

Doktor Schnabels høyeffektive ansiktsmaske – og den glemte betydningen av elektriske ladninger for klima og miljø

av Rein André Roos og Anya van Wijk



Oversatt til norsk og tilrettelagt av
Einar Flydal, Else Nordhagen og Jorun Monrad¹

¹ Originalartikkel: «Dr. Schnabel's HEPA filter», Forgotten Pollution Series Vol. I, 2020, Forgotten Pollution Society, 6, La Pichotière, 61340 Perche en Nocé, France, Forgotten.Pollution.Society@gmail.com.

(blank side)

Forord til den norske oversettelsen

Budskapet i denne teksten var så kontroversielt under korona-pandemien at jeg ganske enkelt ikke turde slippe ut en norsk oversettelse våren 2020: Med den heksejakten som da foregikk mot enhver utfordrende tanke, ville den kunnskapen som legges fram her, kontant blitt stemplet som «konspirasjonsteori» – og deretter avvist og glemt. Men nå i februar 2023, når Cochrane Library ennå en gang har konkludert med at det ikke fins grunnlag for å hevde at munnbind kan begrense virusssmitte (<https://doi.org/10.1002/14651858.CD006207.pub6>), og Folkehelseinstituttet starter en epidemiologisk undersøkelse av munnbinds effektivitet og understreker at nytten hele tida har vært usikker, kan vel utfordrende kunnskap som viser hvorfor det er slik, lettere godtas.

Da pestbølgene herjet i Europa fra 1600- til 1800-tallet, ble egne pestleger gjerne leid inn av byrådene. Charles de Lorme, (1584 – 1678), legen til Ludvig XIII og flere fra huset Medici, har fått æren forutforming av en drakt, maske og stav som mange av dem gikk med. Dette utstyret anses i dag mest som karnevalsdrakt. Her får vi presentert et ganske annet bilde: Utrustningen ser ut til å ha vært like effektiv som moderne, høyeffektive partikkelfiltre. Her får vi vite hvorfor. – Men det stopper ikke der:

I oppslagsverk som Norsk Medisinsk Leksikon, fremmedordbøker eller Wikipedia, får vi vite at den dominerende smitte-teorien fram til oppdagelsen av mikrober - *miasmeteorien* - var basert på overtro. Også dette viser seg å være utslag av kunnskapen om elektrisitet har gått i glemmeboka.

De to franske forskerne Rein André Roos² og Anya van Wijk³ viser oss at kunnskap om de elektriske egenskapene til små, svevende partikler - *aerosoler* - er avgjørende både for å drive effektive vernetiltak mot pandemier og for å forstå vår tids klimaproblemer. Og de gjør det forståelig selv for en ikke-teknolog. Slik blir historien om dr. Schnabel ikke bare et tips om hvordan man kan lage effektive masker og bedre smittevernet, men også en kreativ, underholdende og interessant bevisførsel for rollene til røkelse og parfyme, eksos og industriutslipp for helse og miljø. De minner oss om at ulike slags elektriske krefter påvirker våre liv mer enn vi vanligvis tenker på.

Det var Arthur Firstenbergs bok *Den usynlige regnbuen – Historien om elektrisiteten og livet* (2018) som åpnet øynene mine for hvor fullstendig avhengig alt liv er av jordklodens store elektriske kretsløp. Så kom jeg over Rein André Roos' bok *The Forgotten Pollution* fra 1996. Den ga en helt ny forståelse som denne artikkelen gir en liten smakebit av.

Rein André Roos og *Anya van Wijk* to har hentet kunnskap der den er å finne, forenklet den, og har turt å låne tanker fra eksotiske forståelsesformer. Slik blir det morsomt å sette seg inn i avansert naturvitenskap. En stor takk for at de ga oss oversetterne frie tøyler med Dr. Schnabel!

Einar Flydal, februar 2023

2 elektronikkingeniør med lang erfaring fra industri og forskning i Frankrike og Nederland, spesielt innen aerosoler og luftforurensning. En ekstremt vidtfavnende og kreativ forsker. Rein André Roos døde uventet 17. september 2022.

3 statsviter og etnolog, med kinesisk medisin som spesialitet.

Innhold

0. Sammendrag
1. Aspektet JORD (1): Epidemiologi
2. Aspektet METALL: Aerosoler og unnslippelsesområdet
3. Aspektet METALL (2): Jordas aerosol-syklus
4. Aspektet VANN: Kondensasjonsskjerner
5. Aspektet TRE: Kjemikerne: Nostradamus og Pasteur
6. Aspektet ILD: Personlig verneutstyr
7. Aspektet ILD (2): Dr. Schnabels verneutstyr
8. Aspektet ILD (3): Foto-ionisering
9. TEST: Filteret bedres ved bruk av elektrisitet
10. TEST: Filteret bedres med parfymedamp
11. Lærdom å ta med seg: Aerosolenes betydning for klimaet
12. En tenkt praktisk anvendelse i smittens tid

0. Sammendrag

Epidemiologi-faget tok lenge utgangspunkt i teorier som bygde på *miasmer*, eller dårlig luft. Man antok at mikrober dannet seg spontant - på latin *generatio spontanea* - og så ble overført gjennom luft. Dårlig luft var altså overføringsmekanismen.

Pasteur og Tyndall påviste at bakterier ikke utviklet seg spontant, og at de hovedsakelig spredte seg gjennom kontakt eller hoste, altså ved hjelp av tyngdekraften. Miasmeteorien dager var dermed talte. Men Coulier oppdaget at det fantes noen mye mindre partikler, blant annet virus, som kan spre seg både over store avstander og gjennom kontakt. Sammen har dette resultert i anbefalinger i øst og vest om hvor stor avstand man bør holde og om hva man bør gjøre når man spytter eller hoster.

Ekspertene i aerosolteknologi vet imidlertid at virus ofte benytter seg av jordklodens elektriske egenskaper til å sveve i luften i lang tid, og at de også kan feste seg til overflater. Dette visste – på en eller annen måte – de som ble kalt «doktor Schnabel» allerede tidlig på 1600-tallet. Nylige eksperimenter basert på denne kunnskapen viser at doktor Schnabels personlige verneutstyr kan avdekke hvordan miasmeteorien faktisk har noe å bidra med i kampen mot luftbårne virus.

Denne teksten er en del av en serie utgitt av

FORGOTTEN POLLUTION SOCIETY
6, La Pichotière,
61340 Perche en Nocé, France
Forgotten.Pollution.Society@gmail.com



EARTH



FACET: REVENUE MODEL, TESTS, RESULTS, APPROACH CHANGE 004-026EAR



Figur 1-1: En merkelig fremtoning skremte barna den gangen (fra kobberstikk 1656)



Figur 1-2: Merkelige fremtoninger skremmer folk i dag (tidlig i 2020)

1. Aspektet JORD (1): Epidemiologi

Epidemiologi-faget har siden antikken - i Europa, India og Kina - vært basert på *miasme*, som betyr dårlig luft. Man antok at forurenset luft var kilde til sykdommer som kolera, pest og malaria. På 1800-tallet oppdaget man *mikrober*, og den rådende teorien ble da at slike sykdommer skyldtes mikrober.

Når pester herjet på 1600-tallet kunne man i europeiske byer treffe på en merkelig utstyrt fremtoning som vandret over jordene og skremte barna. Ved nærmere ettersyn viste det seg å være en lege, også kalt *doktor Schnabel*, som var på vei til en peстыk pasient.


Illustrasjonen (Fig 1-1) er del av et kobberstikk fra 1656. Drakten er en kopi av den som doktor Charles Delorme (1584-1678) hadde utviklet. I 1619 tok Delorme, som var hofflege for Ludvig den 13., i bruk en slik vernedrakt, og den skal vi beskrive i detalj. Drakten ser ut til å ha fungert bra for oppfinneren, for Delorme oppnådde en usedvanlig høy alder: Han ble 94 år.

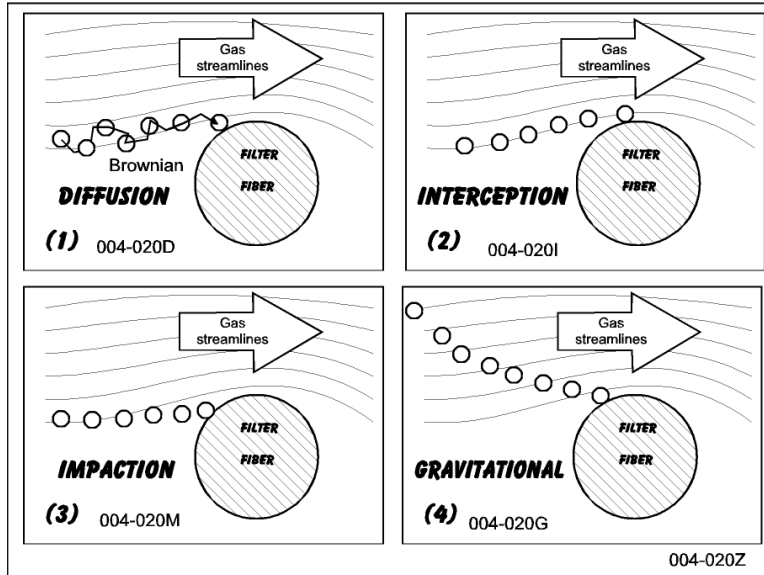
Drakten til doktor Schnabel kan vi se som en tidlig utgave av *personlig verneutstyr* (også kalt PPE, Personal Protection Equipment). Den består av vernedrakt, hjelm, briller, maske, osv. og har som formål å beskytte brukeren mot skade og, i tilfelle virus, mot infeksjon. Nærmere bestemt må utstyret verne mot en rekke problemer: fysiske, elektriske og kjemiske, og mot varme og mot biologiske og luftbårne partikler. Disse utgjør ulike sider ved miljøet, eller ulike *aspekter*.

I følgende kapitler vil vi se nærmere på hvordan utstyret verner mot de forskjellige utfordringene. Vi deler opp *aspektene* omtrent som det gjøres i det mer enn 2 500 år gamle systemet *De fem elementer*, et system som brukes med gode resultater i tradisjonell kinesisk medisin, og dessuten i kampsport, arkitektur, musikk, militærstrategi, astrologi, kosmiske sykluser, m.m..

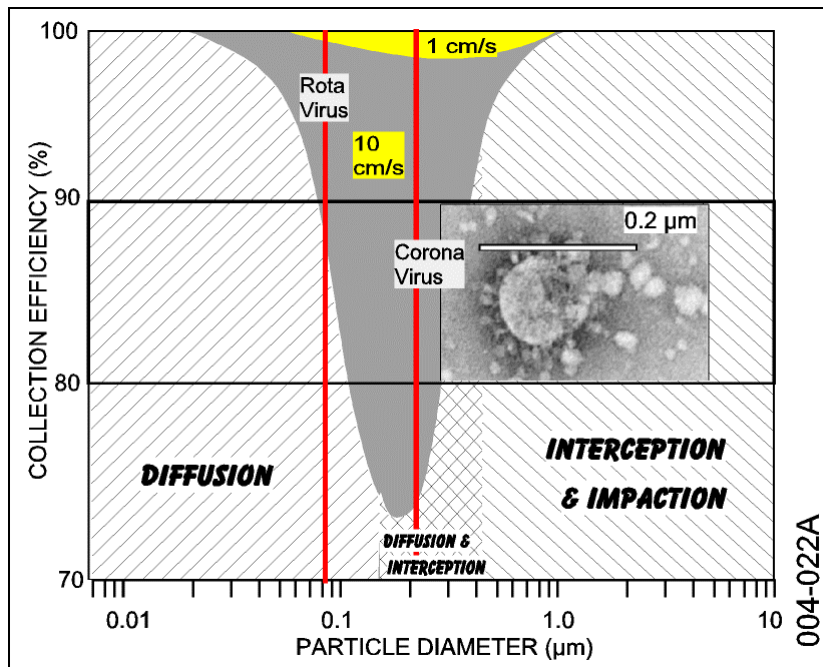
Vi vil derfor anvende tabellen nedenfor på verneutstyret til legen, som så langt ser ut til å ha klart å beholde helsen:

Tegn	Sesong	Element	Farge	Aspekt
土 (tǔ)	Høste	Jord	Gul	Nåtid
金 (jīn)	Høst	Metall	Sølvhvit	Aerosol
水 (shuǐ)	Vinter	Vann	Mørkeblå	Fysisk
木 (mù)	Vår	Tre	Grønn	Organisk
火 (huǒ)	Sommer	Ild	Rød	Elektrokjemisk

METAL		FACET: AEROSOL, GAS, BAD AIR, POLLUTION, FILTERS	004-024MET
-------	---	---	------------



Figur 2-1 De vanlige filtreringsmåtene for å fange opp partikler fra en luftstrøm: (1) spredning, (2) innfangning, (2) innslag, (4) avsetning på grunn av tyngde



Figur 2-2 Oppfangingseffektivitet (loddrett) og partikkelstørrelser (vannrett): Når de nevnte filtreringsmåtene ses under sett, ser vi et unnslippelsesområde som man gjerne glemmer. I dette området befinner blant annet virus seg.

2. Aspektet METALL: Aerosoler og unnlippelsesområdet

Vi er omgitt av forskjellige typer luftbårne partikler som støv, røyk, tåke, «smog» og nesten usynlig dis. Siden 1920, det vil si i omtrent 100 år, har vi kalt slike partikler for *aerosoler*, luft som inneholder flytende eller faste partikler som svever i den. (Begrepet må ikke forveksles med innholdet fra såkalte spraybokser, også kalt *aerosolspraybokser*, som ble populære etter 2. verdenskrig.)

Aerosoler oppfører seg på mange uforutsette måter, og de påvirker ikke bare hva vi ser av våre omgivelser: De har konsekvenser for helse, nedbør, klimaendringer og andre aspekter. (Se *Kap. 11. Lærdom å ta med seg: Aerosolenes betydning for klimaet.*) Et eksempel på en slik *uventet adferd* ser man når man vil filtrere bort aerosoler. Filtrering kan skje ved hjelp av flere ulike mekanismer, og det er summen av disse mekanismene som avgjør hvor effektivt et filter vil være.


De mekanismene man vanligvis regner med, er disse (se Figur 2-1):

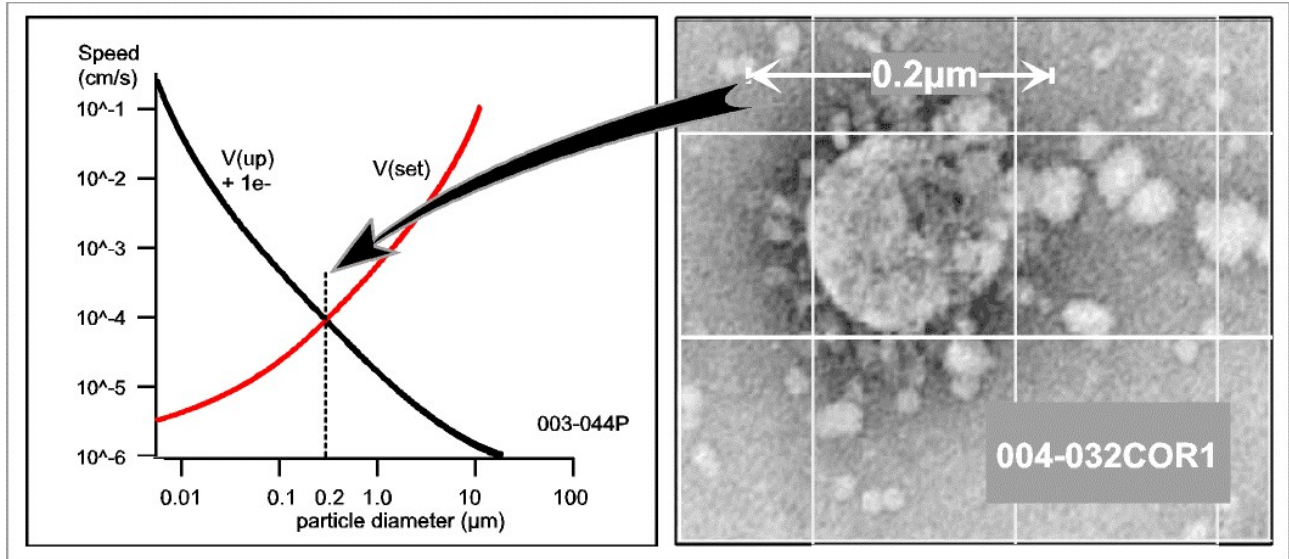
1. **Spredning:** Den brownske bevegelsen til disse usynlige partiklene som er under én tusendels millimeter store, er tilstrekkelig til at de fester seg til fibre i filteret,
2. **Innfanging:** Partiklene følger gasstrømmen. Når denne gasstrømmen er så nærme filteret at partiklenes radius er større enn avstanden mellom strømmen og fibre i filteret, vil partiklene feste seg til fibre. Denne typen fangst er svært avhengig av lufthastigheten.
3. **Innslag på grunn av treghet:** Partikler fester seg til filteret når de på grunn av treghet ikke kan følge med på gasstrømmens kursendringer langs fibre. Som følge av dette slår partiklene inn i og fester seg til filterets fibre.
4. **Avsetting på grunn av tyngdekraften:** Hvis partiklene er spesielt tunge, vil tyngdekraften påvirke dem mer enn kreftene i luftstrømmen gjennom filteret. Da avsettes partiklene slik som vist i Figur 2-1-4.
5. **Elektrostatisk tiltrekking:** Denne mekanismen blir vanligvis «glemt» fordi det er vanskelig å måle ladningen på fibre og partikler. Derfor går man ut fra at denne mekanismen ikke fins, noe som er en alvorlig feil.

Unnlippelsesområdet

Når man lager et filter som kombinerer faktorene 1 til 4, men glemmer faktor 5, dannes det et «hull» som gjør at usynlige partikler med visse størrelser ikke blir fanget opp. Dette «hullet» kalles *unnlippelsesområdet*, eller *Greenfield-gapet*, oppkalt etter S. Greenfield. Størrelsen på dette området og hvor effektivt partiklene slipper gjennom, avhenger av hvor raskt lufta strømmer gjennom filteret.

Koronaviruset er så lite at det mest sannsynlig slipper gjennom et slikt filter: se Figur 3, bilder til høyre (H) og venstre (V).

METAL		FACET: AEROSOL, GAS, BAD AIR, POLLUTION, FILTERS	004-024MET
--------------	---	---	------------



Figur 3 H&V: Høyre: Et koronavirus. Venstre: Bevegelseshastigheten til 0,2-0,3 μm store partikler med (-) negativ ladning på 180 V/m i vindstille. Vset =fallhastighet, V(up) hastighet oppover, begge på grunn av elektrostatiske tiltrekking.

d_p		Charge on aerosol particles (e-)								
μm	$\bar{N}(e^-)$	<-3	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	>+3
0.01	.007				0.3	99.3	0.3			
0.02	.104				5.2	89.6	5.2			
0.05	.411			0.6	19.3	60.2	19.3	0.6		
0.1	.672		0.3	4.4	24.1	42.6	24.1	4.4	0.3	
0.2	1.00	0.3	2.3	9.6	22.6	30.1	22.6	9.6	2.3	0.3
0.5	1.64	4.6	6.8	12.1	17.0	19.0	17.0	12.1	6.8	4.6
1.0	2.34	11.8	8.1	10.7	12.7	13.5	12.7	10.7	8.1	11.8
2.0	3.33	20.1	7.4	8.5	9.3	9.3	9.3	8.5	7.4	20.1
5.0	5.28	29.8	5.4	5.8	6.0	6.0	6.0	5.8	5.4	29.8
10.0	7.47	35.4	4.0	4.2	4.2	4.3	4.2	4.2	4.0	35.4

004-031BOLTZ3

Figur 3-3. Fordelingen av ladninger i aerosol-partikler ved Boltzmann-likevekt. Fete tall markerer de partiklene som er farlige for planeten og de som befolker den.

3. Aspektet METALL (2): Jordas aerosol-syklus

Aerosol-fagfolkene har vært interesserte i partikler med sterke ladninger: Elektrostatiske krefter er grunnlaget for utstyr for luft-“rensing”. Bare de mest eksentriske forskerne har vært interessert i de mindre, usynlige partiklene med svake ladninger. Men det er nettopp denne *glemte forurensningen* som er ansvarlig for en del av de største problemene vi står overfor:

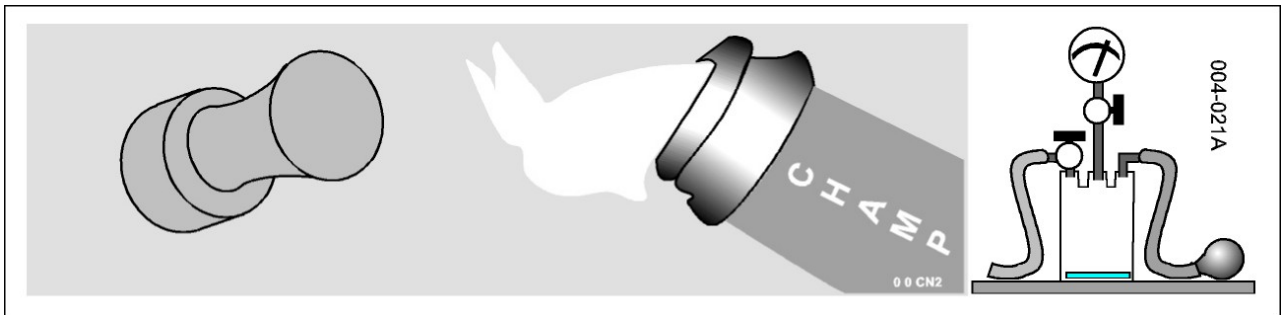
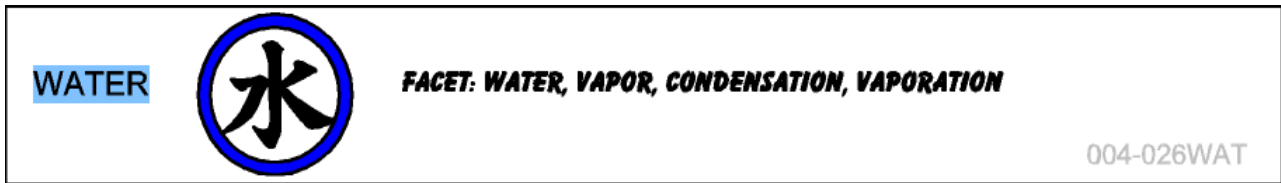
**oversvømmelser,
kraftige stormer,
klimaendringer,
voldsomme skogbranner,
at byene kveles,
spredning av virus,
m.m. ...**

Aerosol-partikler som kommer fra bakken, har ofte en negativ ladning. Jorda selv er negativt ladet, og elektrosfæren som omgir jorda, er positiv. Denne potensialforskjellen skaper jordklodens elektrostatiske felt, som i rolig, pent vær har en verdi som varierer fra 100 til 300 V/m. Om natta svever et stort antall av disse negativt ladede aerosolpartiklene i lufta. Så letter de og danner morgendisen når jorda varmes opp. Om ettermiddagen vender disse partiklene tilbake, fordi sollyset har fjernet den negative ladningen i disen gjennom foto-ionisering (lys-ionisering) av partiklene.

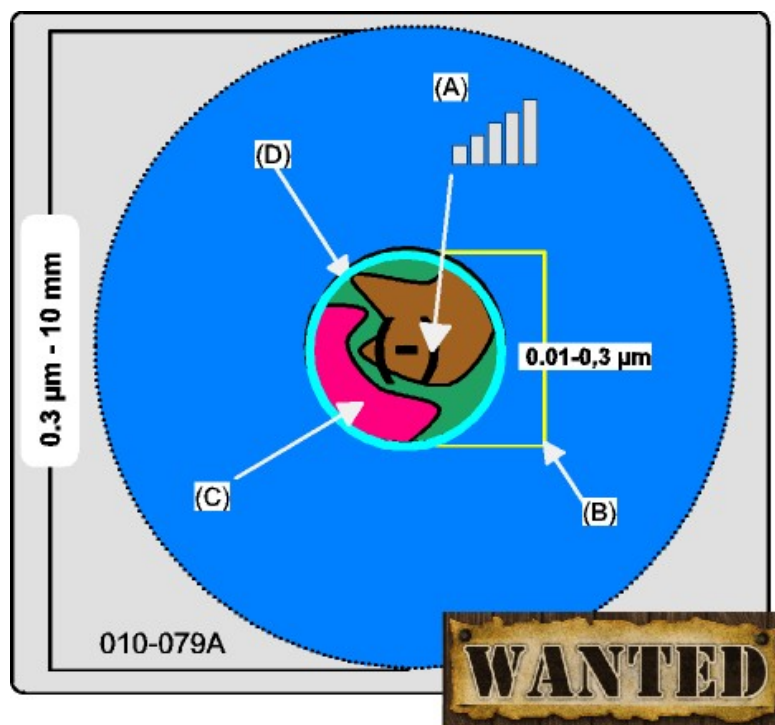
Positivt ladede partikler i lav høyde skapes av radioaktiv virksomhet i jordskorpa og av forbrenningsprosesser, for eksempel fra biler. Disse partiklene blir tiltrukket av bakkens negative ladning og tas dermed ut av kretsløpet. Partikler av ulike størrelser i et naturlig ionisk miljø danner en fordeling av ladninger som kalles for **Boltzmann-likevekten (B-E)**, se Figur 3-3:

B-E viser at en partikkel med koronavirusets dimensjoner (0.2-0.3 μm) har i snitt en ladning på ett elektron. Hvis vi antar at denne partikkelen møter et elektrostatisk felt på bakken på 180 V/m, vil den elektriske (Coulomb-)kraften som er rettet oppover, være like stor som den kraften som er rettet nedover, og partikkelen forblir ikke bare **svevende**, se figur 3-(V), men den bruker til og med **Greenfield-gapet** til å spre seg! Det er derfor ikke til å undres over når avisa *The South Chinese Morning Post* kan fortelle følgende:

"Koronavirus kan spre seg dobbelt så raskt som det som offisielt er 'sikker avstand' og holde seg i lufta i 30 minutter, finner en kinesisk studie."



Figur 4-1V&2H: Venstre: En enkel måte å påvise at slike usynlige partikler fins: adiabatisk ekspansjon med en sjampanjeflaske. Høyre: En mer vitenskapelig måte: Øk trykket med håndpumpa. Reduser trykket ved å åpne ventilen på venstre side og tilsvarende "røyk" vil komme ut av slangen til venstre.



Figur 4-3 Kondensasjonskjerne (CN): (A) Elektriske ladninger og ømfintlighet for UMTS, dvs. 3G mobiltelefoni, (B) Størrelsen er rundt 50-delen av en gjennomsnittlig menneskecelle på 10 -15 μm . (C) Partikkelen er dekket av organisk materiale. Partikkelens kjerne inneholder ofte kjemiske stoffer som NO, NO_x, NO₂, SO₄. Partiklene er dekket av et vannlag, som gir dem langt større diametere.

4. Aspektet VANN: Kondensasjonskjerner

Det var kirurgen P. J. Coulier som i 1875 brukte de hydrologiske egenskapene til disse usynlige partiklene, som viruser, til å gjøre dem synlige, se Figur 4-1V&2H. Han fant faktisk opp *kondensasjonskjernetelleren* (CNC), som så ble gjenopfunnet av Sinclair i 1974. Med dette instrumentet viste han at Pasteur hadde hatt flaks i sitt arbeid med «spontan skapelse» – *generatio spontanea*. For det næringspreparatet som Pasteur brukte, passet spesielt godt for bakterier. De små kondensasjonskjernene (CN), som er under en mikron, 0,2 – 0,3 µm, som også gikk gjennom hans måleapparater, fikk ikke Pasteur øye på. [Hadde Pasteur dyrket fram virus, ville han altså ikke funnet dem. O.a.]

Kjennetegn ved kondensasjonskjerner, CN og CCN (se Figur 4-3):

(A) En ladning på en kondensasjonskjerne (CN) gjør den følsom for bakkens elektriske felt, men også for det modulerte [dvs. lavfrekvent pulsed] feltet fra lokale GSM-sendere og fra andre mikrobølgesendere. (Følgene av dette, herunder virkningene fra framtidens 5G-system, er fortsatt ikke undersøkt.)

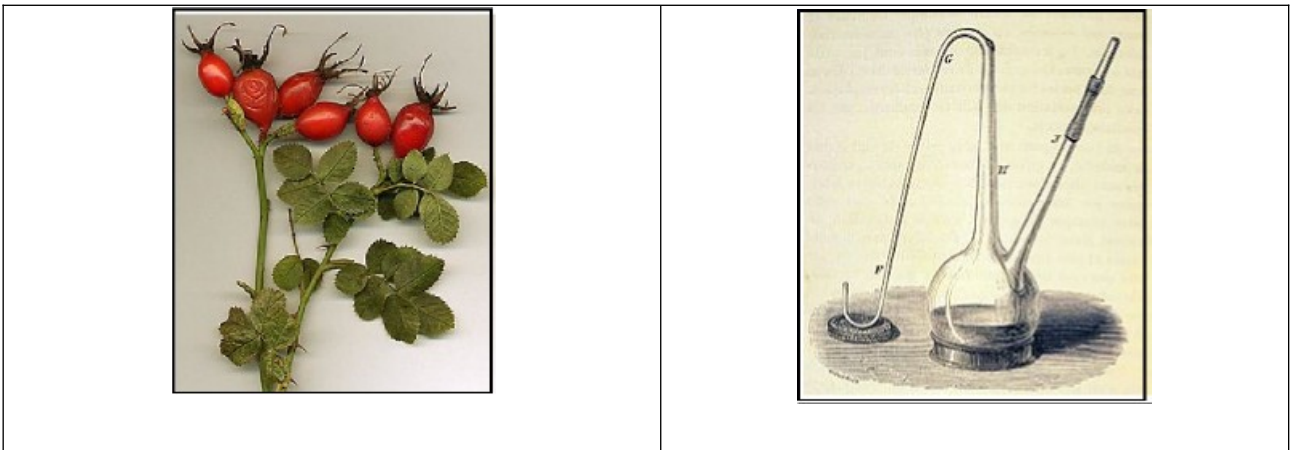
(B) Kondensasjonskjerner har slike størrelser at de kan havne og feste seg dypt nede i lungene, på steder der det ikke fins *makrofager*, som er deler av immunforsvaret som «spiser» skadestoffer.

(C) Tjærelag på kondensasjonskjerner inneholder hormon-hermere, *polysyklisk aromatiske hydrokarboner* (PAHer), som i sigarettøyk.

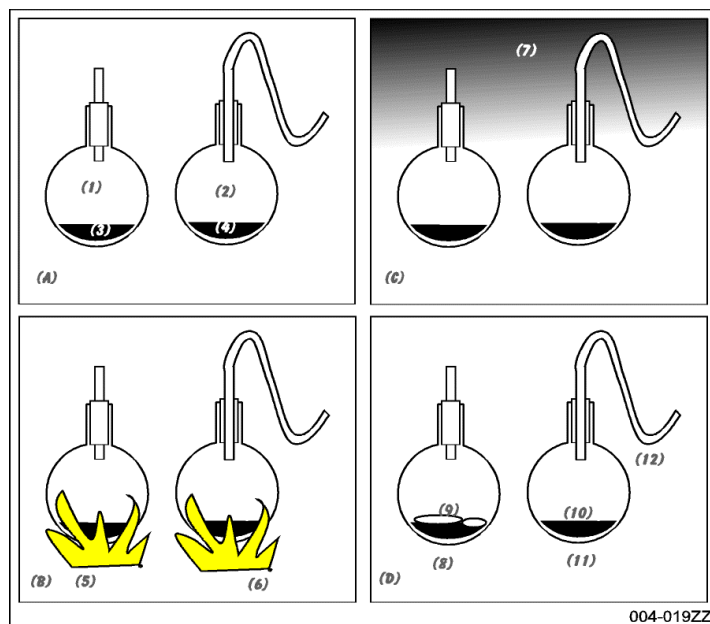
(D) Over hele kloden spres det tungmetaller og kjemikalier som svovel og nitrogenoksider i form av kondensasjonskjerner. De spres ikke minst fra millionvis av biler med katalysatorer som «antiforurensningsfiltre», fra gjenvinning av slike filtre og fra industriens renseaktiviteter for å fjerne støv: Det grove støvet fjernes mens de minste partiklene, kondensasjonskjernene, slipper gjennom.

(E) Sist, men ikke minst: **Uten kondensasjonskjerner blir det ikke nedbør, men altså tørke! Med for mye kondensasjonskjerner i lufta blir det voldsomme regnskyll, oversvømmelser, tåke, snø, etc. – været slik det er nå til dags – helt «AV» eller helt «PÅ»!**

Ladede kondensasjonskjerner (CCN) har magiske egenskaper. De er i stand til å øke sin størrelse på noen få millisekunder fra 0,2 – 0,3 µm til en godt synlig dis, en dis som også plutselig kan forsvinne. Kondensasjonskjerner er opphavet til vannets fotavtrykk. Men de er også i stand til å endre på virusets størrelse. Tester gjort i byen Alençon av det franske statlige forskningscenteret CNRS og den franske statlige værvarslingstjenesten Meteo France, viste at det ørsmå rota-viruset kunne spre seg svært fort når det verken foregikk fordampning eller kondensering. Antakelig var det luftfuktigheten som fikk viruset til å vokse til en størrelse som passet til unnslippelsesområdet.



Figur 5-1V&2H: Venstre: Nostradamus sin favorittfrukt: nyper. Høyre: Instrumentet Pasteur brukte til testen (DUT). Han så bare en del av det som var skjedd, siden han ikke hadde utstyr for å se virus.



Figur 5-3 (A): Bevisførselen gjør bruk av to glassflasker (1) og (2), begge fylt med en næringsvæske for bakterier (3) og (4). (B) Disse ble sterilisert med en flamme (5), (6). (C) Begge flaskene blir så eksponert for den samme utelufta. (D) Den ene flasken (8) framviste raskt en bakteriekoloni (9). Næringsvæsken (10) i den andre flasken (11) fikk ikke noen bakteriekoloni. Forklaringen var at bakterier ikke kunne nå fram til næringsvæsken fordi tyngdekraften fanget dem i det lange glassrøret (12). Men kondensasjonskjerner er lette nok, så virus er kommet inn uoppdaget!

5. Aspektet TRE: Kjemikerne: Nostradamus og Pasteur

Nostradamus, 1503 – 1566, har som kjemiker fått æren for å ha lyktes med å kurere pesten både i Aix-en-Provence og andre steder. Han ble også kjent for den “rosepillen” han lagde, og som later til å ha beskyttet mot pesten. Nostradamus sitt råd var å fjerne infiserte lik, sørge for frisk luft, drikke rent vann, og drikke en saft laget av nyperosefrukt, se Figur 4-1V. Mellom rosepiller og nyperosefrukt er det nok en sammenheng, for de inneholder høye nivåer vitamin C, som hever immunforsvaret og reduserer infeksjoner og feber. Virkningene ble bekreftet i det 20^{de} århundret av arbeidene til Cameron og Pauling om kreft (1976).

Ullevål sykehus i Oslo ble bygget som epidemisykehus. Fortsatt i dag står det en rekke *miasmetårn* (Figur 5-4) på området. I disse tårnene brant man materialer som la et røykteppe over sykehusområdet om natten. Slik skulle man bekjempe smitten som kom med den dårlige nattelufta.

Pasteur og Tyndall viste at mikrober, som for eksempel mikroorganismer, ikke oppstod av intet, slik det ble hevdet på den tida utfra *generatio spontanea*-teorien, men at de faktisk kom gjennom lufta. Beviset på dette var Pasteurs berømte test som vises i Figur 5-2H og Figur 5-3. Som sagt hadde Pasteur flaks, siden hans store partikler ble så velfødde at de ble synlige.

Coulier (1875) viste at infeksjonene han måtte bekjempe som kirurg, var forårsaket av noen mye mindre, viruslignende partikler. Pasteur hadde oversett disse. Pasteur var dessuten mer interessert i å bruke flytende væsker, som vin og melk, i sine eksperimenter, enn infeksjonssår.

Fordi vi i vår tid er opptatt av hvordan partikler daler ned eller avsettes på grunn av sin tyngde, overser vi miasmespredningsteorien. Slik står vi fortsatt på samme utviklingstrinn som i middelalderen når det gjelder å forstå og beskytte oss mot spredning av virus, som for eksempel koronavirus.

Også hva gjelder behandlingen har vi i høy grad stått på stedet hvil. Vi mener fortsatt at når vi utsettes for slike virus, er det beste å følge Nostradamus sine anbefalinger: få frisk luft, drikke rent vann og drikke nypesaft eller annen saft med mye C-vitaminer, f.eks. solbærsaft.



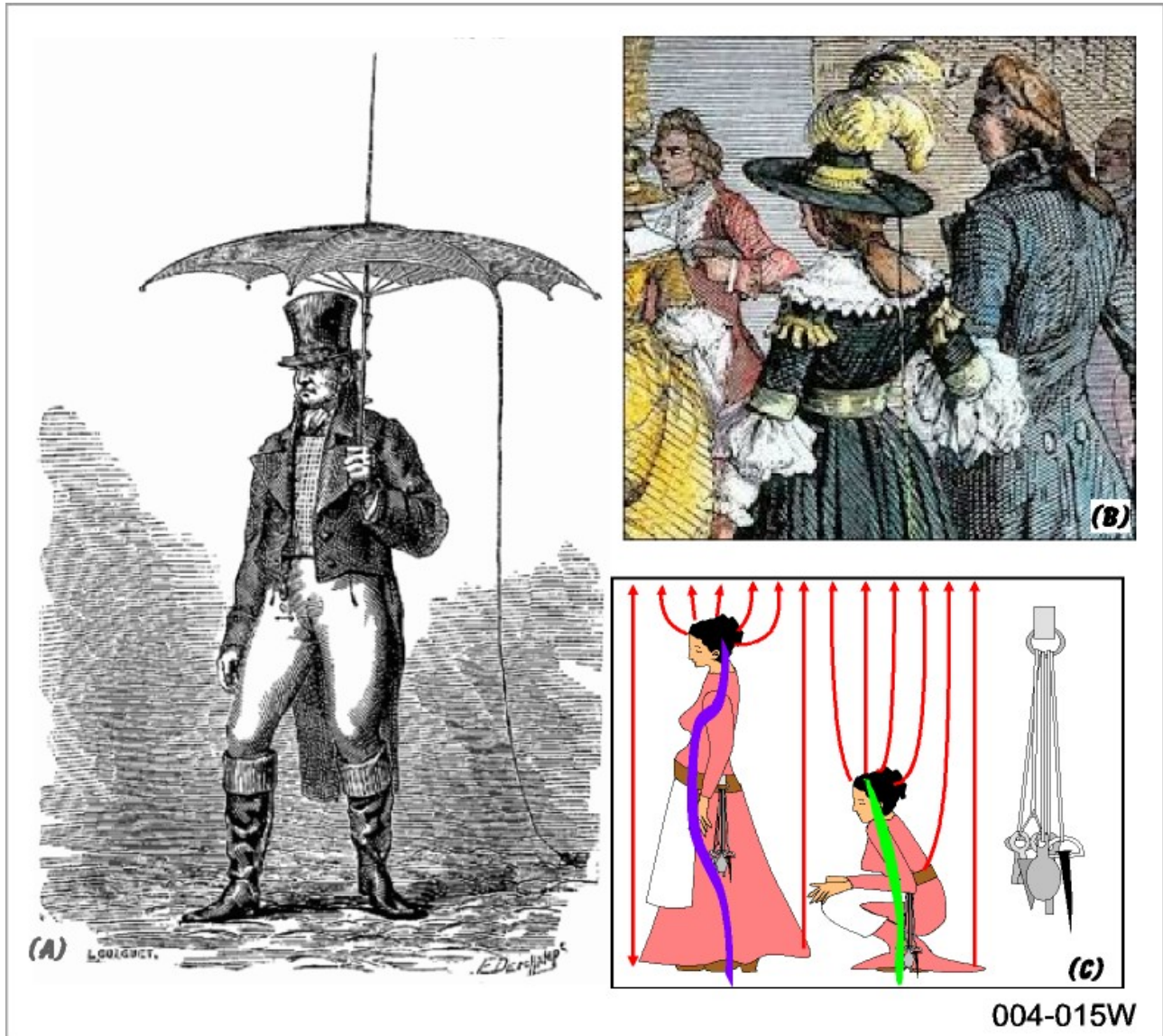
Miasmetårn på Ullevål sykehus, Oslo (foto: E Flydal 2020)

FIRE



FACET: ELECTRICAL EFFECTS, UV, FIRE, SUN, TRANSPORT

004-026FIR



004-015W

Figur 6:

(A) Mann med sitt personlige verneutstyr «Personal Protective Equipment» (PPE), etter oppfinnelsen av lynavlederen på slutten av det 18. århundret.

(B) Kvinne med tilsvarende fra samme periode.

(C) «Charms» - personlige verneutstyr i bruk fra det 15. til det 20. århundre.

6. Aspektet ILD: Personlig verneutstyr

Personlig verneutstyr (PPE, for «personal protective equipment») mot atmosfærisk elektrisitet er på ingen måte noen ny idé. I 1752 utførte Dalibard (1709-1778) et eksperiment med en 12 meter lang metallmast. Masten var isolert fra bakken på sinnrikt vis med flasker og silketau. Var det en torden-sky i nærheten, slo det gnister mellom masten og bakken. Dette var den første demonstrasjonen av det som senere ble kalt en *lynavleder*.

Denne demonstrasjonen «slo gnister» også blant vitenskapsmenn. Også religiøse institusjoner ble interessert i lynavlederen, for slik fikk man jo has på den gamle ‘tordenguden’. Kirketårn ble brukt til eksperimenter, også på andre fenomener enn elektrisitet. Abbed Bertholet hadde lagt merke til at vegetasjonen var mye frodigere ved tårn med lynavledere enn ved tårn uten slike innretninger, og han hadde publisert sine observasjoner. (Disse forsøkene står det mye om i Arthur Firstenberg: *Den usynlige regnbuen - Historien om elektrisiteten og livet*, 2018).

Den nye kunnskapen førte til en panikkreaksjon av det slaget som ofte kan komme som en massebevegelse: Den gang var det om å gjøre å skaffe seg personlig verneutstyr (PPE) mot lynnedslag, som vist i Figur 6-1 A-C. Kvinner iførte seg *lynavlederhatt*, på fransk «chapeau paratonnerre», med et kjede som rakk helt til bakken. Finere herrer beskyttet seg med spesialbygde paraplyer med en lang spiss som var jordet med et metallkjede.

Men personlig verneutstyr (PPE) mot elektrisitet er mye eldre, og fantes allerede i middelalderen. Kvinner som kunne være gravide, ble beskyttet med en «châtelaine», et anheng festet til beltet rundt livet. Det besto av en stor, dekorert ring med flere lenker som det hang små, spisse gjenstander i, som små amuletter, sakser og ur. I dag kaller vi slike anheng for «charms», etter engelsk. Når det var tordenvær, skulle kvinnen sette seg på kne slik at de spisse gjenstandene rørte bakken (se Figur 6 (C)). Slik ble det skapt en *korona-utladning*: det er en rekke små elektriske utladninger som danner en «krone» - *korona* - der det ioniseres gass og ledes bort elektriske ladninger. Slik fikk man ledet den farlige elektriske strømmen unna på trygt vis.

Châtelaine-moten varte fra middelalderen til tidlig på 1700-tallet. Mot slutten av 1700-tallet ble belteanhengene avløst av lynbeskyttelseshatter og ditto paraplyer. Châtelainen gikk derfor nesten helt i glemmeboka. Moten kom tilbake rett etter 1820, da markerte midjer igjen kom på moten. I dag lever den videre i form av «charms», små figurer man pynter seg med som anheng, f.eks. på armbånd.

FIRE



FACET: ELECTRICAL EFFECTS, UV, FIRE, SUN, TRANSPORT

004-026FIR



Figur 7-1 Dr Schnabel og hans elektrostatiske miljø: Elektrosfæren, som ved 50 km høyde har en ladning på +250 kV, utvekslingslaget fra 0 til 2 km opp fra bakken og har strømmer på 100 til 300 Volt per meter, mens bakken er negativt ladet.

7. Aspektet ILD (2): Dr. Schnabels verneutstyr


Her skal vi ta for oss doktor Schnabels personlige verneutstyr (PPE) mot pest, slik du ser det på bildet (Figur 7-1). Vi skal gjennomgå det utfra dette verneutstyrets elektriske egenskaper:

Nesen, som er en halv fot (16 cm) lang, nebbformet og fylt med parfyme, består av to kanaler, ett på hver side der de ordentlige neseborene sitter. De er store nok til at det er mulig å puste inn den parfymerte lufta, som går gjennom hindringer som skaper passfiltre [ulike filtre for ulike partikler] lengre fremme i nebbet. Under frakken har han på seg støvler laget av vokset marokkansk geiteskinn, lærbukser som er festet til disse støvlene, og en glatt lærskjorte som er stappet ned i buksene. Hatten og hanskene er laget av det samme voksbehandlede skinn, og brillene beskytter øynene. Han holder en stav med et timeglass og vinger på toppen. Timeglasset og vingene kan tolkes som at «timen flyr», på latin «hora fugit». Blant flere betydninger kunne det være en advarsel om ikke å bli for lenge hos hver pasient. La oss analysere dette fra ståstedet elektrisitet, ved hjelp av Figur 7-1.

1. **Nebbet** tiltrekker seg elektriske feltlinjer fra elektrosfæren, som er på +250 000 Volt ved 50 km høyde. Dermed vil de negativt ladede partiklene **trekkes oppover** mot sola og dens ultrafiolette stråler, som **dreper** organiske materialer.
2. Nebbet er **fylt med parfyme**, og parfymedampen vil legge seg på CCNene slik at de endrer filtreringsmodus fra *spredning* til *innfangning*.
3. **Passfilter med ulike hindringer** betyr at vi også snakker om *innslagsmodus*, noe som gjør filtreringen svært effektiv.
4. I likhet med nebbet vil **hattens skarpe kanter** bidra til å tiltrekke seg feltlinjer.
5. **Hanskene av vokset lær** har sannsynligvis negativ ladning (statisk elektrisitet) og vil derfor virke frastøtende på negativt ladede organiske partikler på grunn av de såkalte Coulomb-kreftene. Dermed vil de stanse partikler som fanges opp av de såkalte Van der Waalske kreftene.
6. **Briller** er nødvendige fordi hårene rundt øynene vil tiltrekke seg små partikler, bl.a. virus ...
7. **Staven** er et tilbehør som konsentrerer feltlinjer. Dermed frastøtes negativt ladede kondensasjonsskjerner (CCNer), så de holdes på avstand.

Doktor Schnabels personlige verneutstyr fungerte åpenbart perfekt med tanke på det elektriske. Nå for tida har vi det ekstra problemet at solas ultrafiolette stråler blir fanget opp av en usynlig dis av bittesmå partikler fra transport og industri over hele jordkloden. Disse partiklene blokkerer solstrålene og har ført til at mennesker i alle verdensdeler får for lite vitamin D.

FIRE

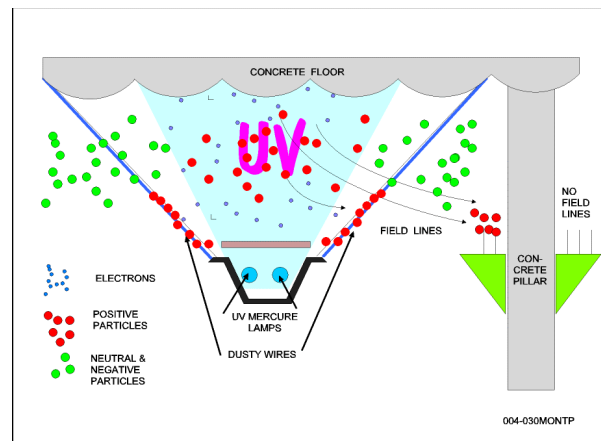
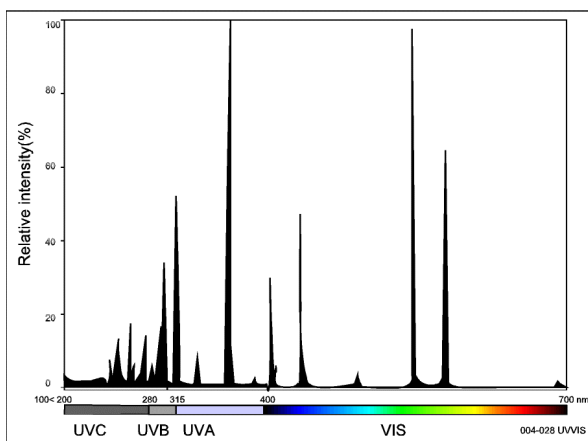


FACET: ELECTRICAL EFFECTS, UV, FIRE, SUN, TRANSPORT

004-026FIR



Figur 8-1(1-6) T-banestasjonen Gare de Montparnasse-Bienvenue rundt 2008 og støvansamlinger som skyldes fotoionisering.



Figur 8-3V&4H Venstre: Frekvensspekteret fra lyset til en kvikksølvlampe.
Høyre: Støvpartiklenes vandring, skjematisk.

8. Aspektet ILD (3): Foto-ionisering

«Foto» betyr «lys». Ultrafiolett lys fungerer som en effektiv støvsamler ved å ionisere partikler. Det vises på bildene fra ankomsthallen på T-banestasjonen ved Montparnasse i Paris, tatt i 2008 (Figur 8-1).

Bildene (1-2) viser stasjonsbygget og taklampene. (3) viser selve lampen. Forstørrelsen (4) viser at lampen er en usedvanlig god støvsamler. Detaljen i (5) bekrefter denne underlige egenskapen. Legg merke til at duepiggene er dekket av støv på den siden som er nærmest lampen, men ikke på den andre siden av søylen i skyggen fra lampen (6). Dette kan vi gå ut fra skyldes *fotoionisering* fra UV-lys, altså *ultrafiolette stråler*.

Det ultrafiolette spekteret dekker bølgelengdene 100 - 400 nm (nanometer, altså milliarddels meter) (se Figur 8-3 (venstre graf). Dette spekteret er inndelt i tre frekvensbånd: UVA (315 - 400 nm), UVB (280 - 315 nm) og UVC (100 - 280 nm). Vi går ut fra at lampene i jernbanehallen er av kvikksølvtypen, med et filter av glass som fjerner hele UVC-delen av spekteret, samt deler av UVB-strålene. Av Figur 8-3 (venstre graf) ser vi at det meste av strålingen befinner seg i UVA-feltet. Dette blir ansett som nærmest ufarlig, men kan likefullt være kilde til fotoionisering.

Fotoionisering innebærer at støvpartikler mister elektroner som har svake bindinger, altså «sitter løst». Elektronene får da en enorm bevegelighet, og flytter seg raskt vekk fra lampene og *slår inn* (innslagsmekanismen!) i det som måtte være i nærheten, se Figur 8-4 (høyre graf).

Støvpartikler som har mistet ett eller flere elektroner vil være positivt ladet. De vil derfor bli trukket mot metallgjenstander som er jordet - og som dermed er negativt ladet. De tiltrekkes spesielt av gjenstander med liten omkrets. Metalltrådene som holder lampene i posisjon, er nettopp slike. Også spisse, negativt ladede gjenstander, slike som duepiggene som er montert på betongsøylene, blir dekket av støv når de er 'synlige' for de elektriske feltlinjene. Kort fortalt ser vi at de **positivt** ladede støvpartiklene **tiltrekkes** av de **tynne og spisse jordede** gjenstandene.

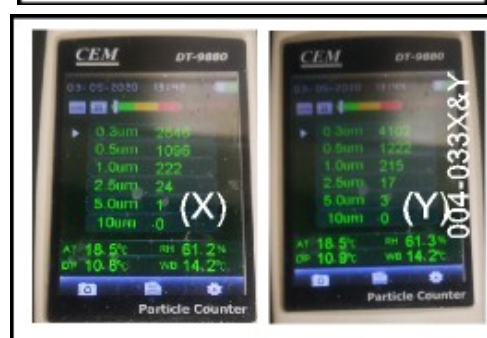
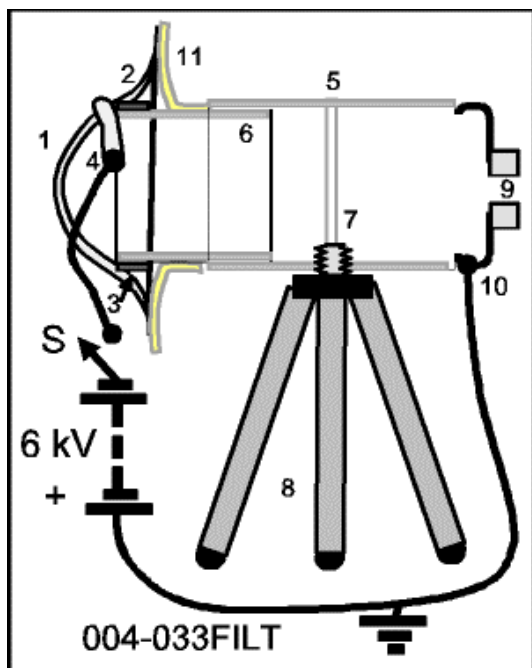
Doktor Schnabels utstyr gjør *det motsatte* av dette - det *frastøter* negativt ladede organiske partikler i luften: Negativt ladede organiske partikler frastøtes av spisse jordede gjenstander, siden også disse er negativt ladet.



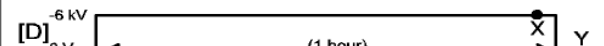
FIRE

FACET: ELECTRICAL EFFECTS, UV, FIRE, SUN, TRANSPORT

004-026FIR



Figur 9 -1V&ØH,NH. Venstre: 1. DUT, maske av type FFP1 NR DS DTC3M, 2. Aluminiumsbånd for tilpasning til nese, 3. Dobbeltsidig teip, 4. Elektrisk tilkobling (-) 6 kV via bryter S, 5. Hylse for 80 mm avløpsrør, 6. Glidestykke av 80 mm rør, 7. 1/4" innvendige gjenger for innfesting av stativ, 8. Stativ, 9. Åpning mot partikkeltelleren, isolert fra 10, 10. Jording (+) av metallokk som er festet lufttett til 5, 11. Tynn plastfilm festet lufttett til 6 og til 1. Øverst til høyre: Innretningen i bruk under måling. Nederst til høyre: Resultater under forhold (X) og (Y), se tekst.

[A]	Boltzmann @ 0.2µm	(-) 35%	(N) 30% & (+) 35%
	(Y) Measure @ 0V end test		4102
	Distribution (-), N&(+) 1437		1228 & 1437 = 2665
	(X) After t=1h (@ - 6kV)		2846 ←
[B]	Boltzmann @ 0.5µm	(-) 40%	(N) 20% & (+) 40%
	(Y) Measure @ 0V end test		1222
	Distribution (-), N&(+) 488		244 & 488 = 732
	(X) After t=1h (@ - 6kV)		1096 ←
[C]	Boltzmann @ 1.0µm	(-) 43%	(N) 14% & (+) 43%
	(Y) Measure @ 0V end test		215
	Distribution (-), N&(+) 92		30 & 92 = 122
	(X) After t=1h (@ - 6kV)		222 ✓
[D]			

004-033MEAS

HEPA-CLASS	Retention	004-038HEPA
E10	> 85%	
E11	> 95%	
E12	> 99,5%	
H13	> 99,95%	
H14	> 99,995%	
U15	> 99,9995%	
U16	> 99,99995%	
U17	> 99,999995%	

Figur 9-4 (V) & 9-5 (H) Resultatene etter optelling viser at for partikkelstørrelser 0,2 - 0,3 µm består fangsten hovedsakelig av nøytrale og positivt ladete partikler. Fig 9-5H viser hvor stor andel av partiklene som skal fanges opp av ulike klasser HEPA-filtre.

9. TEST: Filteret bedres ved bruk av elektrisitet

EU-standarden EN149:2001 for ansiktsmasker angir tre ulike filterklasser: FFP1, FFP2 og FFP3. (FFP: Filtering Face Piece). De ulike klassene må fange opp henholdsvis FFP1=80%, FFP2=94% og FFP 3=99% av partiklene. I eksperimentet bruker vi en maske av type FFP1, den som filtrerer dårligst. En annen standard for filtre er HEPA-standarden (HEPA: High-Efficiency Particulate Air). Se Figur 9-5H for rensekravene.

HEPA-filtre ble utviklet for å hindre spredning av radioaktive aerosoler: Irving Langmuir (1881-1957) observerte at partikler på $0,3 \mu\text{m}$ «er den størrelsen som slipper lettest gjennom» og er vanskeligst å filtrere bort. La oss se om vi kan forbedre virkningsgraden til en enkel FFP1-maske ved å utstyre den med et elektrisk felt av den typen vi fant at doktor Schnabels verneutstyr skaper.

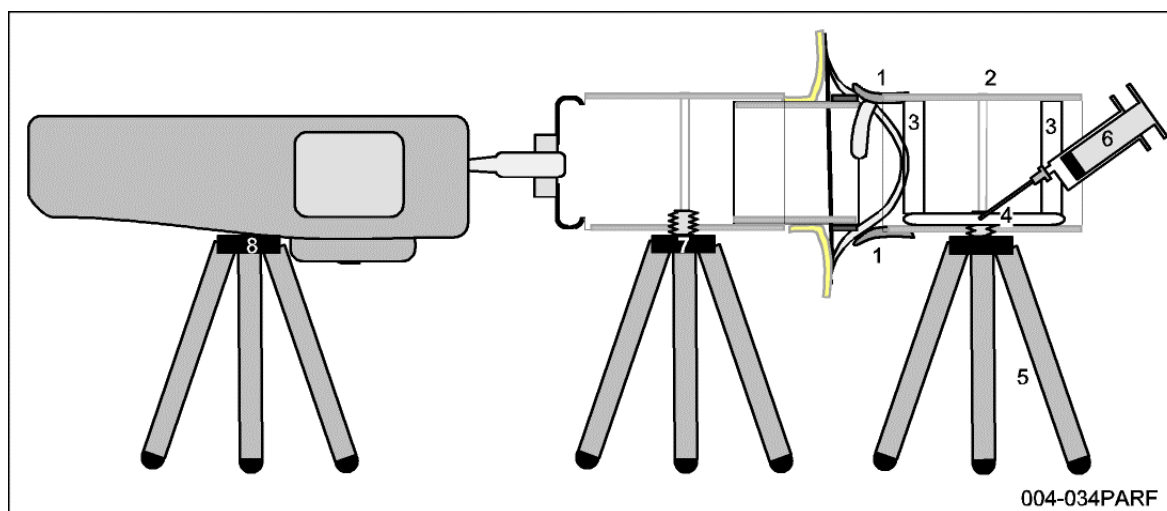
NB! Det er viktig å være klar over at maskens effektivitet kan måles enten som *innfanget antall (eller andel) partikler* som blir fanget inn (E), eller som *andelen innsamlet masse*, E_m . Sistnevnte måler altså andelen av partikkelmassen som fanges opp av filteret, ikke antallet. **Målinger av andel innsamlet masse gir som regel høyere resultater enn målinger av andel innsamlede partikler.** I vårt eksperiment bruker vi strengeste målemetode, og registrerer derfor *antall partikler*.

Innretningen som skal testes (DUT, for «Device Under Test»), en maske av typen FFP1 med metall neseklype, med og uten strømspenning, er satt opp som vist i Figur 9-1 (Venstre). Strømforsyningen er høyspent av type MCP-6kV, jf. Figur 9-2 (Øvre høyre). En rimelig type strømforsyning er beskrevet i Forgotten Pollution Series: AN-05. Testresultatene bekrefter observasjonene i AN-06.

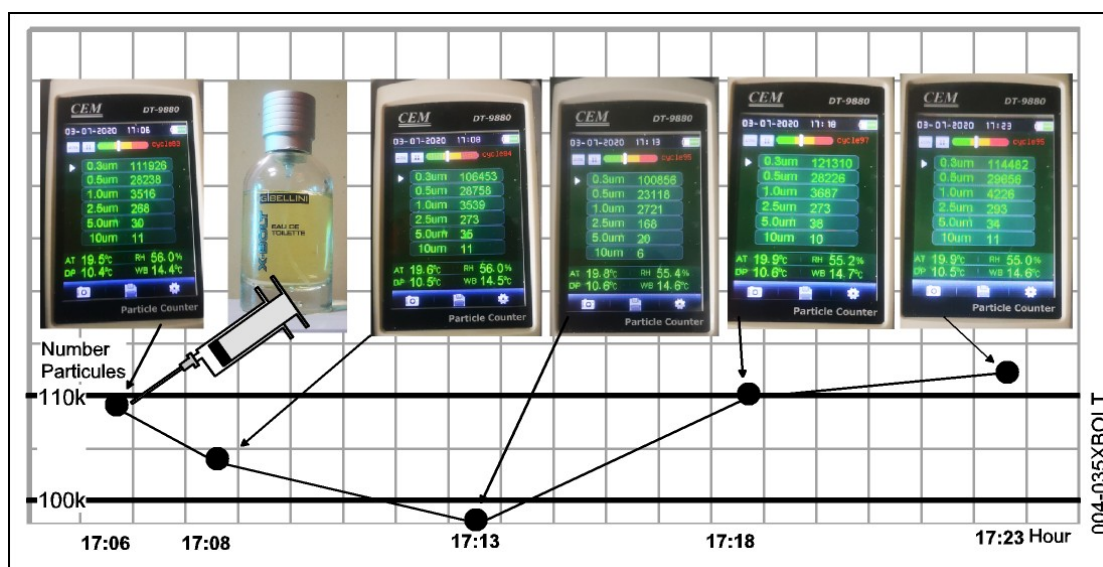
Figur 9-3 (NH) og 9-4 (Venstre) viser resultater og målinger fra en syklus på én time ved en spenning på (-)6 kV på (2) aluminiumsbåndet til å tette rundt nesen, med spenningen satt på før måling (X) gjøres. Høyspenningsstrømmen slås så av og så gjøres måling (Y), se [D] i Figur 9-4 (V). Vi går ut fra at partiklenes elektriske ladninger følger Boltzmann-ladningsfordeling. Vi ser så at [A] antallet negativt ladete partikler med størrelser $0,2 - 0,3 \mu\text{m}$ nå bare utgjør $2846 - 2665 = 181$, mot 1437 med spenning påsatt. Nedgangen kan vi anta er uttrykk for at det nå bare registreres nøytrale (N) og positive (+) partikler. Forbedringen av filterets opptaksevne skyldes høyst sannsynlig at vi endret partiklenes spredningsmodus kraftig med den høyspente strømmen.

Resultatene viser rent generelt at elektrostatiske felt påvirker spredningen. Slike felt kan være ekstremt sterke når luftfuktigheten er lav, som for eksempel inne i fly.

	METAL	FACET: AEROSOL, GAS, BAD AIR, POLLUTION, FILTERS	004-024MET
---	--------------	---	------------



Figur 10-1. 1. Tettebånd, 2. Hylse for 80 mm avløpsrør, 3. Trykkmansjett for 4. Absorberende bomull, 5. Tripod, 6. Injeksjonsnål Xccc, G. Parfymen «Bellini X-Bolt perfume for men», 7. Filter- og maske-seksjon FFP1 NR DS DTC3M, 8. Partikkelteller CEM DT-9880



Figur 10-2. Resultater med 5 ml. X-Bolt: (innhold: alkohol, vann, parfyme, linalool, limonen, dietylhexyl, syringylidenemalonatcitril, eugenol kapryl-triglyserid, geraniol, sitronellol, CI 1940)

10. TEST: Filteret bedres med parfymedamp

«Fylt med parfyme»: Antakelsen som vi skal teste, er at dampen fra parfymen sannsynligvis vil påvirke de negativt ladede kondensasjonskjernene (CCNene) slik at de slutter å være i spredningsmodus, og dermed lettere blir filtrert bort. Vi begynner eksperimentet med parfymen *Bellini X-Bolt perfume for men* omtrent kl. 17:00 GMT. Testutstyret (DUT) er vist i Figur 10-1. Figur 10-2 viser resultatene. Resultatene viser at omtrent 7 minutter etter at 5 ml parfyme blir sprøytet inn, har antallet partikler sunket med omtrent 10%. Etter ytterligere 7 minutter er virkningen fra parfymen borte: Antall partikler tar seg opp igjen, men før det skjedde, ser vi altså at antall partikler som slapp igjennom filteret, sank fra 110 000 til 84 000, altså med omtrent 500 partikler i minuttet.

Med utsagnet «... å puste inn den parfymerte lufta, som går gjennom *hindringer som skaper passfilter* [ulike filtre for ulike partikler] lengre fremme i nebbet», slik funksjonen ble beskrevet ovenfor, kan man altså ha ment «å rense den pestsmittede lufta som omgir pasienten», men det vet vi ikke sikkert, for det er jo vanskelig å sjekke meningen bak slike gamle utsagn. (Det samme gjelder beskrivelsen av timeglasset.)

Siden virkningen av parfymen var så flyktig, bestemmer vi oss for å droppe *X-Bolt*-parfymen og ta en annen flyktig substans i bruk, nemlig *Minyak Kayu Putih* eller *cajuputolje*. Denne oljen er rik på terpenener, spesielt *eukalyptol*, og har derfor en kraftig duft som minner om eukalyptus. Oljen har også antiseptiske egenskaper. Eksperimentet med denne oljen utfører vi rundt kl. 18:00 GMT, omtrent en time etter eksperimentet med *X-Bolt*. Framgangsmåten er ellers identisk.

Etter at 5 ml cajuputolje er blitt injisert, synker det målte antallet partikler fra 84 000 til 74 000 i løpet av bare 5 minutter. Dette tilsvarer en nedgang på 2 000 partikler per minutt. Halvannen time seinere er antallet sunket helt ned til omtrent 28 000, dvs. med omtrent 1 000 partikler per minutt.

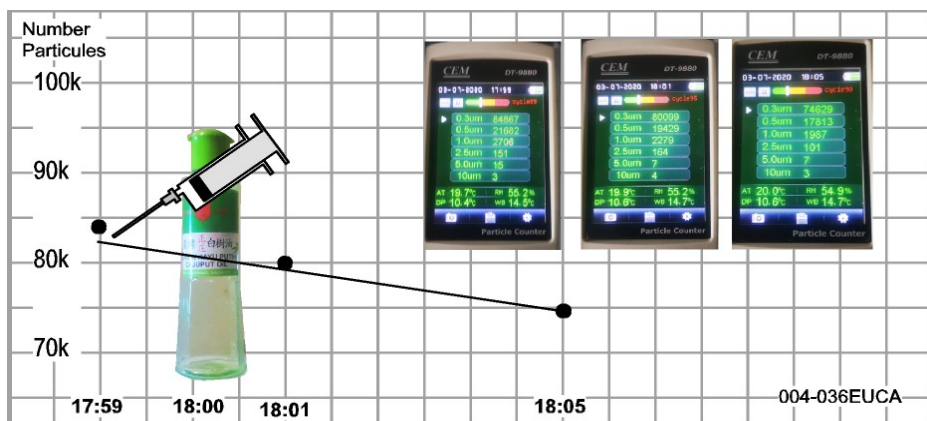
Sammenlignet med ufiltrert luft blir resultatet tydelig: Kl. 19:30 GMT inneholder den ufiltrerte lufta omtrent ti ganger så mange 0,2 - 0,3 μm store partikler, dvs. 280 000/cm³, mens antallet etter filtrering er 28 000/cm³, altså nede på 10%. Når vi til denne virkningen av «parfyme» også tar med virkningen av elektrisk polarisering, som vi har forklart over, kan vi trekke den slutning at den metoden som doktor Schnabel brukte for å filtrere bort virus, var effektiv og tåler sammenlikning med et moderne HEPA-filter.

METAL

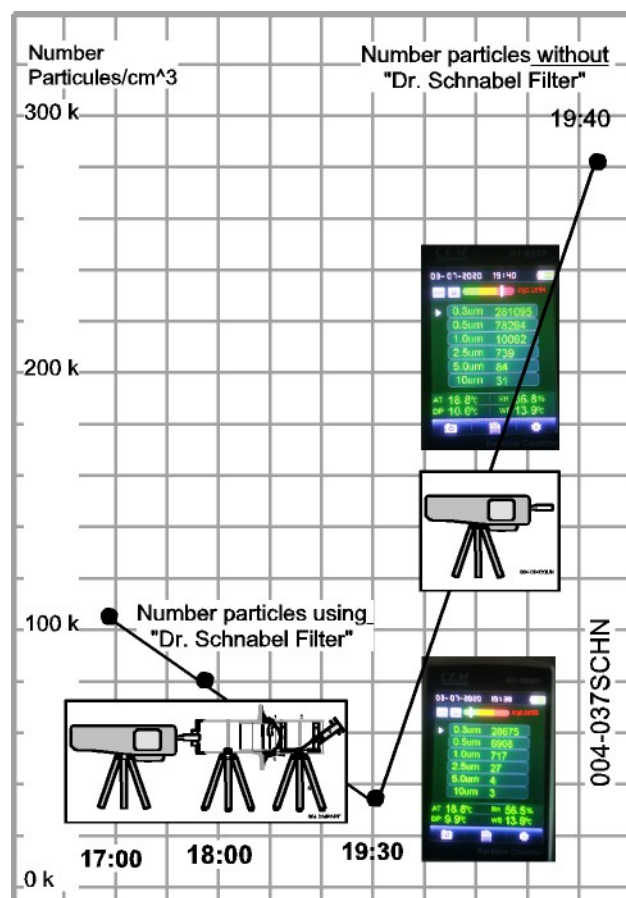


FACET: AEROSOL, GAS, BAD AIR, POLLUTION, FILTERS

004-024MET



Figur 10-3 Injisering av 5 ml cajuputolje. Antall partikler som slipper gjennom synker.



Figur 10-4 Samlede resultater av parfymeinjeksjon, uten elektrisk polarisering. Høy virkning som mye lenger enn med parfymen.

11. Lærdom å ta med seg: Aerosolenes betydning for klimaet

Følgende ble skrevet av prof. Dr. Othmar Preining, dekan ved Fakultet for naturvitenskaper, Universität Wien, 1990.

Mer enn 20% av aerosolmassen i atmosfæren er menneskeskapt. Vi har ikke forstått hvilken rolle atmosfæriske aerosoler spiller i klimasystemet, men det er ingen tvil om at de er viktige. Det haster med å forske mer innen dette komplekse feltet. Men menneskeheten har liten tid på seg, så vi må lære raskt.

I tillegg til aerosoler slipper vi også ut 'drivhusgasser' og en mengde forurensende stoffer i atmosfæren. «...*Disse utslippene har i de siste tiår ført til et utilsiktet og ukontrollert verdensomspennende eksperiment, og sluttresultatet av dette eksperimentet kan bare sammenlignes med resultatene fra en verdensomfattende atomkrig...*»

Sitatet over er tatt fra oppsummeringen av Toronto-konferansen i 1988. Den viser den voksende bekymringen blant de fleste av oss. Bekymringen skyldes offentliggjorte scenarier som er basert på datamodellering av menneskeskapt drivhuseffekter, og som spår en kraftig global oppvarming i løp av de neste 25-50 årene. Men slike scenarier kan ikke være bedre enn datagrunnlaget de er basert på. Det er forbausende og ganske sjokkerende at inntil nå har aerosoler og deres bidrag knapt vært tatt med i disse prognosemodellene. Det finnes stadig flere vitenskapelige bevis på at aerosoler spiller en minst like viktig rolle som drivhusgasser.

Aerosolene i atmosfæren består i vesentlig grad av menneskeskapt sot, som absorberer en betydelig del av solstrålene, spesielt nær bakken, der konsentrasjonen er høyest. Dette fører til høyere lokal oppvarming. På den annen side kan menneskeskapt aerosoler også være kilde til mange andre klimatiske virkninger, blant annet ved å øke virkningen av kondensasjonskjerner i skyer, og dermed endre skyenes *albedo* (lysrefleksjon), skyenes absorpsjonsevne og skyenes levetid. De samlede virkningene kan føre til både nedkjøling og oppvarming, avhengig av forholdene. Det er derfor åpenbart at det ikke er mulig å utvikle realistiske scenarier hvis ikke de samlede virkningene av atmosfæriske aerosoler tas med i regnestykket. Det er derfor et stort behov for å videreutvikle aerosolbasert klimaforskning for å studere hvordan aerosoler bidrar til utviklingen i global målestokk, fra ozonhull til lokal oppvarming og nedkjøling, til langtransport, global forurensning og problemet med arktisk dis.

Vi som forsker på aerosoler må se det som vår oppgave å studere nærmere de livsviktige problemstillingene som er knyttet til aerosolklimatologi. Vi må få full forståelse for disse fenomenene hvis vi skal ha håp om å opprettholde jordklodens klimatiske forhold.

Othmar Preining

Institut für Experimentalphysik, Universität Wien, A-1090 Wien, Østerrike

Fra *Journal of Aerosol Science*, J. Aerosol Sci., Vol, 21. No. 1, p. 1, 1990

Othmar Preining forlot oss dessverre den 26. september 2007, men hans ideer lever videre.
Rein André Roos.



Figurene 12-A, B, C. Se teksten.

12. En tenkt praktisk anvendelse i smittens tid

La oss se nærmere på hvordan doktor Schnabels Personlige Verneutstyr (PPE) kan tas i bruk av en flyvertinne som er ansatt i flyselskapet «Wuhan Airways». Det er interessant å notere at Wuhan har fast plass øverst på listen over verdens mest forurensede byer, og altså har svært høye verdier av partikkelstørrelsene PM_{2,5} og PM₁₀, se Figur 12-A.

Det betyr at vi sannsynligvis har å gjøre med dis, som består av bittesmå dråper med et lag vann rundt en ladet kondensasjonskjerne (CCNer) som holdes svevende i luften ved hjelp av den elektriske ladningen. Koronaviruser er også CCNer, og svever i luften på samme måte. Disen kommer sannsynligvis fra Yangtse-elven, en av verdens største, som i Wuhan møter en annen stor elv, Han. De fuktige disdråpene er store, og masken vil derfor fungere i *innfangings- og innslagsmodusene*, som tilsvarer «**fylt-med-parfyme**»-modusen i doktor Schnabels nebb. Med andre ord vil de små dråpene bli fanget opp effektivt av en maske som filtrerer luften på den måten.

Men når flyvertinnen går inn i flyplassens terminalbygning, der luftfuktigheten er mye lavere, bør hun fjerne den fuktige masken og legge den i et steriliseringsapparat, som i Figur 12 B, før virusene som er fanget opp i den, rekker å frigjøre seg og spre seg (i spredningsmodus). Hun bør ta på seg en ny, tørr maske som hun bør koble til et høyspentapparat, enten batteridrevet eller av elektret-typen, det vil si et stoff som holder på sin elektriske polaritet, slik doktor Schnabels voksbehandlede lær gjør. I likhet med doktor Schnabel bør hun bruke hansker.

Hvis du lurer på hvorfor hun bør gjøre alt dette når hun går inn i flyplassens terminalbygning, er det fordi viruset kan tilbakelegge *lange avstander* i luft utendørs, omtrent på samme måte som bakterien bak legionærsyken smittet gjennom luft, selv folk som bare hadde gått forbi bygget på utsiden.

Inni et fly, derimot, vil viruset tiltrekkes av alt inni kabinen, på grunn av den ekstremt tørre luften i flyet. Med andre ord vil viruset spres via *kontakt*. Tørr luft er kjent for å ha sterk positiv ladning - i samsvar med sin plass i den såkalte «triboelektriske rekken», og luften vil fungere på samme vis som doktor Schnabels omgivelser, hans *elektrosfære*: Negativt ladede virus vil bli tiltrukket av alt inni kabinen, også av flyvertinnen. Men hun kan beskytte seg selv ved å sørge for at hodet hennes er negativt ladet ved hjelp av høyspentapparatet, samtidig som hun unngår kontakt ved å bruke hansker. Dermed frastøter hun virusene, se Figur 12 C, slik Dr. Schnabel gjør.

NB! Det er spesielt viktig å bruke maske forsterket med høyspenning og hansker før flyet letter og etter at det lander, når forholdene er ukontrollerte fordi passasjerene beveger seg.

-- 0 --