



<http://www.matnat.org>

Aerosoler och moln

Aerosoler

Aerosoler är partiklar som är på olika sätt blandade med luften. Partiklarna kan vara av olika ursprung och de kan bestå av en mängd ämnen och vara olika stora. Här beskrivs detta lite närmare i detalj. Hur de påverkar miljö och klimat tas också upp.

Aerosolpartiklarnas ursprung

Partiklar kan vara **naturliga**, det vill säga utan mänsklig inverkan, och de naturliga aerosolpartiklarna kommer då upp i troposfären genom att vindar blåser över marken och ger upphov till sandstormar i ökenområden som i Sahara och Gobi bland annat. Partiklar kan även bildas då saltvatten i världshaven blåser upp i stormar vid höga vågor (wave breaking), se Figur 1.



Fig 1: Så kallad bubbel-spräckning och jet-droppar kan också skicka upp saltvatten i luften.
Källa Wikipedia



<http://www.matnat.org>

Primära och sekundära aerosoler



Partiklar som sänds ut till atmosfären direkt vid jordytan kallas **primära** aerosolpartiklar.

Du kanske har känt doften av en julgran? Det är terpenener som dunstar från granens barr. Terpenener kan reagera med fria radikaler och Ozon i atmosfärens närmaste lager, troposfären. Då bildas så kallade **sekundära** aerosolpartiklar.

Fig 2. Julgranen doftar av terpenener.

Antropogena (männsligt bildade) aerosoler



Aerosolpartiklar kan även bildas i **antropogena** processer (av mänsklig aktivitet). Exempel på detta är utsläpp av föroreningar från industrier, biltrafik och förbränning av grenar och torkad koavföring. Då bildas en stor mängd sot. Sotet är stora "flak" av kolinnehållande föreningar blandat med oorganiskt material (salter) och organiskt kol. Det organiska kolet består mestadels av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) som bildas vid ofullständig förbränning.

Fig. 3 Majbrasa med rök



<http://www.matnat.org>

Aerosolpartiklars beståndsdelar

Aerosoler består av en mängd olika beståndsdelar. Från början av 1900-talet då man intresserade sig för utsläppen från vulkaner, antog man att aerosolpartiklar mest består av **oorganiskt** material så som svavel, kväve (från vulkaner), havssalt (från haven) och kisel, kalium och kalcium (från damm i öknar). Senare har man däremot upptäckt med hjälp av kemisk analys att en stor del av aerosolpartiklarna består av **organiskt** material från levande processer.

Mångkedjade sockermolekyler (polysackarider) som ansamlas på havsytan kan injeceras till atmosfären genom den typ av "wave breaking" som tidigare har nämnts. Dessa mångkedjade kolinnehållande (alltså organiska) föreningar kommer från växtalger.

Även de primära aerosolpartiklarna från vegetationen (terpener) kan omvandlas genom oxidation av Ozon till sekundära aerosolpartiklar är kolinnehållande (organiska).

Sot är också organiskt till viss del. Organiskt material kan ha kemiska och fysikaliska egenskaper som är viktiga för deras förmåga att bidra till molnbildning. De vattenlösliga delarna som "åldrats" på det organiska materialet kan på ett mindre svårt sätt tas upp av moln- och regndroppar.

Aerosolpartiklars storlek

Aerosolpartiklar kan vara av olika storlek. De allra minsta tillhör en kategori som kallas "nucleation mode" (alltså ny partikelbildning). Dessa partiklar är mindre än 10 nm i diameter. 1 nm är en miljontedels meter. I den storleksordningen handlar det om ett par molekyler eller joner upp till 10000 vattenmolekyler.



<http://www.matnat.org>

Nästa storleksindelning är "accumulation mode" (alltså ansamlingsmode). De partiklarna är (0.001 - 0.1 μm i diameter). 1 μm är en tusendels meter. Om partiklar har växt till i storlek från nucleation mode genom sammanslagningar med varandra eller genom upptag av vattenånga så kan aerosolpartiklar i "accumulation mode" **aktiveras** av vattenånga och bli molndroppar. Nedan visas några exempel på aerosolpartiklar:

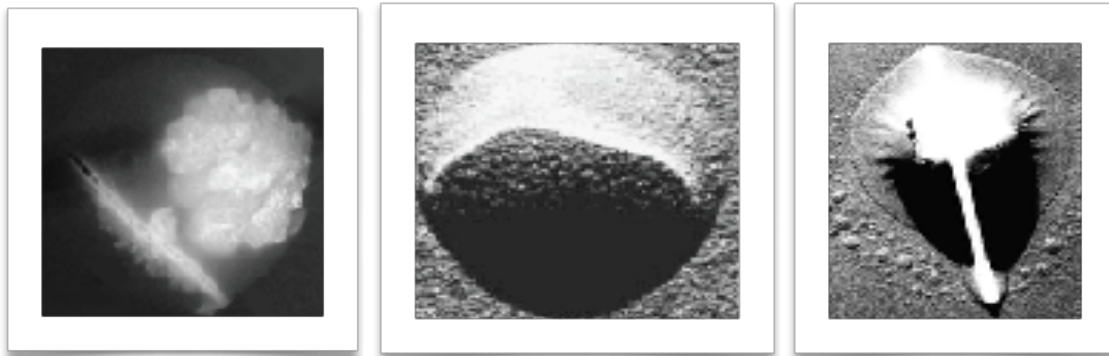


Fig. 4 a-c: Källa Leck och Bigg. Blandningar av biologiska beståndsdelar, syra och salt.

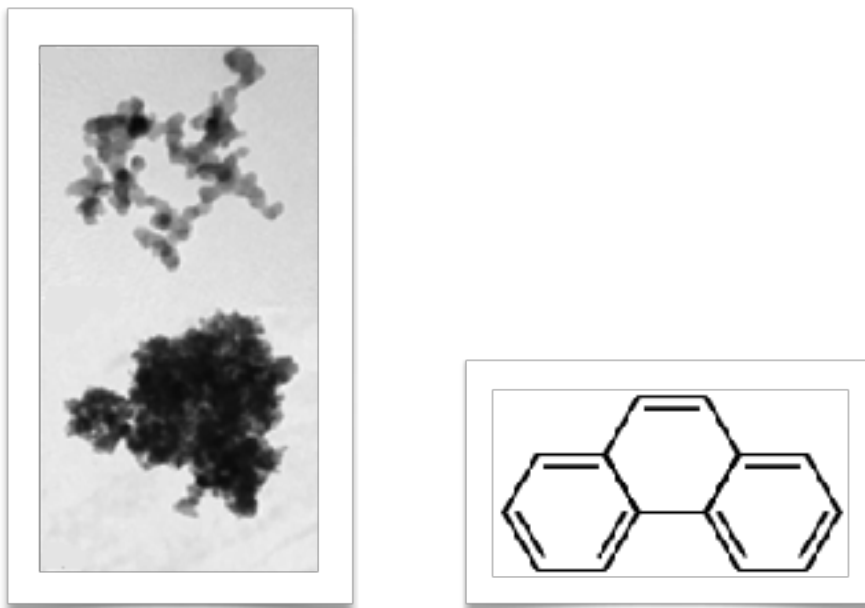


Fig. 5 a) Sot i kedjor och fraktala (oregelbundna) mönster. b) PAH - fenantren



<http://www.matnat.org>

Partiklar kallas ibland PM 1 och PM 5. Det står för Particulate Matter och 1 respektive 5 står för mikrometers storlek. Dessa partiklar är skadliga att andas in under längre tid och man bör bära ansiktsmask när man arbetar vid rökiga eller dammiga förhållanden.

μm mikrometer

Hygroskopiska aerosolpartiklar

Aerosolpartiklarnas förmåga att ta upp vattenångor kallas **hygroskopitet**. Det innebär att olika typer av partiklar är olika hygroskopiska. Salpetersyra HNO_3 och Svavelsyra H_2SO_4 är mycket hygroskopiska och bildar därför lätt molndroppar. Vissa organiska ämnen så som vissa aminosyror och sekundära aerosolpartiklar från till exempel vegetationen är delvis lösliga i vatten och därför mindre hygroskopiska.

Sot är inte hygroskopiskt alls, utan kräver att det "åldras" genom att det blandas med andra ämnen och oxideras under transport genom atmosfären. De kemiska och fysikaliska egenskaperna hos aerosolpartiklarna påverkar hur "bra" de är på att ta upp vatten.

Aerosolpartiklar har en relativt kort livstid i atmosfären. Genom att partiklarna så småningom "faller" till mark eller havsytan eller "fastnar" på träd och annan växtlighet (torrdeponering) eller tas upp i moln eller regnar bort (våtdeponering) så brukar man räkna med att aerosolpartiklar uppehåller sig i atmosfären mellan ett par timmar till ett par veckor beroende på tid och plats på Jorden.



<http://www.matnat.org>

Indirekt och direkt effekt samt CCN

Aerosoler har en påverkan på klimatet genom att de tar upp (absorberar) inkommande solstrålning och sprider denna och även reflekterar solstrålning tillbaka till rymden. Om solstrålningen absorberas så värmer den atmosfären. Det gör till exempel sotpartiklar. Om solstrålningen sprids eller reflekteras så "kyler" partiklarna Jorden. Detta är aerosolernas **direkta effekt**.

En första **indirekt** effekt består i att aerosolpartiklarna verkar som **kondensationskärnor** (CCN - cloud condensation nuclei). Det innebär att partiklarna underlättar för vattenånga som avdunstat från hav och land att kondensera. Det betyder en övergång från gasfas till flytande fas. Utan kondensationskärnor så krävs det att luften är övermättad med vattenånga för att kunna bilda droppar. Se på ett exempel från Arktis (området kring nordpolen) där luften är så ren att bristen på kondensationskärnor hindrar vattenångan att bilda molndroppar:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=EneDwu0HrVg

Aerosoler, Albedo och molnbildning

Bildas många molndroppar av en viss mängd vattenånga, så blir molndropparna mindre än om få molndroppar bildas, så sprider de mer ljus och molnen blir vitare. Vitare moln reflekterar mer ljus än mörka moln (som alltså har färre, men större, molndroppar) och därför "kyls" Jorden av.



<http://www.matnat.org>

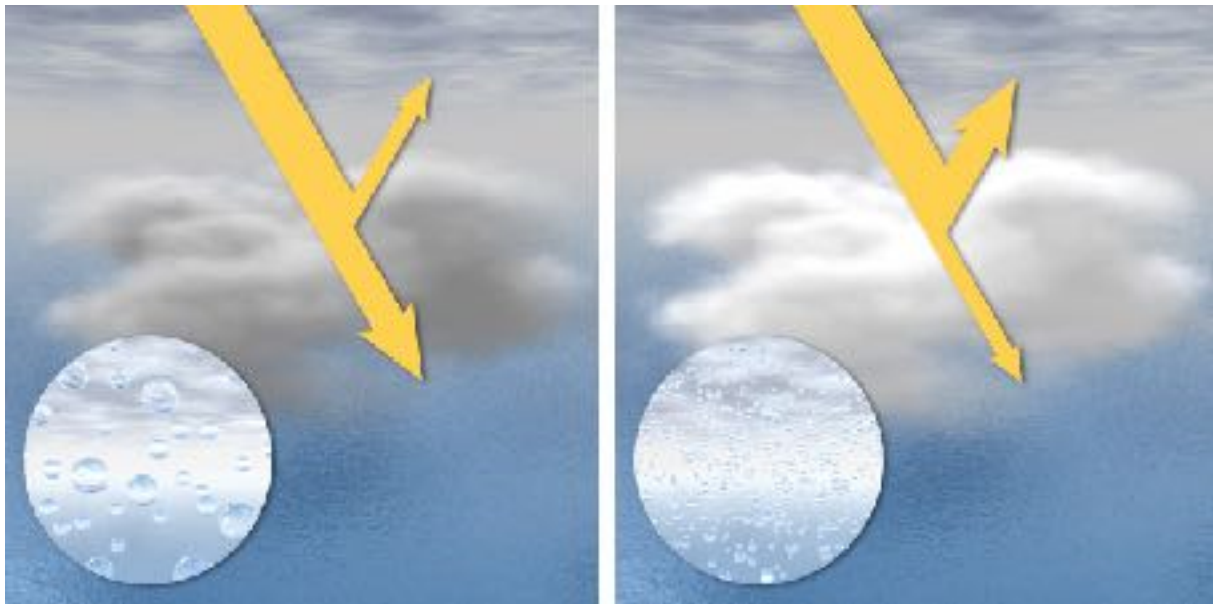


Fig. 6: Tv stora molndroppar = få partiklar, "rent" moln, Th små molndroppar = mycket partiklar, "smutsigt" moln Källa NASA

En **andra indirekt effekt** är att genom att färre stora molndroppar bildas när det finns många kondensationskärnor tillgängliga för aktivering så är det lägre sannolikhet för att molnen regnar (eftersom regndroppar är större än molndroppar). Molnen blir då mer långlivade och hinner med att reflektera bort inkommande solljus under än längre tid.

Hur mycket solljus som en viss yta av Jorden reflekterar (det som inte tas upp och absorberas) kallas Albedo. Albedot är alltså mycket större för isbelädda områden som glaciärer och på vintern i tempererade områden, som till exempel i Sverige på vintern, än över mörkt hav. Moln kan därför till stor del öka (eller minska) albedot i områden där moln bildas. Denna effekt är mycket svår att förutsäga och är därför en större osäkerhet i klimatmodeller.



<http://www.matnat.org>

Moln är en osäkerhet i Klimatmodeller

Den direkta effekten och de två indirekta effekterna anser FN:s klimatpanel, IPCC, vara de största osäkerheterna då det gäller att bestämma hur framtidens klimat kan se ut. Det beror på att forskarna vet för lite hur aerosoler och aerosolernas påverkan på molnbildningen, men det beror också på att beskrivningen av så "små" saker som aerosolpartiklar och moln inte på ett tillräckligt bra sätt kan tas med i en global klimatmodell.