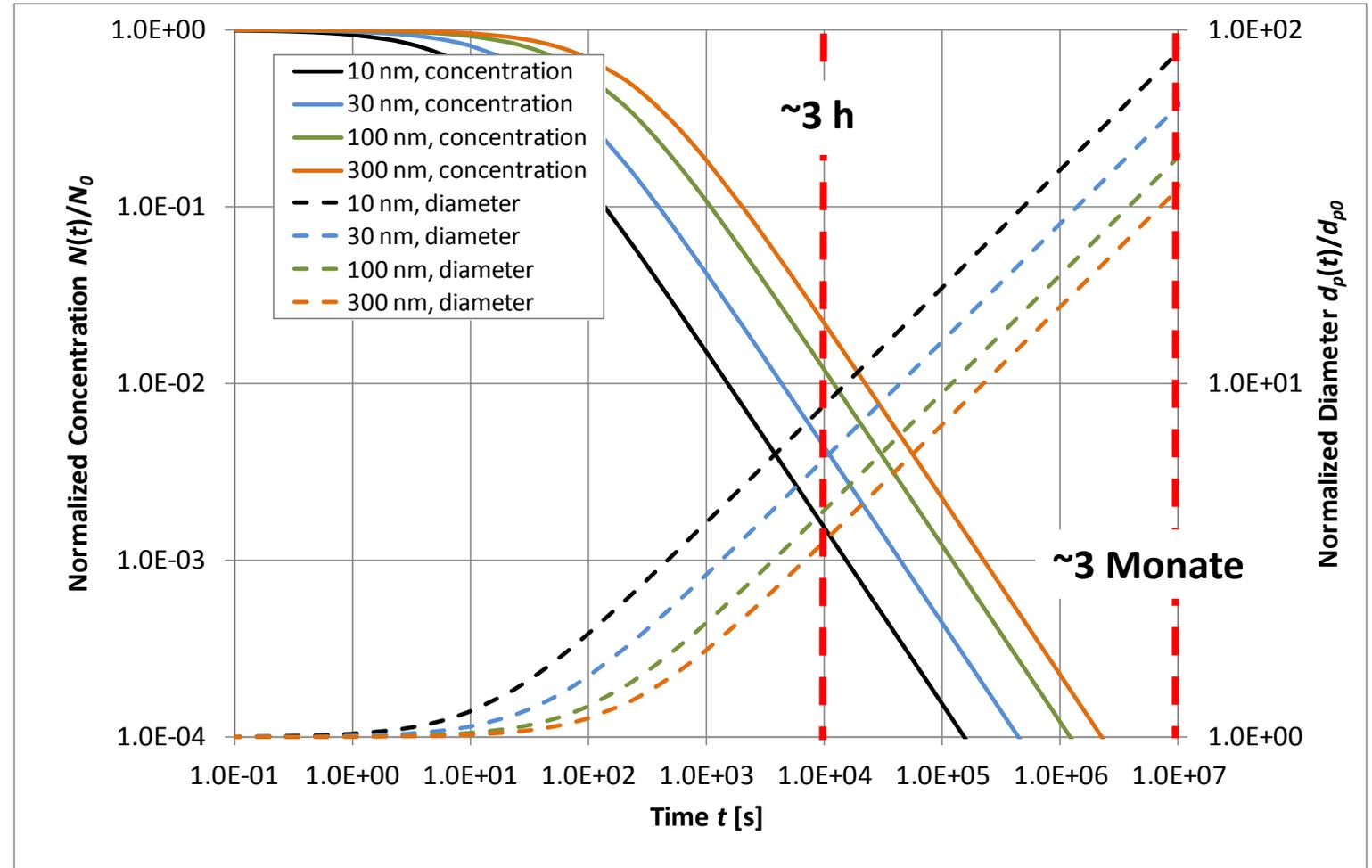
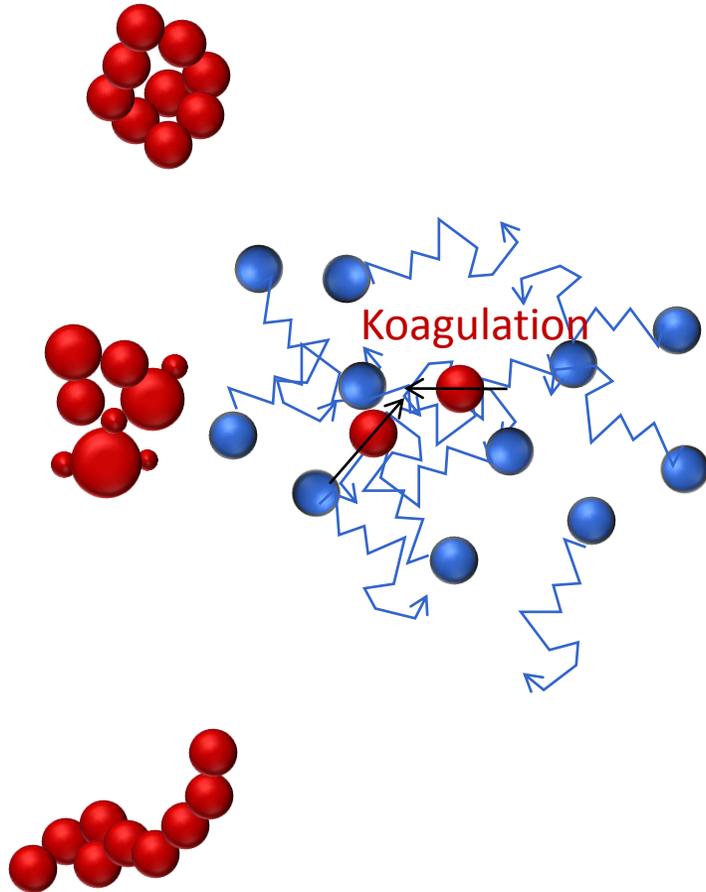
Wie verhält sich Ultrafeinstaub? – Brownsche Bewegung

Mittlere Entfernung zum Ursprungsort
 Nach 1 s
 Nach 1 min
 Nach 1 h

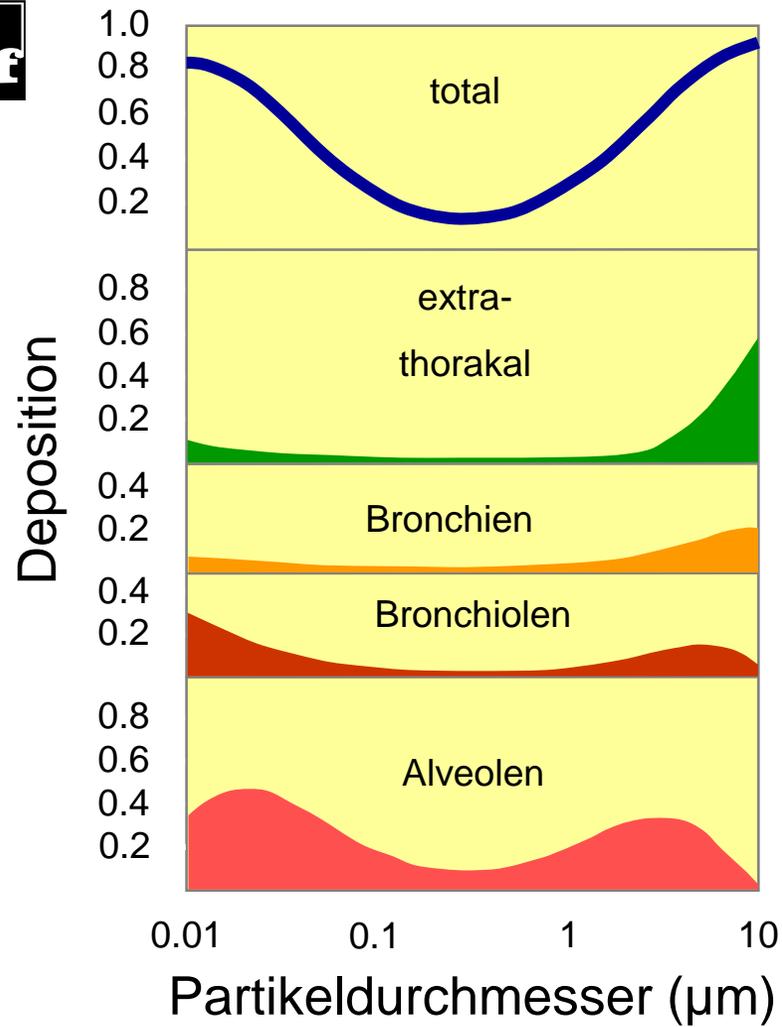


UFP sind in ständiger zufälliger Bewegung

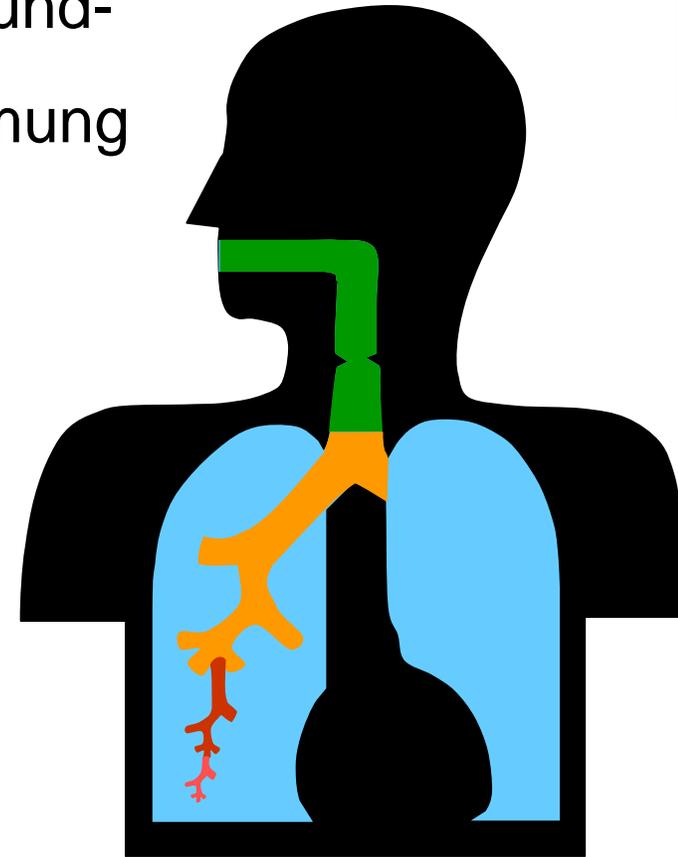
Wie verhält sich Ultrafeinstaub? – Agglomeration



UFP neigen stärker zur Agglomeration als größere Partikel



Mund-
atmung



ICRP 66 (1994); MPPDep (2000)

- **Ultrafeine Partikel haben Durchmesser <100 nm**
- **UFP stammen aus thermischen Prozessen, z. B. Verbrennung**
- **UFP streuen nahezu kein Licht, daher unsichtbar (auch für Messtechnik)**
- **UFP machen i.d.R. den Hauptanteil der Anzahlkonzentration, aber nur sehr geringen Anteil der Massenkonzentration von PM_{10} aus**
- **Verhalten und Abscheidung luftgetragener UFP stark geprägt von Brownscher Molekularbewegung, Trägheit spielt keine Rolle**
- **UFP neigen stärker zur Agglomeration als größere Partikel**
- **Maximum der Deposition in den Alveolen bei 20 nm**

Vielen Dank für
ihre Aufmerksamkeit!