

2. Hvad er nanopartikler og nanomaterialer?

Ordet *nano* kommer fra græsk, hvor det betyder dværg. Nano er en måleenhed svarende til en milliardtedel (10^{-9}). 1 *nanometer* (nm) er én milliardtedel af én meter. *Nanopartikler* er begrebsmæssigt relateret til nanoskalaen, som udgør størrelser mellem 1-100 nm. De er defineret, som partikler med mindst én fysisk dimension i størrelsesordenen ca. 1 nm til 100nm (15; 16).

Der er endnu ikke videnskabeligt belæg for, at den nedre og øvre grænse på 1 og 100 nm medfører generiske ændringer i fysisk-kemiske egenskaber. Diskussionen om definitioner foregår fortsat i regi af ISO og EU's videnskabelige komité SCENHIR (17). Derfor kan de øvre og nedre grænser i fremtiden blive ændret, når mere viden bliver etableret.

'Nanomateriale' er et begreb, som har været brugt og defineret til at dække såvel nanopartikler som andre nanopartikelholdige materialer (ex nanokompositter, nanopartikelholdige pulvere og væsker) eller materialer med strukturer i nanoskalaen (ex nano-porøse materialer, nanostrukturerede overflader).

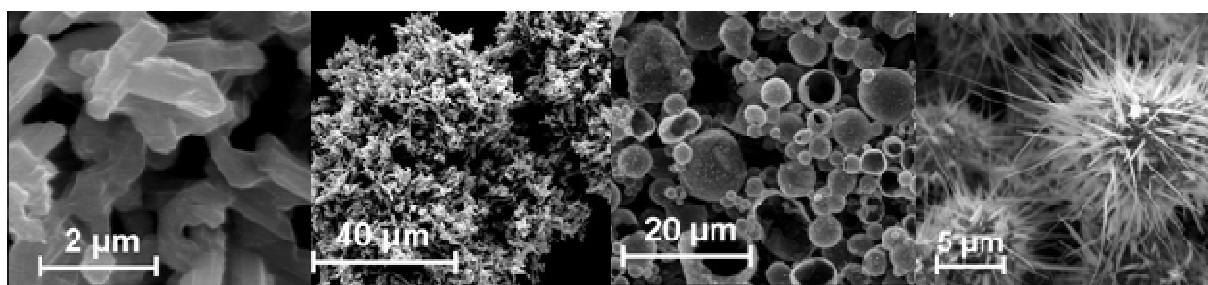
I kataloget anvendes ordet nanopartikler som en fællesbetegnelse for alle stoffer, hvor de primære partikler har mindst én dimension mindre end ca. 100 nm.

En nanopartikel er defineret af ISO som enten (16):

- Plader eller flager (1 dimension i nanoskalaen)
- Rør/fibre (2 dimensioner i nanoskalaen)
- Partikler (3 dimensioner i nanoskalaen)

Nye syntetiske nanopartikler kan dog have flere forskellige og komplekse geometriske former (se eksempelvis figur 2.1). De kan bestå af forskellige enkeltstående eller sammensatte primære partikler og kemiske overflademodificeringer. Hvordan man definatorisk og regulatorisk håndterer de komplekse former og sammensætninger, er endnu ikke afklaret.

Figur 2.1: Eksempler på nanopartiklers mangfoldighed



Eksempler på, hvor komplekse og mangfoldige nanopartiklers geometriske former kan være.

[\[http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/fnano/img/almanach200801.jpg\]](http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/fnano/img/almanach200801.jpg)

Nanopartiklers oprindelse

Partikler i nanostørrelse forekommer naturligt mange steder i atmosfæren. Der skelnes mellem følgende 3 typer af partikler:

- De *naturlige nanopartikler* dannes uden menneskelig indblanding og omfatter blandt andet kondensationsprodukter, små partikler fra vulkanudbrud og små partikler dannet ved afbrænding af organisk materiale (fx fra en skovbrand), samt en række biologiske molekyler såsom proteiner og DNA.
- De *industrielle biprodukter* dannes ved menneskelige handlinger. Disse inkluderer sod og partikler fra køretøjers udstødning og maskiner i industriel produktion, og de findes derfor i alle byer og nær en række industrielle processer (fx i svejserøg).
- De *syntetiske nanopartikler* designes med overlæg og fremstilles med et bestemt formål.

Syntetiske nanopartikler er en nyere gruppe partikler, som medarbejdere i stadigt større omfang kan blive udsat for på arbejdspladserne. De kan bestå af metal, metaloxid, silikat, karbid, eller organiske cellevægslignende stoffer - såsom peptider og fosforlipider. Nanopartikler kan også være dopede med andre grundstoffer og/eller kemisk overflademodificerede med uorganiske og organiske stoffer. Nanopartikler adskiller sig derfor oftest både størrelsesmæssigt og kemisk fra traditionelle kemikalier.

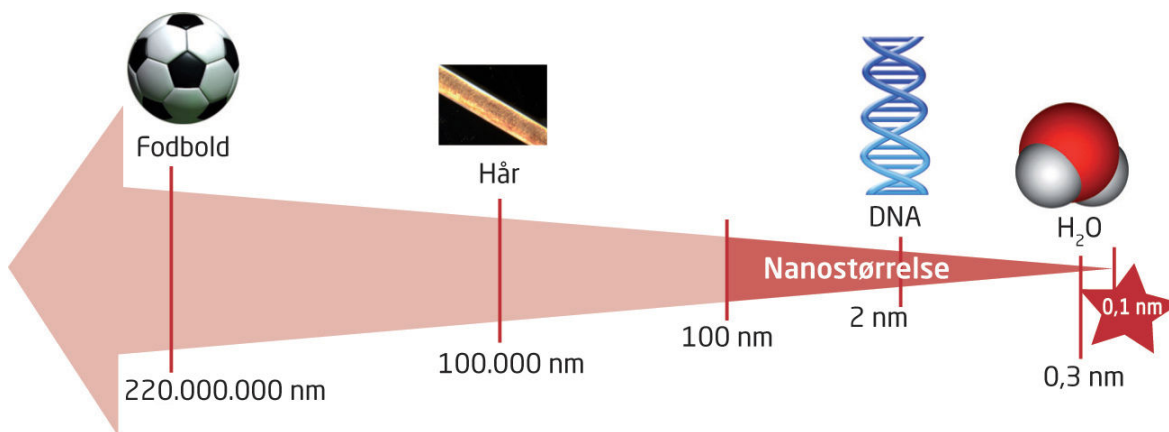
Nanopartikler påkræver sig stor opmærksomhed i arbejdsmiljøorganisationen, da der er mistanke om, at deres ringe partikelstørrelse og specielle fysisk-kemiske egenskaber, som netop gør dem anvendelige til en række industrielle formål, også kan forårsage sundhedsskadelige effekter. (10; 18)

I arbejdsmiljøarbejdet er det væsentligt at se på industrielle anvendelser af alle typer partikler, hvis de forekommer i unaturligt høje koncentrationer i arbejdsmiljøet. Man bør derfor holde øje med koncentrationen af alle typer af partikler i luften.

Nanopartiklers størrelse og overfladereaktivitet

Nanopartikler er så små, at de enkelte partikler ikke kan ses med det blotte øje. Som illustration på størrelsesordenen kan nævnes, at bredden af et almindeligt menneskehår er ca. 80.000 nm – altså næsten tusind gang større end selv de største nanopartikler. Figur 2.2 illustrerer nanoskalaen og størrelsen af nanopartikler i sammenligning med andre objekter.

Figur 2.2: Nanopartikler i sammenligning med andre objekter



Kilde: Danmarks Tekniske Universitet (19)

Når partiklers størrelse nærmer sig nanoskala ændres deres egenskaber ofte. Stoffer på en så lille skala opfører sig simpelthen fysisk, kemisk eller biologisk anderledes, end tilsvarende større partikler gør.

Nanopartikler har en meget stor overflade i forhold til deres masse. Når størrelsen af en partikel reduceres til nanostørrelse medfører det en betydelig forøgelse af partiklens specifikke overfladeareal. Det betyder, at der er relativt flere molekyler på overfladen, som kan reagere med omgivelserne. Da det næsten udelukkende er overfladen på en partikel, der er aktiv, medfører det, at nanopartikler i sammenligning med større partikler er mere reaktive.

Nanoguld: Et eksempel på synlige skift i egenskaber

Et eksempel på indflydelsen af disse to faktorer (overflade og kvantemekanik) kan findes hos guld. I nanoskala ændrer guld både synlige egenskaber og reaktivitet på trods af, at det er præcis det samme grundstof som almindeligt guld. Hvor almindeligt guld har en meget karakteristisk gul farve, kan nanoguld derimod bruges til at farve fx glas rødt. Ydermere er almindeligt guld et meget stabilt og ureaktivt materiale, hvorimod nano-guld kan være katalytisk aktivt. Nanoguld er interessant i en industriel anvendelse, fordi det blandt andet har interessante katalytiske egenskaber.

En partikel på 10 nm består af så få atomer, at ca. hvert tredje atom befinder sig ved overfladen. Netop andelen af atomer ved overfladen eller overfladens størrelse spiller en stor rolle for såvel den tekniske anvendelse af nanopartikler som af dets toksiske egenskaber. Tabel 2.1 illustrerer, hvor stor forskellen er på det samlede overfladeareal og partikelantallet som følge af partikelstørrelsen i 1 mg af et bestemt stof.

Tabel 2.1: Beregning af antal partikler og samlet overfladeareal i 1 mg partikler

Partikeldiameter	0,01µm (10nm)	0,1µm (100nm)	1µm (1.000nm)
Antal partikler	10^{15}	10^{12}	10^9
Samlet overfladeareal	3.000 cm^2	300 cm^2	30 cm^2