

Inomhusluftens partiklar

Temadag om människan och inomhusmiljön
16/11 2006

Mats Bohgard
Ergonomi och aerosolteknologi
Lunds universitet

1

1. Aerosoler i allmänhet
2. Hälsoeffekter
3. Mätteknik

2

Arbetsmiljö



I industrimiljöer hittar man de högsta koncentrationerna

Inomhusmiljö

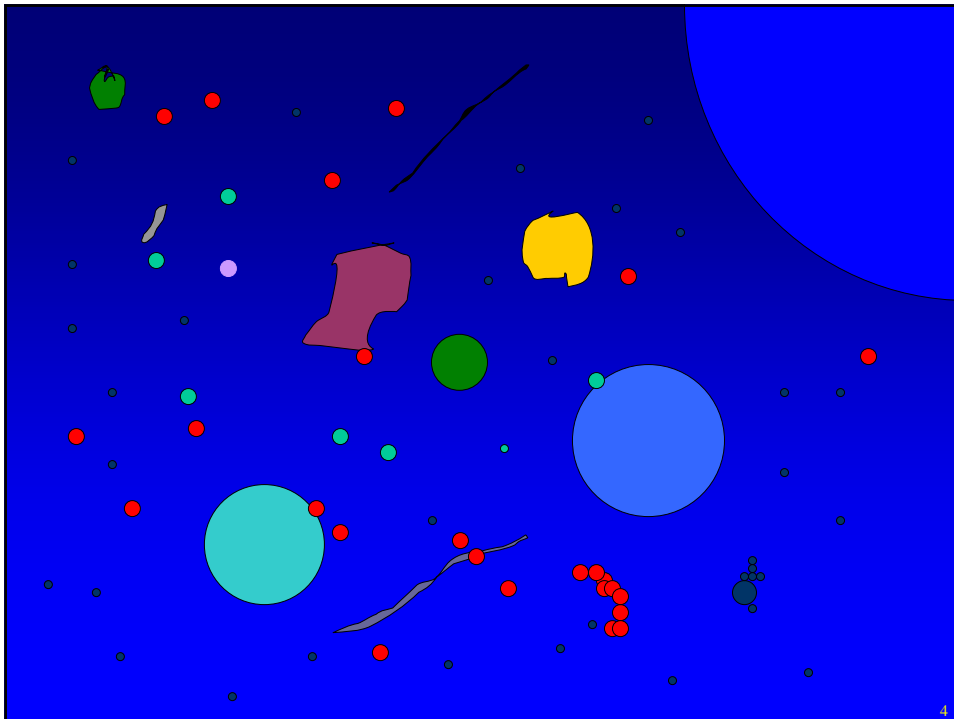


Vi tillbringar mest tid i inomhusmiljöer

Yttre miljö



Förbränningsprocesser ger det största bidraget av små partiklar till den yttre miljön. Globala effekter

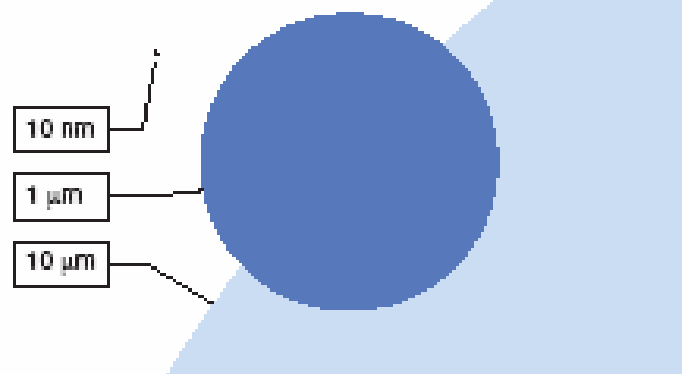


Hur stora är partiklarna?

Mellan 1 nm och 100 μm
(0.000001 – 0.1 mm)

5

Storlek – partikelns diameter



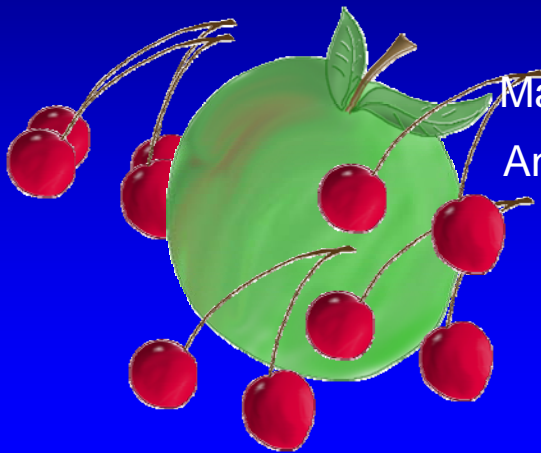
6

Hur anges partikelhalter?

Koncentrationen av partiklar i luften kan anges som antal (räkning av partiklar), massa (vägning av partiklar) eller storleken av den totala partikelytan

7

Fruktanalogin



Massa: 90 % äpplen

Antal: 90 % körsbär

8

Hur mycket partiklar finns det i luften?

I vikt finns det mellan några μg till några mg per kubikmeter

Antalet partiklar kan variera mellan omkring tusen till några miljoner per cm^3

9

Partikelstorleksfördelningar

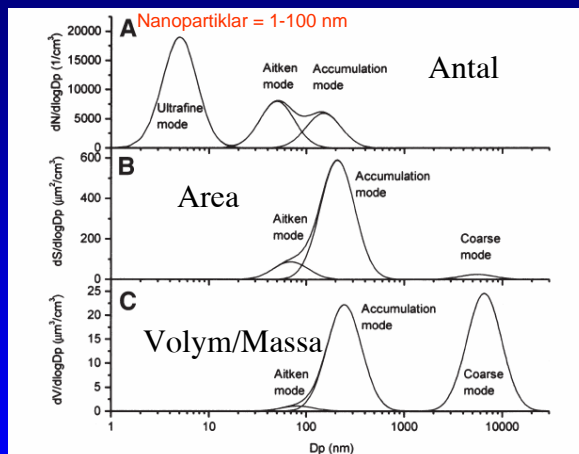


Figure 2.

Example of an aerosol particle number concentration (A), the corresponding surface distribution (B) and the volume distribution (C). Reproduced from Mentes (2000).

10

Hur uppkommer partiklarna?

1. Sönderdelning av material, resuspension (t. ex slitage och uppvirvling från golv, textilier och hud; slitage däck-vägbana)
2. Kondensation/sammanslagning av gasmolekyler (dimbildning, upphettning –nedkylning)
3. Kemiska reaktioner (t ex ozon från utomhusluften som reagerar med organiska ångor, förbränning)

11

Partikelkällor i inomhusmiljön

- Utomhusluftens partiklar
- Förbränning (eldning, rökning, stearinljus)
- Matlagning
- Städning, torktumling
- Mekaniskt bildade från människor, husdjur, textilier
- Uppvirvling vid aktivitet
- Organiska ångor som reagerar med ozon

12

Partiklar utomhus och inomhus

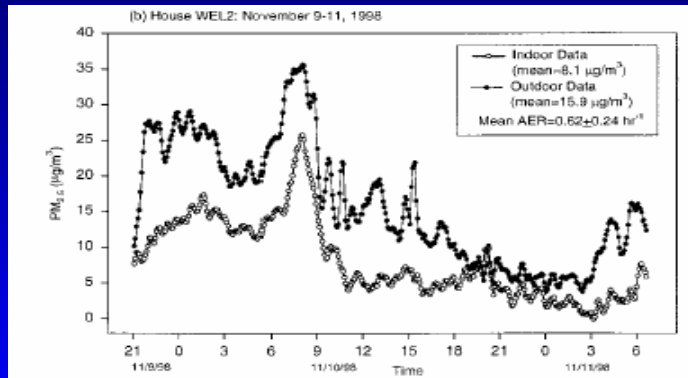


FIGURE 2. Twenty-minute average indoor and outdoor $PM_{2.5}$ data for nighttime and daytime nonsource periods in two study homes.

Fina aerosolpartiklar har en hög penetration till inomhusluften (50-70%).
Från: Long et al. 2001.

13

Stora variationer i inomhusmiljön

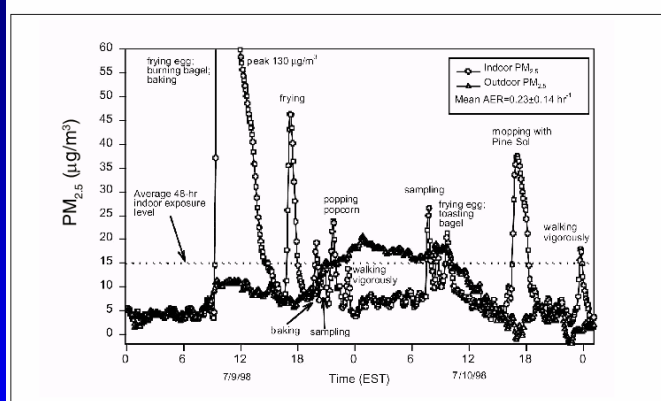
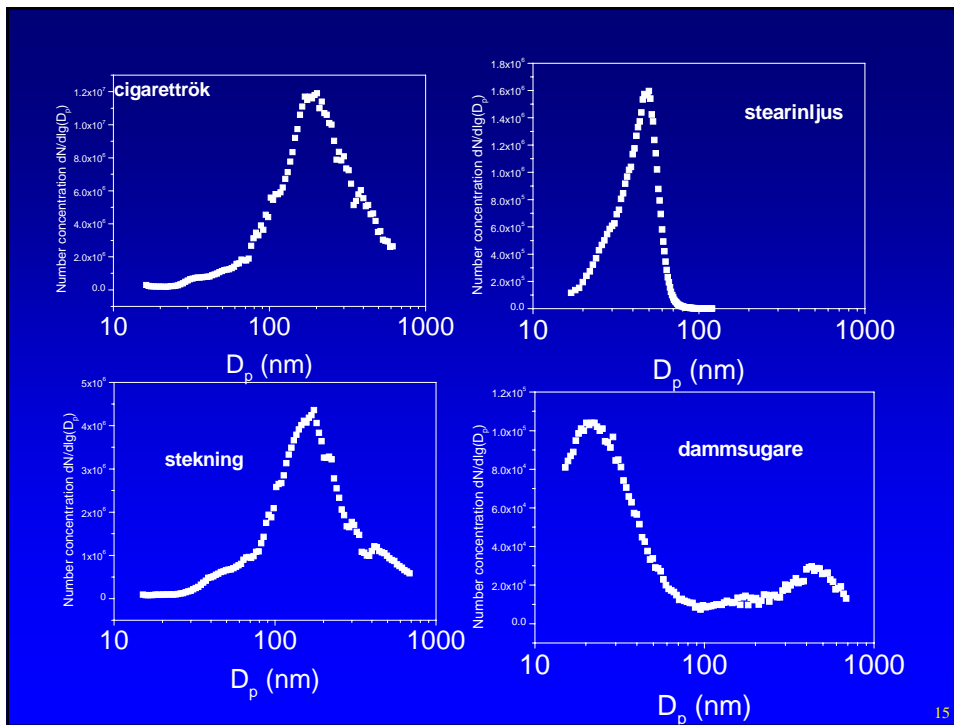


Figure 2. Continuous indoor and outdoor $PM_{2.5}$ data (20-min moving average) from Home FOX1 (July 9-10, 1998).

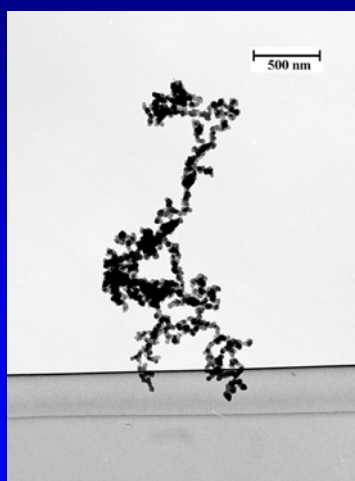
14



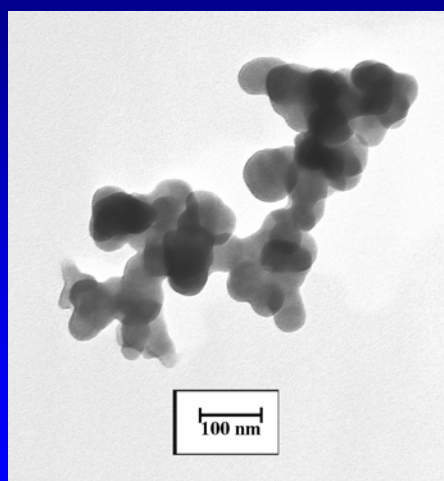
15

Exempel på partikelstruktur

Transmissionselektronmikroskopi



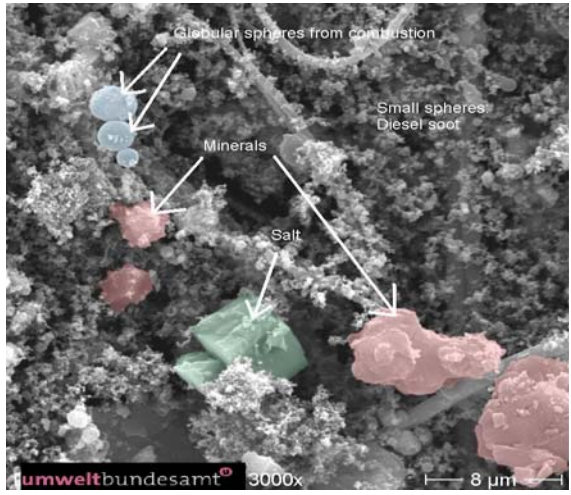
Från fotogenlampa



Från slitage däck mot vägbana

16

Fina partiklar – Många och farliga?
 Grova partiklar – Få men mycket massa

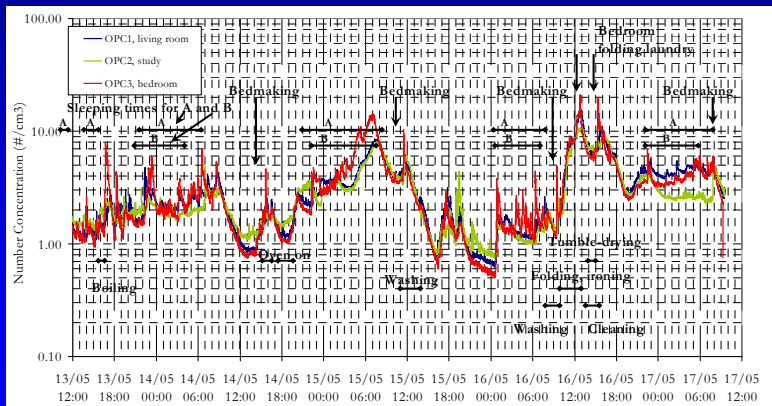


PM ingen enhetlig sammansättning

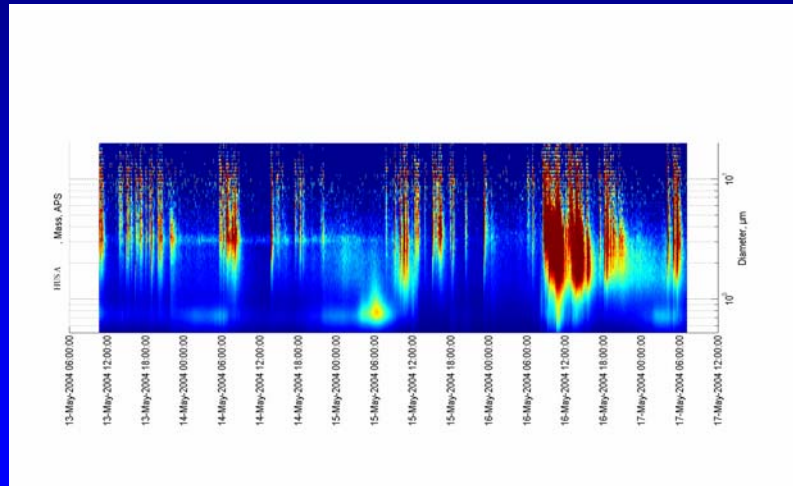
Vad är farligt med PM?
 (massa, antal, yta?)

Hur bör PM övervakas och begränsas?

Mätning i bostad

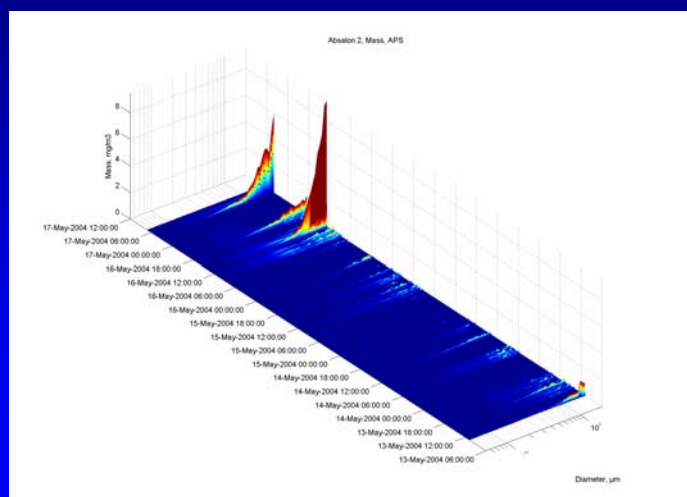


Ett exempel: zeolitpartiklar från tvättmedel?



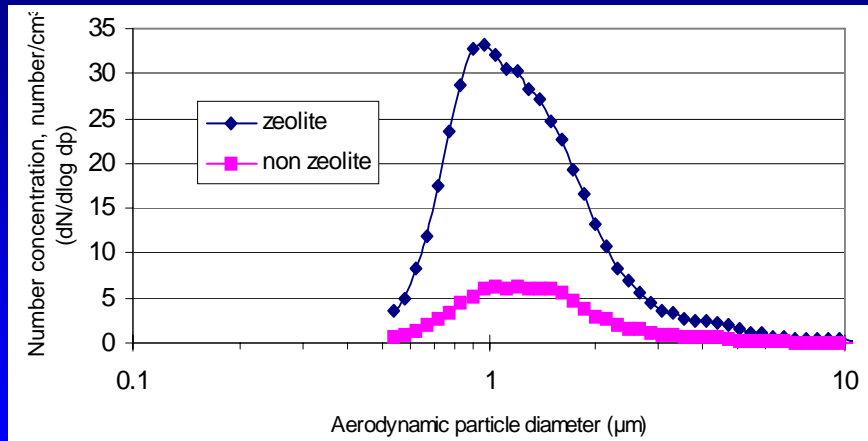
19

Höga masskoncentrationer vid torktumling



20

Emission vid textilhantering i försökskammare



21

Sammanfattning

- Utomhusluften och aktiviteter/material påverkar inomhusluftens innehåll av partiklar
- Många produkter/material bidrar till inomhusluftens partiklar
- Små partiklar har speciella fysikaliska och kemiska egenskaper – konventionell toxikologi är inte alltid tillämplig

22

Partiklar - Hälsoeffekter

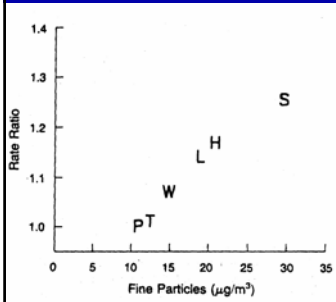
- WHO uppskattar att exponering för fina partiklar (PM2.5) i utomhusluften leder till cirka 100 000 extra dödsfall (och 725 000 förlorade levnadsår) årligen i Europa.

WHO, World Health Report 2002, Geneva.



Epidemiologi – Partiklar i utomhusluften

Långtidsstudier



Dockery et al. 1993

Korttidsstudier

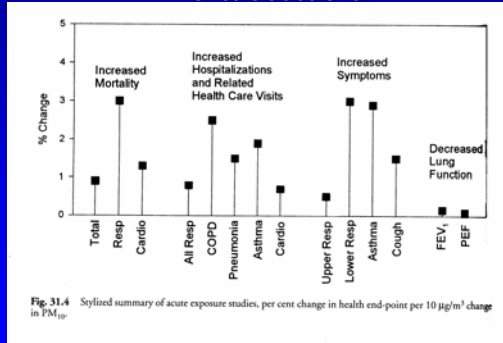
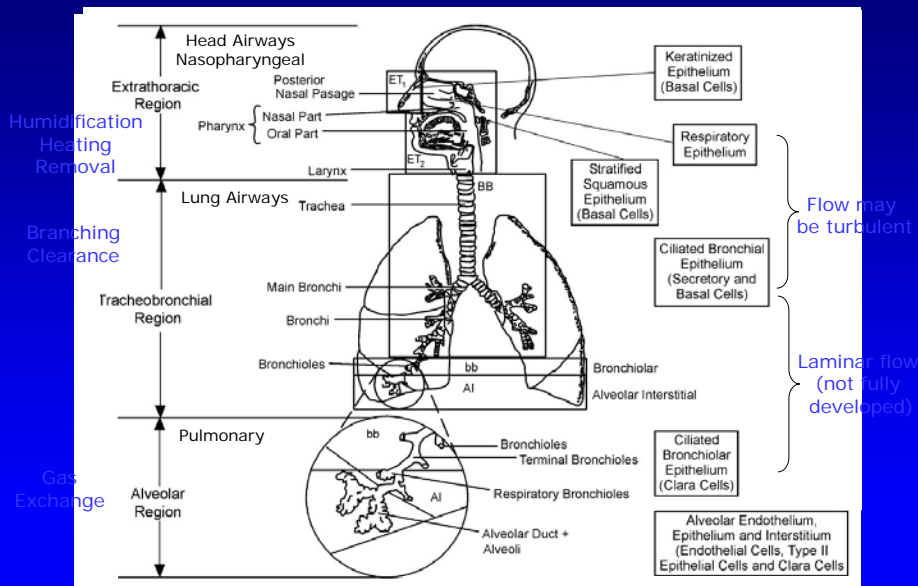


Fig. 31.4 Stylized summary of acute exposure studies, per cent change in health end-point per 10 µg/m³ change in PM₁₀.

Pope et al. 1999

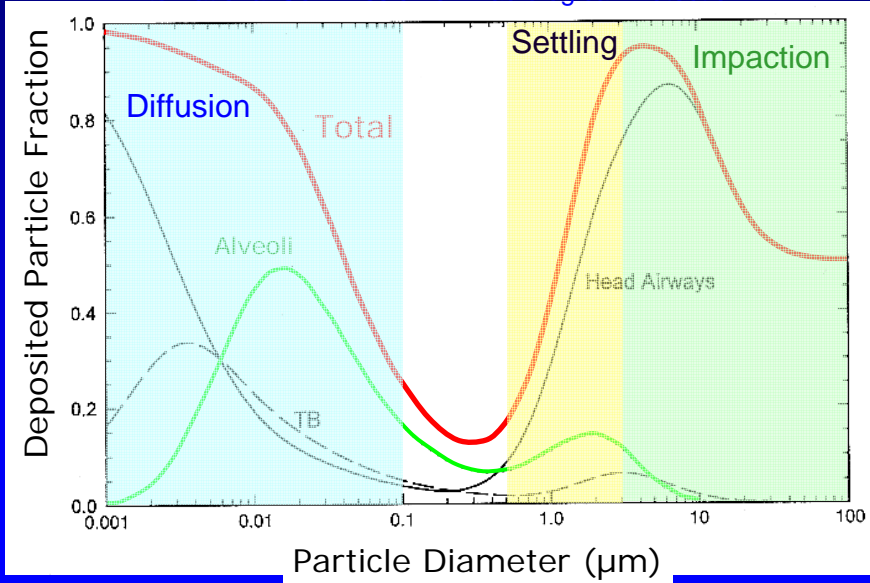
WHO (2003) 100.000 extra dödsfall årligen i Europa

The Human Respiratory Tract



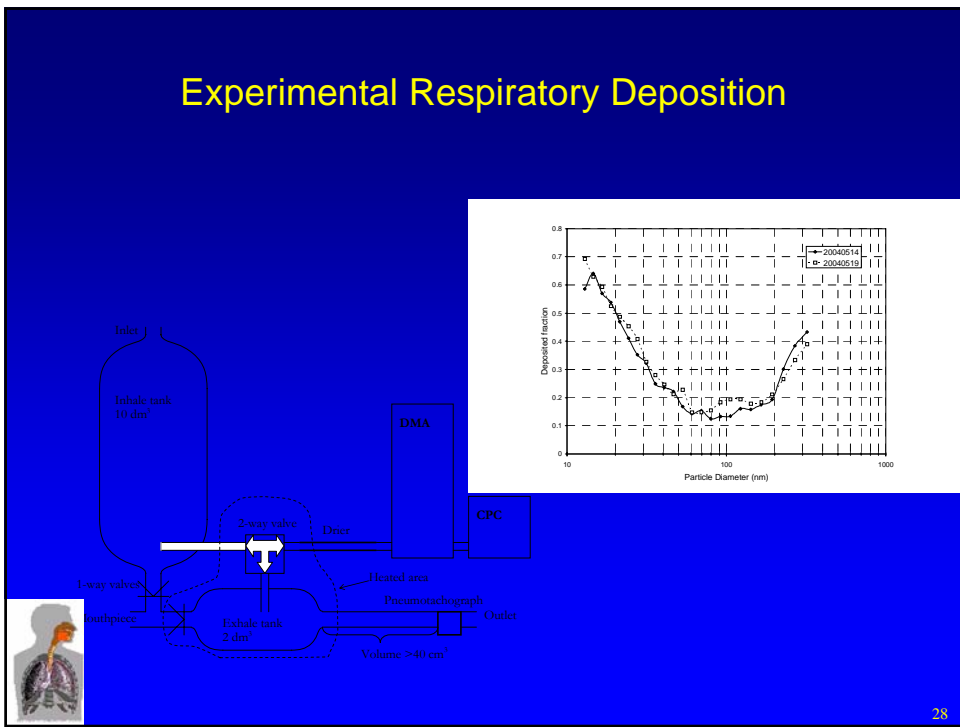
ICRP Deposition Model

International Commission on Radiological Protection



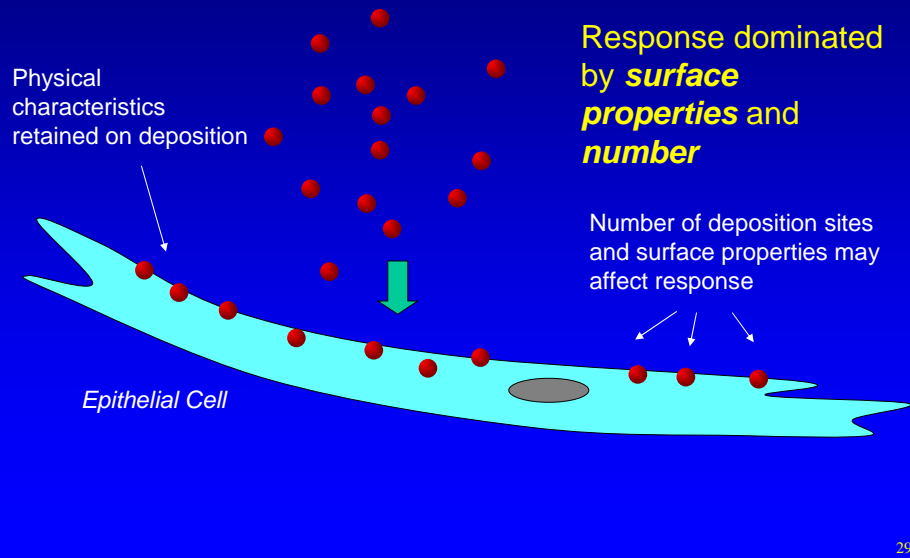
27

Experimental Respiratory Deposition

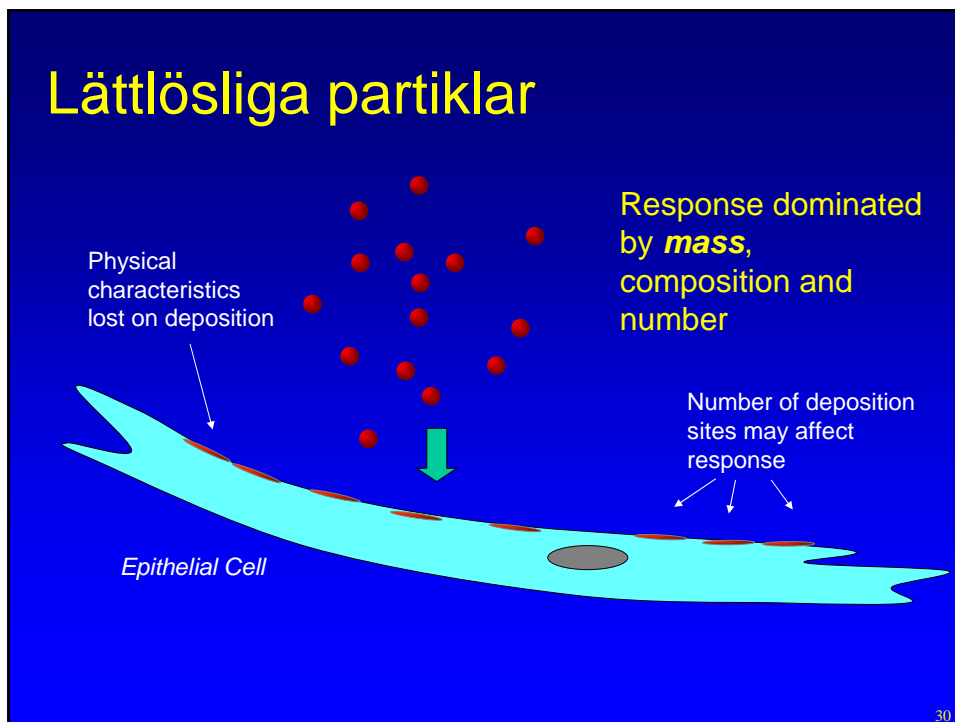


28

Svårlösliga partiklar



Lättlösliga partiklar



Aerosolegenskaper som kan vara viktiga

- Masskoncentration (PM1, PM2.5, PM10, respirabel, torakal, inhalerbar etc.)
- Areakoncentration
- Antalskoncentration
- Partikelstorleksfördelningar
- Kemiska sammansättning
- Biologiskt innehåll
- Radioaktivitet
- Löslighet
- Hygroskopicitet
- Partiklarnas form/morfologi

31

Nanoteknologi

Nanopartiklar kan ge material helt nya mekaniska, elektriska, magnetiska och termiska egenskaper. Tillämpningar av nanoteknologi ökar kraftigt.

Stora möjligheter men också hot!

32

Slutsatser

- F/UF partiklar (t.ex. $PM_{2,5}$) i utomhusluften är associerade med lung och hjärt & kärlsjukdomar i befolkningen.
- Största exponeringen sker inomhus (hög penetration till inomhusluften).
 - Kunskapen om källor och koncentrationer av F/UF partiklar i inomhusmiljöer är begränsad.
- Noggrannare exponeringsmått t ex. partikelantal, yta, partikelstorlek, löslighet/hygroskopicitet och kemisk sammansättning behövs till toxikologiska och epidemiologiska studier.

33

AEROSOLMÄTNINGAR

- Insamling – analys
 - Filterprovtagare
 - Impaktorer
 - Impinger
- Direktvisande
 - Optiska
 - Elektriska
 - Mekanisk resonansmätning

34

Olika normer för olika miljöer

- **Arbetsmiljön** (respirabel, torakal, inhalerbar fraktion)
Arbetsmiljöverket
- **Inomhusmiljöer** (inga gränsvärden för bostäder utom för radon)
Socialstyrelsen
- **Yttre miljö** (PM10, PM2,5)
Naturvårdsverket

35

Filter

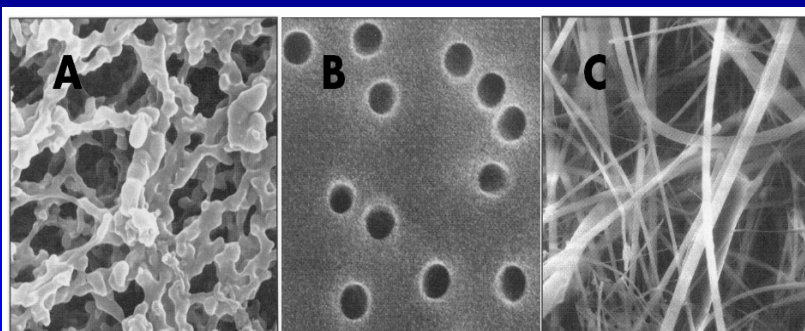
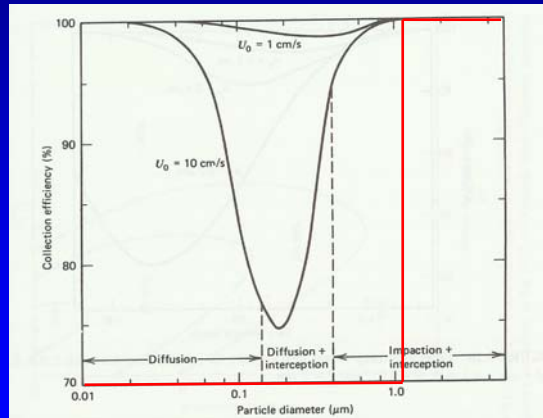


Figure 12.

Electron micrographs of **A:** membrane filter of cellulose ester, **B:** membrane filter with etched pores and **C:** glass-fibre filter. Magnification about 4000, 4000 and 1000 times, respectively.

36

Filter collection efficiency



37

Impaktorn

Separerar partiklar
 efter deras
 aerodynamiskt
 ekvivalenta storlek

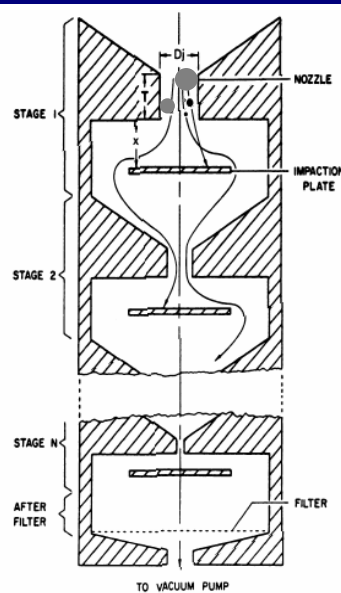

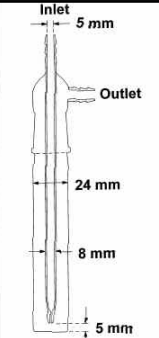


Figure 11.
 A cascade impactor. Reproduced from Willeke and Baron (1993).

38

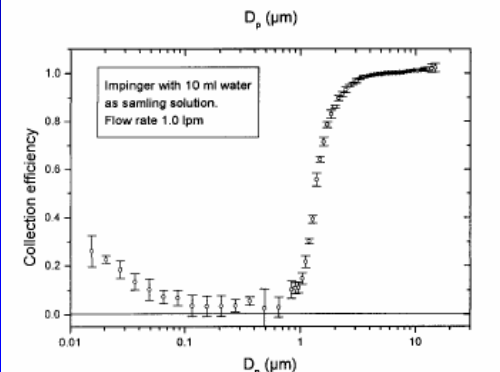
Impingern






Impinger collection efficiency
Spanne et al. (1999) Am. Ind. Hyg. J. 60

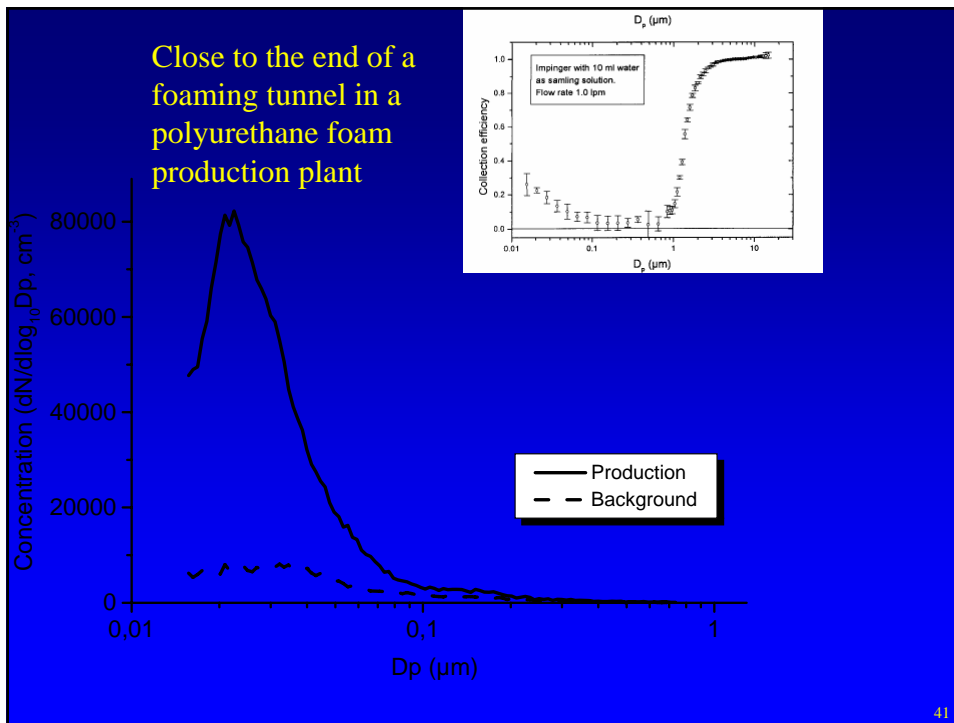
Insamlingseffektivitet



Flamlaminering med polyuretan

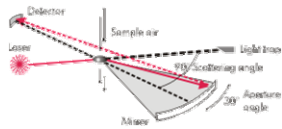
Flamlaminering med polyuretan



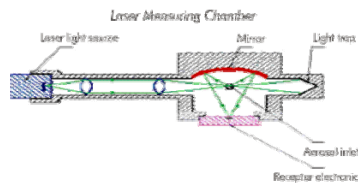


DIREKTIVISANDE INSTRUMENT

42



1. Optisk partikelräknare

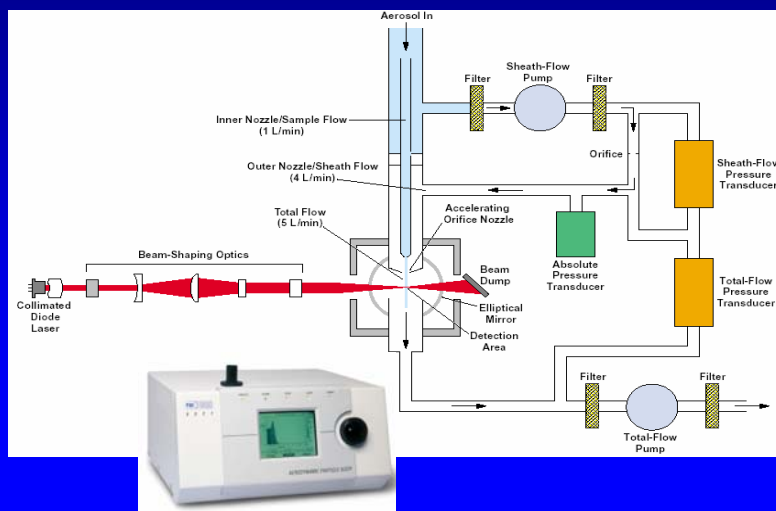


2. Fotometer – mäter ljusspridning från många partiklar

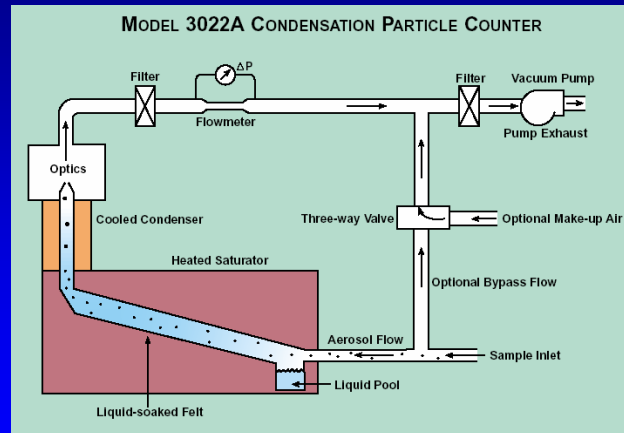


#107 Measuring Unit

Aerodynamisk partikelräknare (passagetidsmätning)

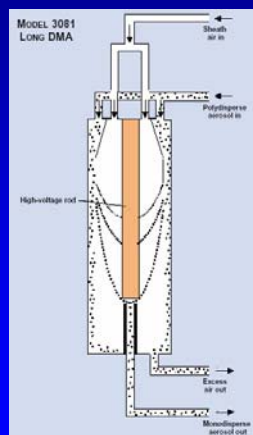


Kondensationskärneräknare för ultrafina partiklar

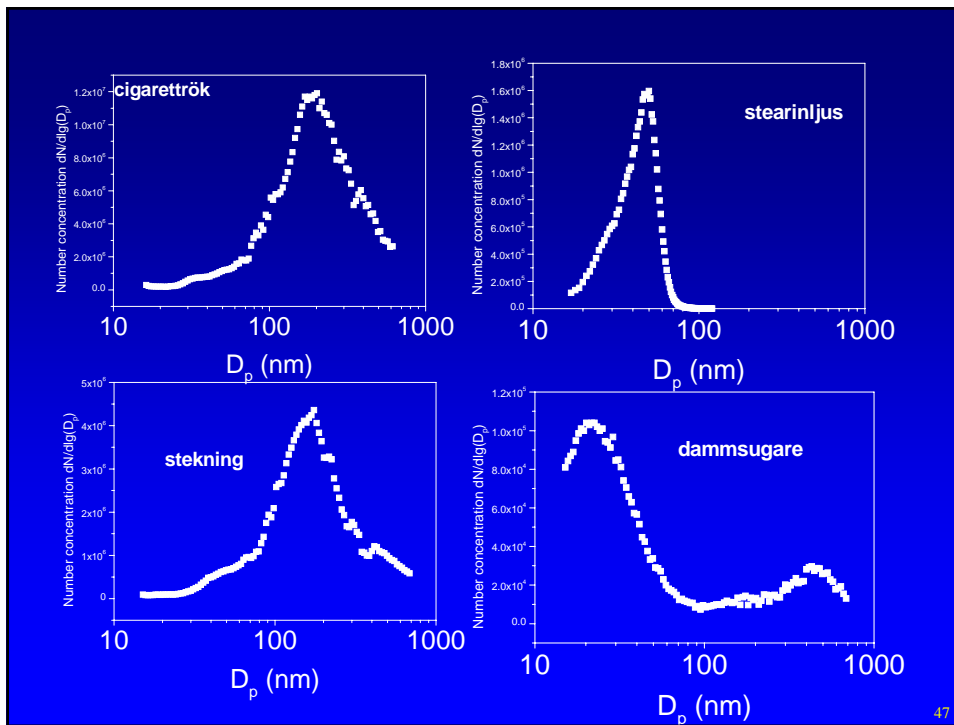


45

Elektrostatisk spektrometer för mätning av storleksfördelning av nanopartiklar



46



Aerosol Time of Flight Mass Spectrometer

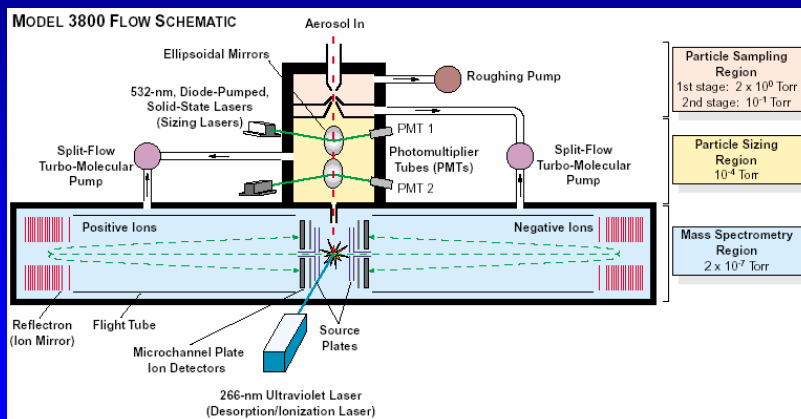


Figure 19.

The principal components of an aerosol mass spectrometer from TSI Inc. (Reproduced from the TSI sales prospect)

Sammanfattning

- Många olika mätprinciper och många olika kommersiella instrument
- Det finns ingen mätteknik som ger svar på alla frågor
- Idag är i princip alla normer baserade på masskoncentrationer vilket medför att gränsvärden och hälsoeffekter är relaterade till massvärden
- Vi behöver nya normer för nanopartiklar

49

Partiklar i inomhusmiljön - en litteraturgenomgång

Socialstyrelsen 2006-123-1

33

50