

Messung und Bewertung ultrafeiner Partikel

Dr. Alexander Schladitz
Grimm Aerosol Technik GmbH & Co.
KG

- Wissenswertes zu ultrafeinen Partikeln
- Wo treten ultrafeine Partikel auf?
- Wie werden ultrafeine Partikel gebildet?
- Welche Technologien gibt es um ultrafeine Partikel zu messen?
- Was wissen wir über deren Gesundheitsauswirkungen?
- Ausblick: Emissionsmessungen von ultrafeinen Partikeln

Wissenswertes zu ultrafeinen Partikeln

- Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 100nm
- zum Vergleich: ein ultrafeines Partikel ist ungefähr 1000-mal kleiner als der Durchmesser eines menschliches Haares



100nm



100µm

- im Gegensatz zur Gesamtmasse, macht die Masse von ultrafeinen Partikeln meist nur einen geringen Teil aus
- im städtischen Raum wird die größte Anzahl von Aerosolpartikeln im Bereich von ultrafeinen Partikeln gemessen
- im Bereich der Immission gibt es bisher keine gesetzliche Regulierung für ultrafeine Partikel

Wo treten ultrafeine Partikel auf?

- in der Atmosphäre (Kontinent, Ozean, Arktis, Stratosphäre)
- in Reinräumen (Elektronik- und Nahrungsmittelindustrie, OP)
- bei der Verbrennung (Emissionen aus Kraftwerken, Automobilen, Flugzeugen)
- Produktion (Spritzlackiererei, TiO_2)
- Medizin (Inhalationsspray)

Wie werden ultrafeine Partikel in der Atmosphäre gebildet?



- homogene Nukleation von Schwefelsäure (Oxidationsprodukt von SO_2) aufgrund photochemischer Prozesse

oder

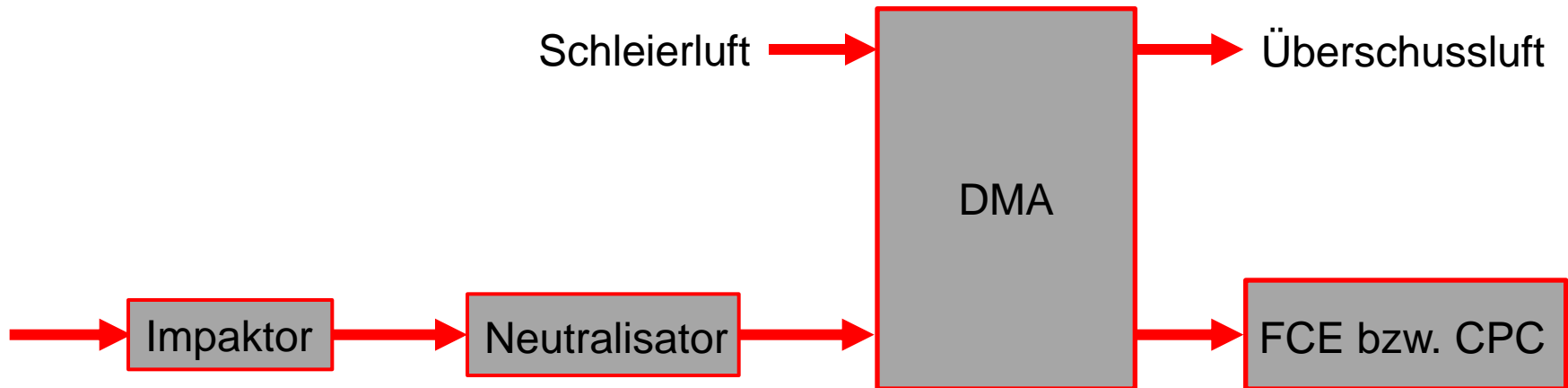
- homogene Nukleation von kondensierbaren halbflüchtigen organischen Bestandteilen aus Hochtemperatur-Verbrennungsprozessen

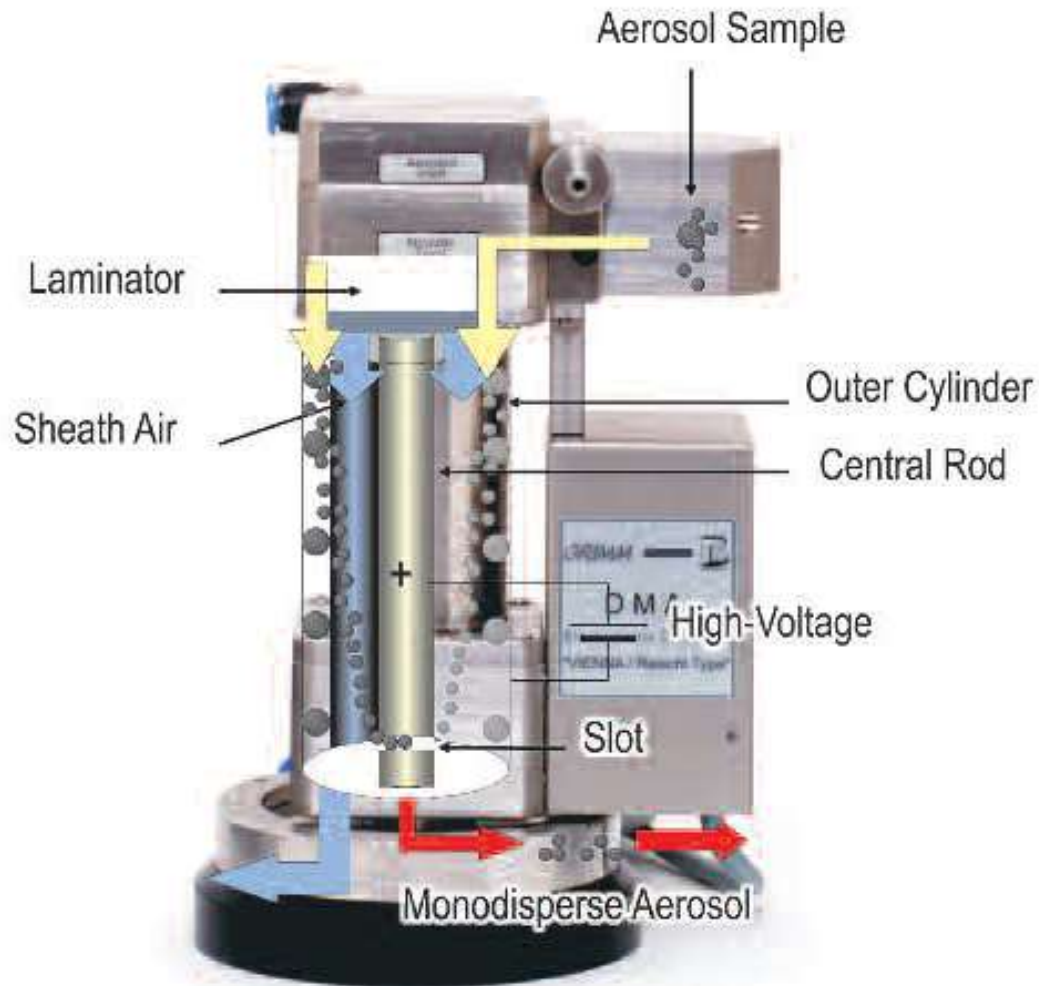
oder

- direkte Emission in Form von Ruß aus (unvollständiger) Hochtemperatur-Verbrennung

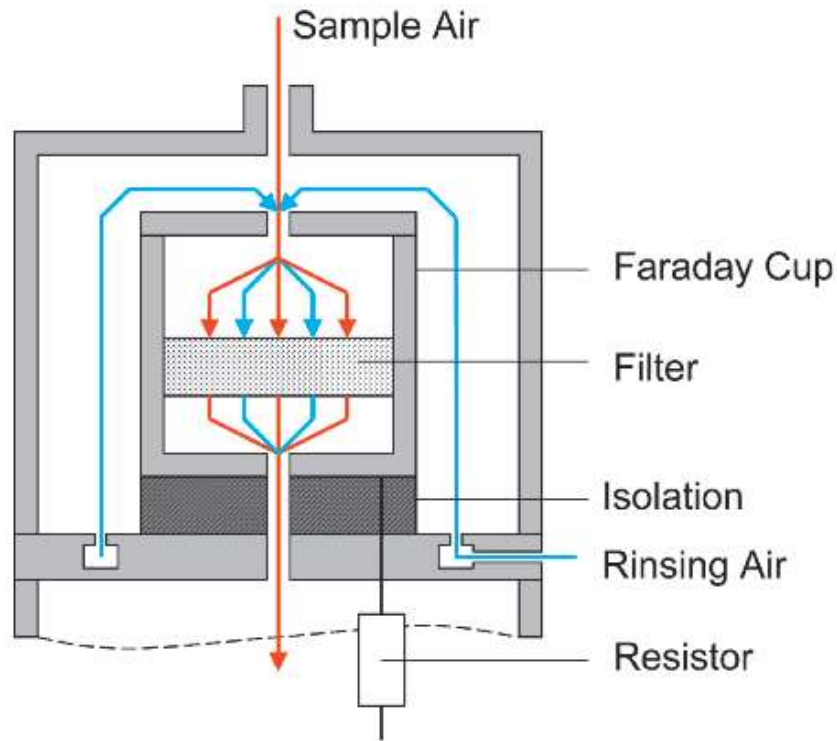


- Mobilitätsgrößenspektrometer (SMPS)
 - SMPS+CPC (mit Kondensationspartikelzähler)
 - SMPS+FCE (mit hochgenauem Elektrometer)



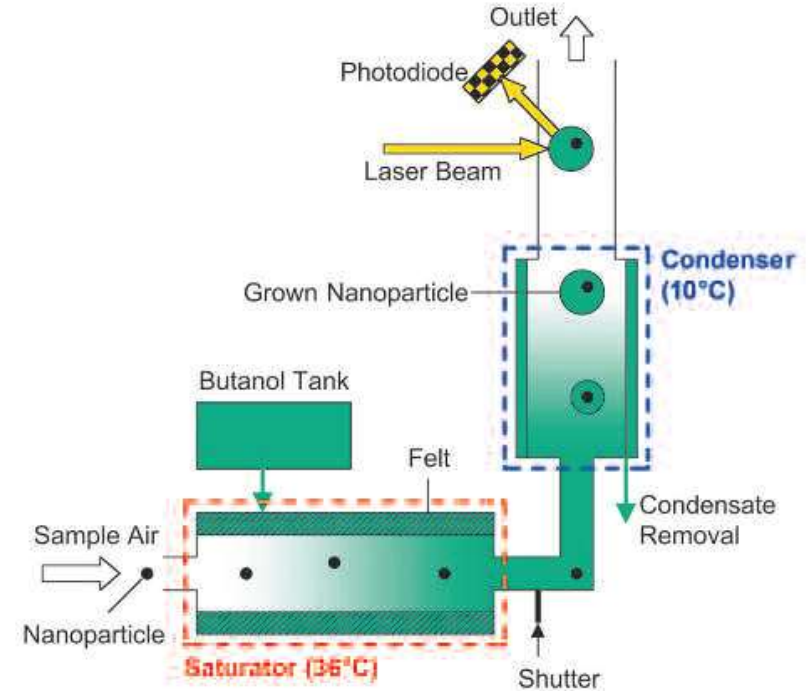


FCE



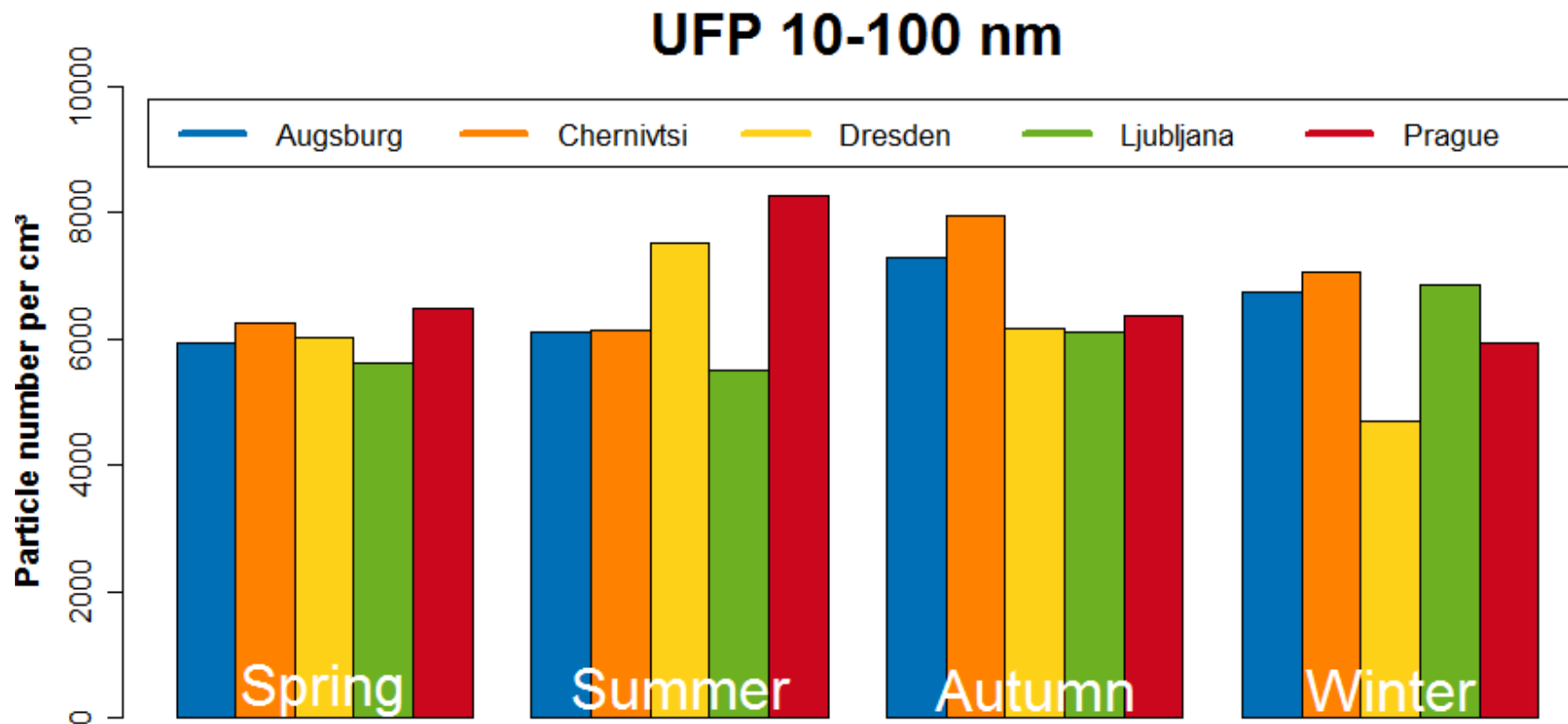
- für hohe Konzentration ab 10^3 p/cm³
- hohe Zeitauflösung bis 1Hz

CPC

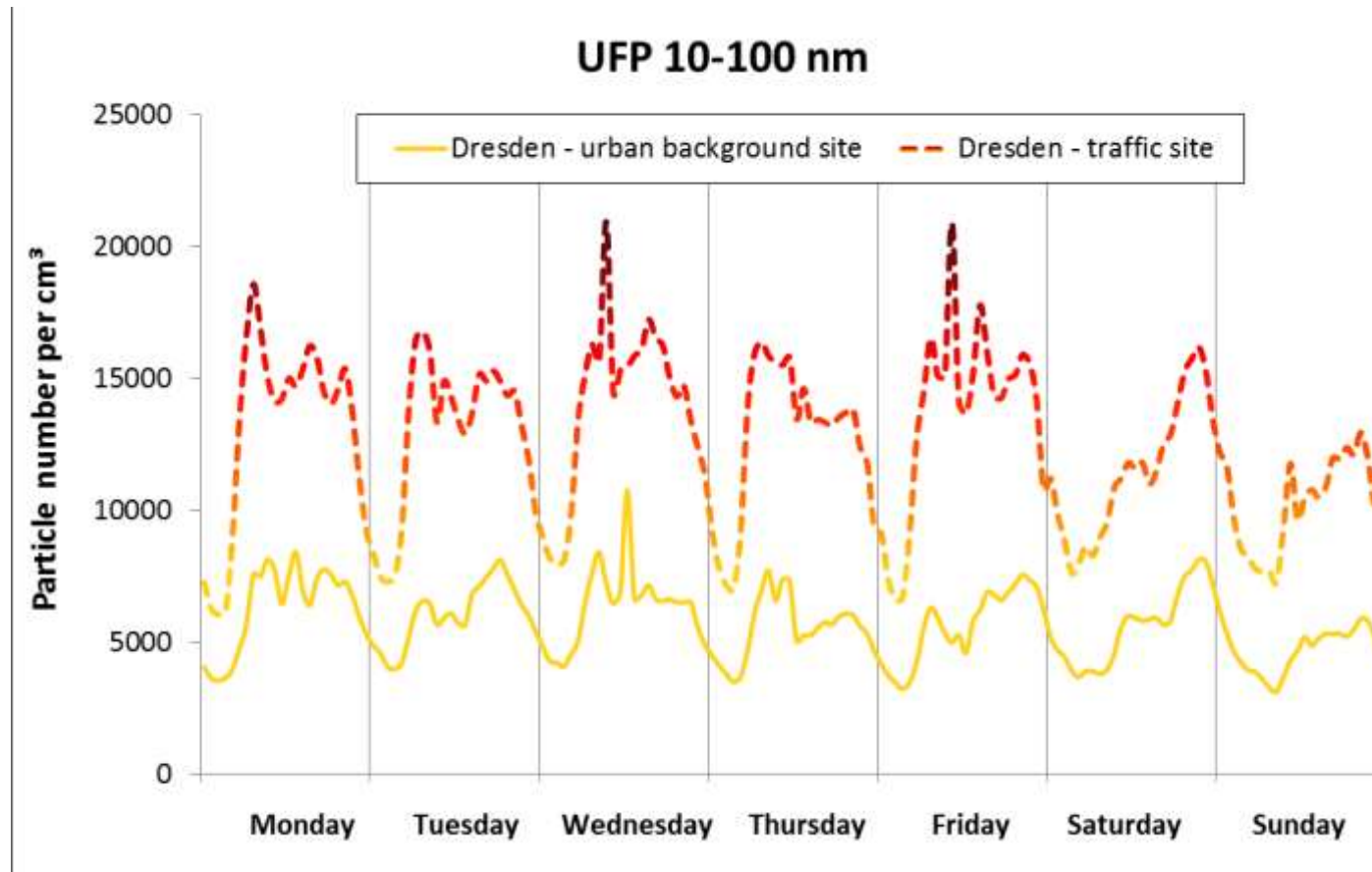


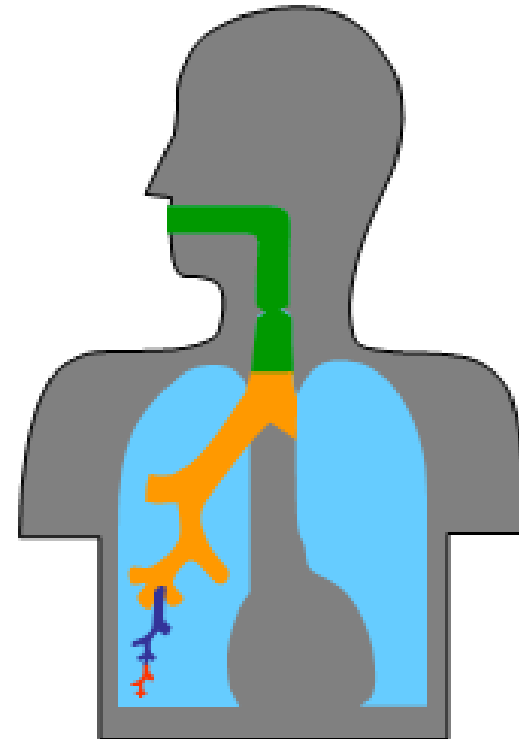
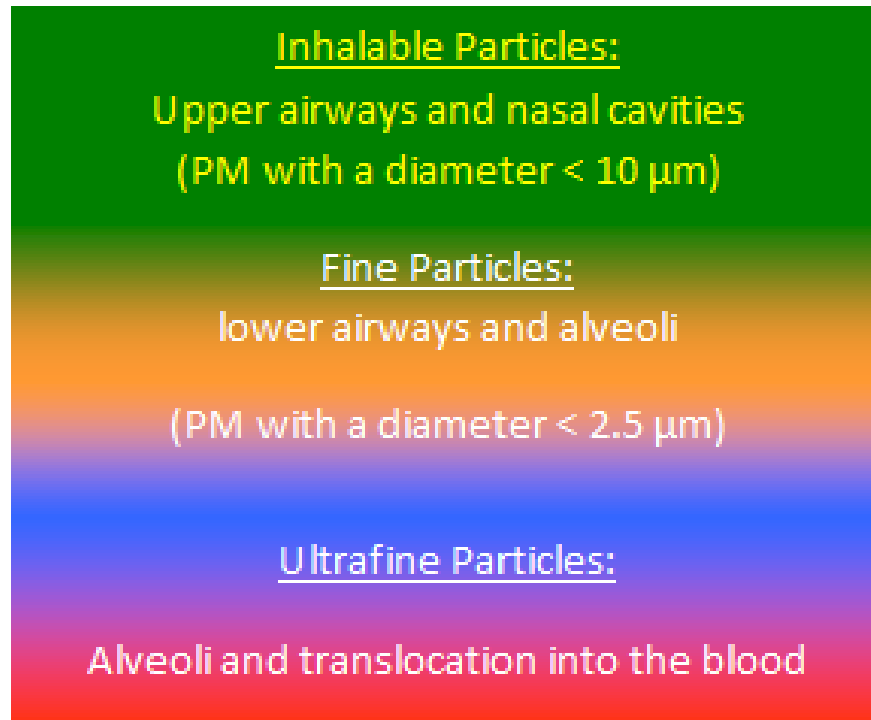
- für niedrigste Konzentrationen bis nahezu 0 p/cm³

- Vergleich der Konzentration von ultrafeinen Partikeln in 5 Städten für verschiedene Jahreszeiten (Ufireg-Projekt)



- Wochengang ultrafeiner Partikel an zwei Dresdner Luftgütemessstationen

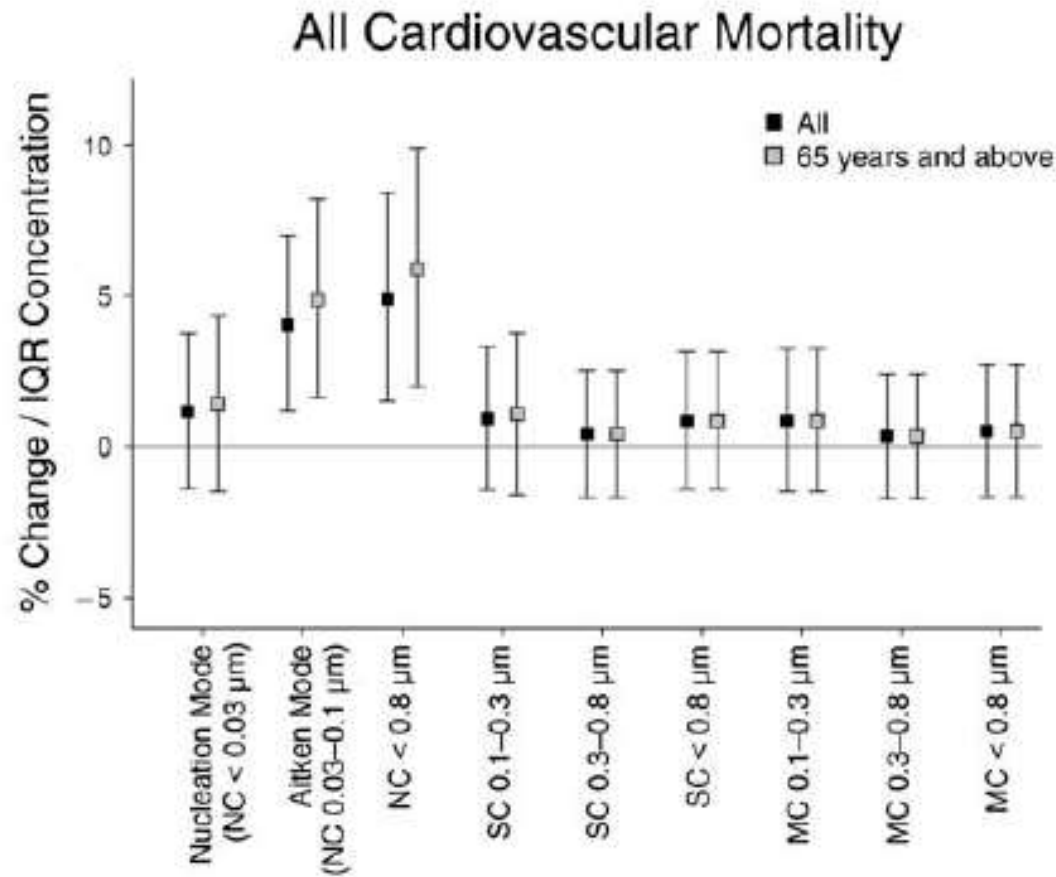




- Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer können sie in die Lunge eindringen

- Abscheidung erfolgt in den unteren Atemwegen im Bereich der Lungenbläschen
- Clearing-Mechanismus des Immunsystems ist weniger effektiv als bei gröberen Partikeln
- befallen Zellen, verursachen oxidativen Stress, Entzündungen und mitochondriale Erschöpfung
- können Proteine und DNA schädigen
- durchdringen die Lungenmembranen, erreichen die Blutbahn und können somit zu verschiedenen Organen wie Herz, Leber, Nieren und Gehirn transportiert werden
- erreichen das Gehirn auch über den Riechnerv

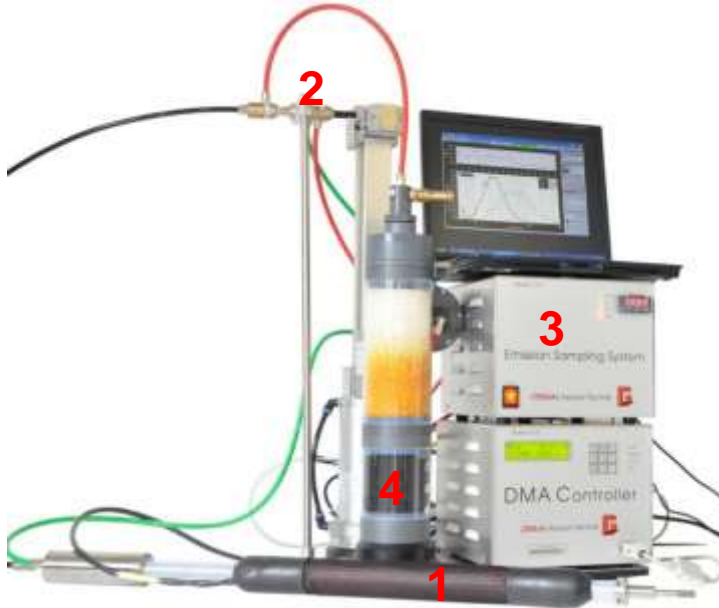
Quellen: Rückerl et al., 2011; Brook et al., 2004; HEI Review Panel on Ultrafine Particles, 2013



Quelle: Breitner et al., 2011

- Anzahl ultrafeiner Partikel ist die relevante Größe um die erhöhte Sterblichkeit bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufgrund der Exposition durch Partikel nachzuweisen

- EES (Emission Sampling System) zur Messung von ultrafeinen Partikeln in heißen Gasen



Komponenten

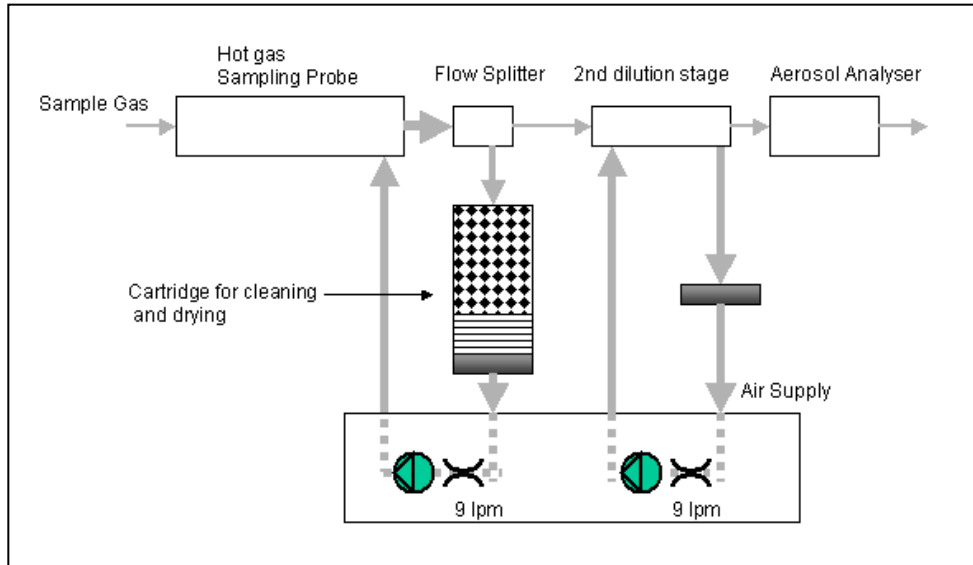
1. beheizte Probenahme mit integrierter Verdünnung
2. zweite (optionale) kalte Verdünnungsstufe
3. Steuereinheit für Probenahmestrom und Temperatureinstellungen
4. Filter, Trockner und Aktivkohlefilter für die Verdünnungsluft

Spezifikationen

Verdünnungsverhältnis:	1:10 oder 1:100 bei 1 l/min
Max. Temperatur des heißen Gases:	500°C
Max. Temperatur der beheizten Probenahme:	200°C
Durchflusskontrolle:	kritische Düsen, Temperaturstabilisiert

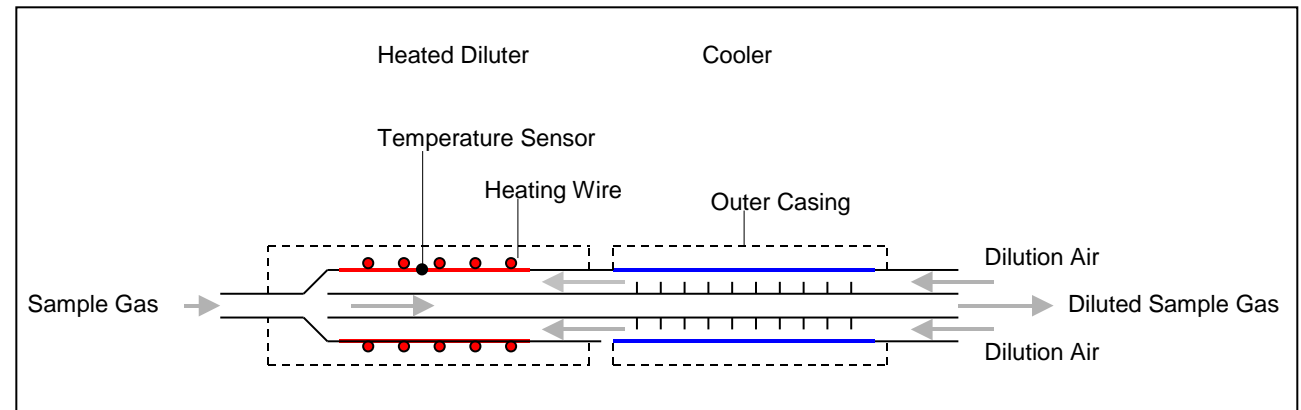
Quelle: Frank Tettich

- schematischer Aufbau



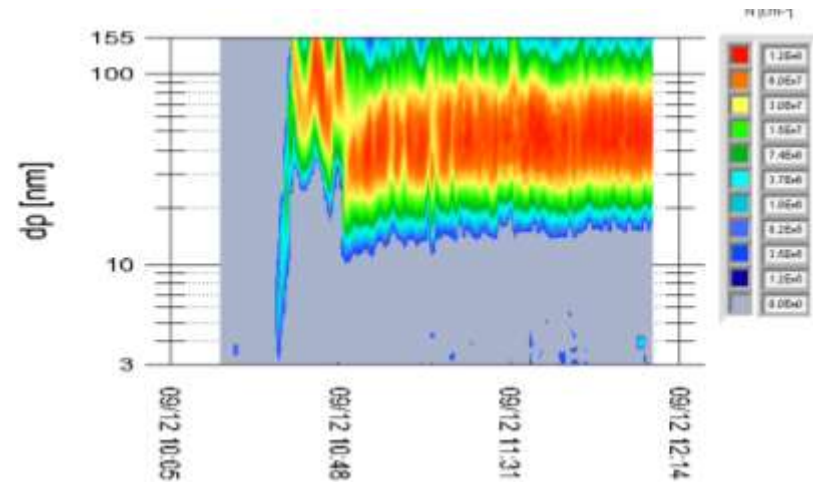
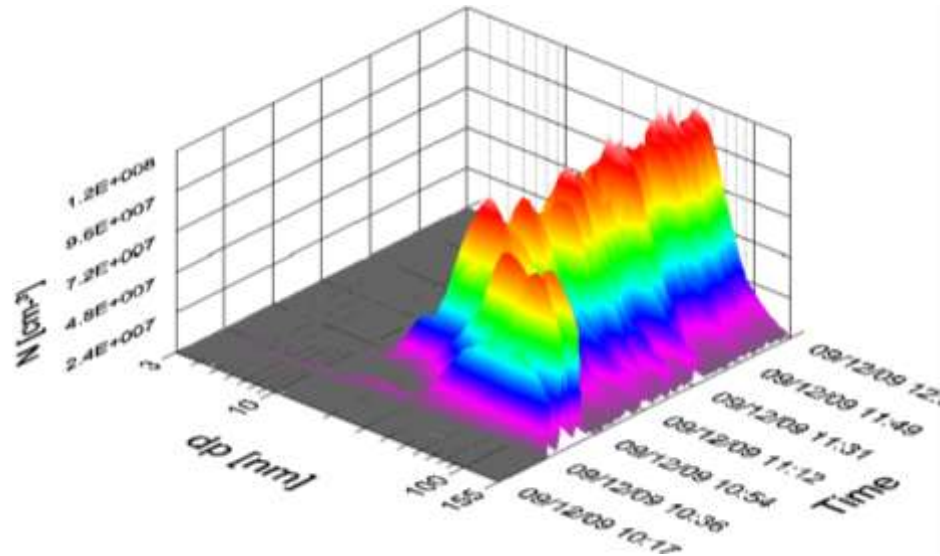
Gesamtsystem

Heißgassonde



Quelle: Frank Tettich

- Testmessungen von Holzpellets an einem Pelletofen



Quelle: Frank Tettich

- während Warmlaufphase liegt Maximum der Konzentration bei ca. 80 nm
- bei laufendem Betrieb (15kW) verschiebt sich das Maximum zu ca. 48 nm
- für Holzhackschnitzel ist der Durchmesser des Konzentrationsmaximums größer

Fragen?