

Drivhuseffekten

Af Jes Fenger

Ingen er i tvivl om, at vejret er afgørende for vores dagligdag. Vi kigger ud ad vinduet, inden vi bestemmer, hvad for noget tøj vi skal have på. Vi følger meddelelserne fra Meteorologisk Institut, hvis vi skal holde havefest, og vel endnu mere hvis vi er landmænd.

Vejret bestemmer altså vores liv dag for dag. Klimaet, der groft taget er vejret i gennemsnit over længere tid, bestemmer den måde, vi bygger vore huse på, de afgrøder vi dyrker på markerne, de dyr og planter, der lever i naturen o.s.v. Det er jo ikke kun smag og tradition, som gør, at livet på Grønland, i Danmark og i Nordafrika er helt forskelligt.

Menneskene har altid planlagt, som om klimaet var noget uforanderligt, og det har undertiden givet ubehagelige overraskelser. Hele kulturer er gået under; vi har selv på Grønland haft et eksempel i historisk tid, og her så vi, hvordan man i 1960'erne opbyggede en torskeindustri, fordi der kom torsk i vandet, hvorefter havtemperaturen faldt og torsken dermed stort set forsvandt.

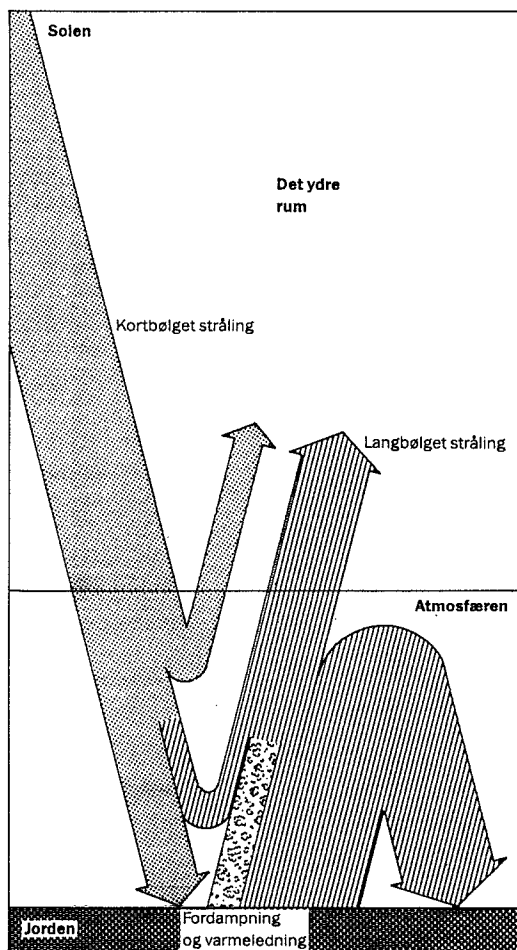
Men det har trods alt været småting i den store sammenhæng og ofte langsomt forløbende, sammenlignet med hvad der kan ske nu.

Drivhuseffekt og ozonlaget

I de senere år er man nemlig blevet klar over, at en række stoffer, som man hidtil har anset for harmløse, kan stille menneskeheden over for hidtil usete problemer gennem en påvirkning af jordens energibalance og dermed det globale klima.

To fænomener er sammenknyttet. Det ene er forøgelsen af drivhuseffekten; i det væsentlige som følge af kul-dioxidudslip ved afbrænding af kul, olie og gas, men også på grund af metan og lattergas, der bl. a. kommer fra fødemiddelsproduktionen, og CFC forbindelser (freon). Hertil kommer ozon, der nær jordoverfladen dannes af kulbrinte og kvælstofoxider under indvirkning af sollys (figur 1).

Det andet fænomen er nedbrydningen af ozonlaget i ca. 20 km's højde. Denne ozon, der kemisk set er den samme som den nede ved jordoverfla-



Figur 1. Jordens temperatur er resultatet af en kompliceret (langt mere end vist) balance mellem energien i den indkommende solstråling og en udgående varmestråling. Den indkommende stråling er kortbølget og går ret let gennem atmosfæren. Det meste af den udgående stråling er langbølget og bliver bremset af forskellige gasser, hvorved temperaturen bliver ca. 30° højere, end hvis der ikke havde været nogen atmosfære. Med den stigende luftforurening bliver atmosfæren bedre til at bremse strålingen, og der sker en langsom opvarmning. De vigtigste forureninger (»drivhusgasser«) er kuldioxid (fra anvendelse af fossilt brændsel), freon (fra forskellige tekniske anvendelser) samt metan og lattergas (fra forskellige landbrugsprocesser).

den, dannes direkte fra atmosfærens ilt og beskytter os mod for stærk ultraviolet stråling. Der er almindelig enighed

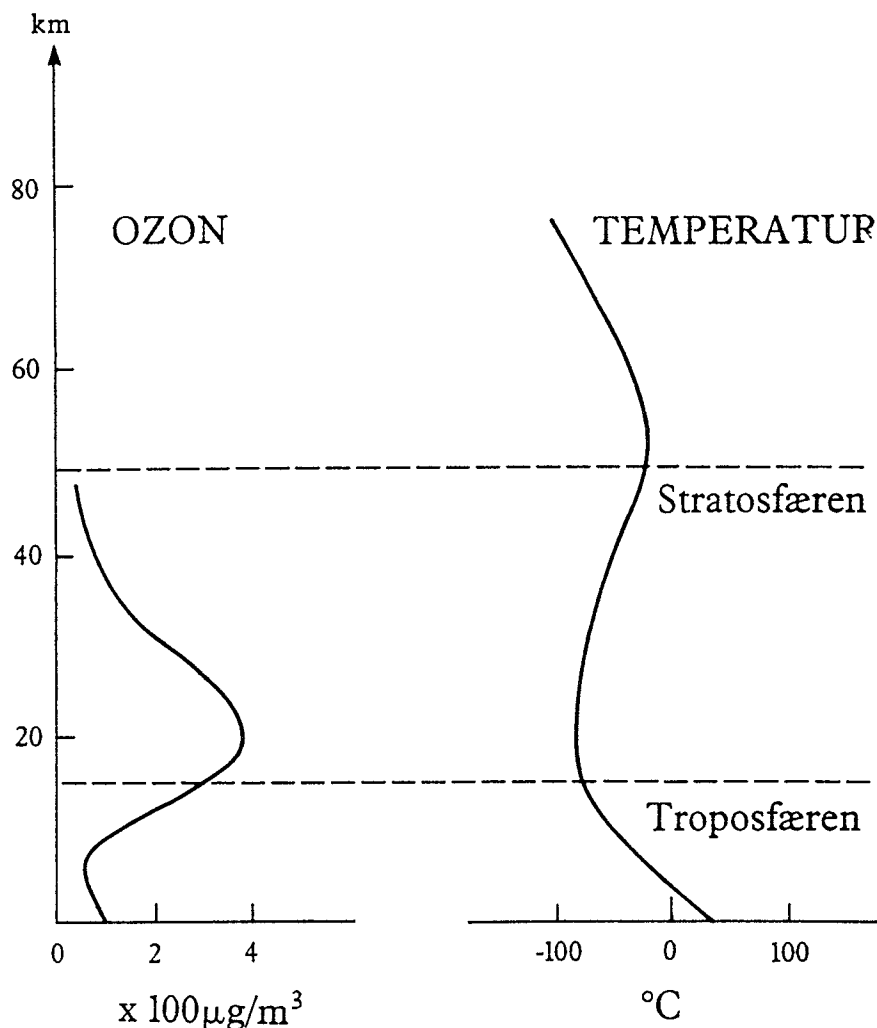
om at CFC forbindelser kan nedbryde ozonlaget (figur 2).

Både en forøgelse af drivhuseffekten og en nedbrydning af ozonlaget kan påvirke klimaet. Generelt set regner man med en temperaturstigning på nogle få grader i midten af næste århundrede og mere nedbør, men der kan være store forskelle mellem virkningerne i forskellige geografiske områder. Desuden regner man med, at havene vil stige, dels fordi sne og is smelter, dels fordi vand udvider sig i varmen. Hvor meget, der bliver tale om, er usikkert, men 1/2 m i løbet af de næste 50 år er en realistisk vurdering.

Disse ændringer lyder måske beskedne, men de kan få drastiske globale virkninger på en række områder: landbrug, skovbrug, natur, kystområder o.s.v. På den anden side vil et forsøg på at forhindre klimaændringerne kræve en global indsats i retning af energibesparelser, ændringer i energiproduktionen, landbrugspraksis m.m. Også rydningerne af de tropiske skove må bringes under kontrol.

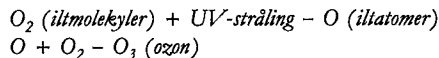
Målinger og beregninger

Selvom man lejlighedsvis læser, at temperaturen er på vej op, og at forskellige klimakatastrofer er tegn på forøget drivhuseffekt, er der ikke nogen sikre beviser endnu – det vil tage 10-20 år, før vi ved om der er tale om andet end naturlige variationer. Alle forudsigelser er derfor baseret på beregninger. De er meget usikre, men hvis vi går ud fra, at de giver et godt bud på udviklingen, er én måde at beskrive klimaændringer på såkaldte regionale analogier (figur 3).



Figur 2. Ozon er en speciel form for ilt med tre atomer – i stedet for normalt 2 – i hvert molekyle. Nær jordoverfladen dannes ozon i reaktioner mellem forskellige luftforureninger (kulbrinter og kvælstoffilter) under påvirkning af sollys. Denne ozon har en række skadelige virkninger bl.a. på plantevækst.

Højere oppe dannes ozon på en anden måde, nemlig ved ultraviolet stråling fra solen spalter iltmolekyler i atomer, der derefter laver ozon:

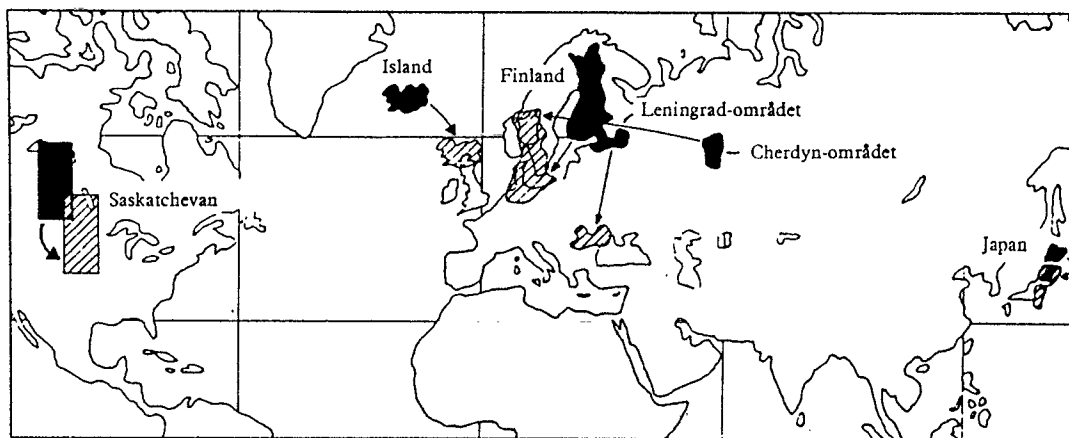


Denne ozon – det såkaldte ozonlag – toppe i ca. 20 km's højde, og den kan vi vanskeligt undvære, fordi den skærmer jorden mod skadelig ultraviolet stråling.

Chlorfluorcarboner (freon) lever tilstrækkelig længe i atmosfæren til at blive blandet op i stor højde. Her spaltes stofferne af den ultraviolette stråling i bl.a. chloratomer, der kan omdanne ozon til almindeligt ilt. Ozonlaget bevirker, at temperaturen, der ellers falder med højden, stiger igen. Det danner den såkaldte stratosfære, der bl.a. virker stabiliserende på klimaet.

Det fremgår heraf, at klimaet groft taget rykker 500-1000 km mod polerne; f.eks. kan Island få det som i Skot-

land og Grønland vil også få det varmere. Finland får måske et klima som i det sydlige Skandinavien. Danmark får



Figur 3. Eksempler på klimaanalogier. På en vis måde kan man sige at klimamønsteret rykker mod nord. Men helt det samme bliver det ikke, fordi sollyset ikke flytter med. For plantevækst kan det også have betydning, at jordbunden selvfølgelig bliver liggende.

måske et klima som i området omkring Bordeaux. Det betyder nu ikke nødvendigvis, at vi kan dyrke god rødvin, for hverken sollyset eller jordbunden flytter med. Selvom det bliver varmere, kommer der ikke mere sol, måske tværtimod, for der kan komme mere regn. Alt i alt ser det dog ikke så trist ud for Danmarks landbrug. Værre er det for naturområder, der måske ikke kan nå at tilpasse sig de ændrede forhold og for lavtliggende områder, f.eks. på Lolland eller i Sønderjylland, der kan blive oversvømmet.

Andre lande vil dog rammes hårdt. De centrale områder i mellemhøje breddegrader kan blive udtørret, og store floddeltaer og øriger på det nærmeste udslettet. Der er derfor en stigende international forståelse for, at globale indgreb er nødvendige.

Forskellige undersøgelser

Studier af klimaproblematikken falder i tre grupper:

1. Undersøgelser af atmosfærens tilstand og forsøg på at vurdere, hvordan udviklingen vil påvirke klimaet.
2. Vurdering af hvilke virkninger klimamændringer vil have på en række samfundsmæssige og naturlige forhold: menneskeligt helbred, landbrug, skovbrug, fiskeri, natur, o.s.v.
3. Undersøgelser af mulighederne for at forhindre eller blot opremse klimamændringer – f.eks. gennem energibesparelser og omlægning i produktionen.

Alle 3 typer undersøgelser er nødvendige, og de bider hinanden i halen. Man kan vurdere virkningerne, hvis man ved noget om, hvordan klimaet vil ændre sig. Man må begrunde kostbare indgreb med risikoen for alvorlige klimamændringer. Drastiske indgreb påvirker klimaet (ellers var de jo uden mening) o.s.v.



Man regner med, at havene vil stige, dels fordi sne og is smelter, dels fordi vand udvider sig i varmen. Foto: Keld Hansen.

Globale indgreb

Ved den seneste Verdenskonference om emnet i Hamburg i november 1988 blev det foreslået, at verdens nationer, anført af de industrialiserede lande skulle begynde en indsats nu med henblik på en global reduktion af CO₂-udslip på 30 % i år 2000 og 50 % i år 2015.

Hvor ønskværdigt dette end må være, må det anses for ude af trit med den nuværende verden, hvor Danmark i sine seneste prognoser regner med en ca. 10 % stigning frem til år 2010, og hvor U-lande som Kina og Indien planlægger en 50-100 % stigning.

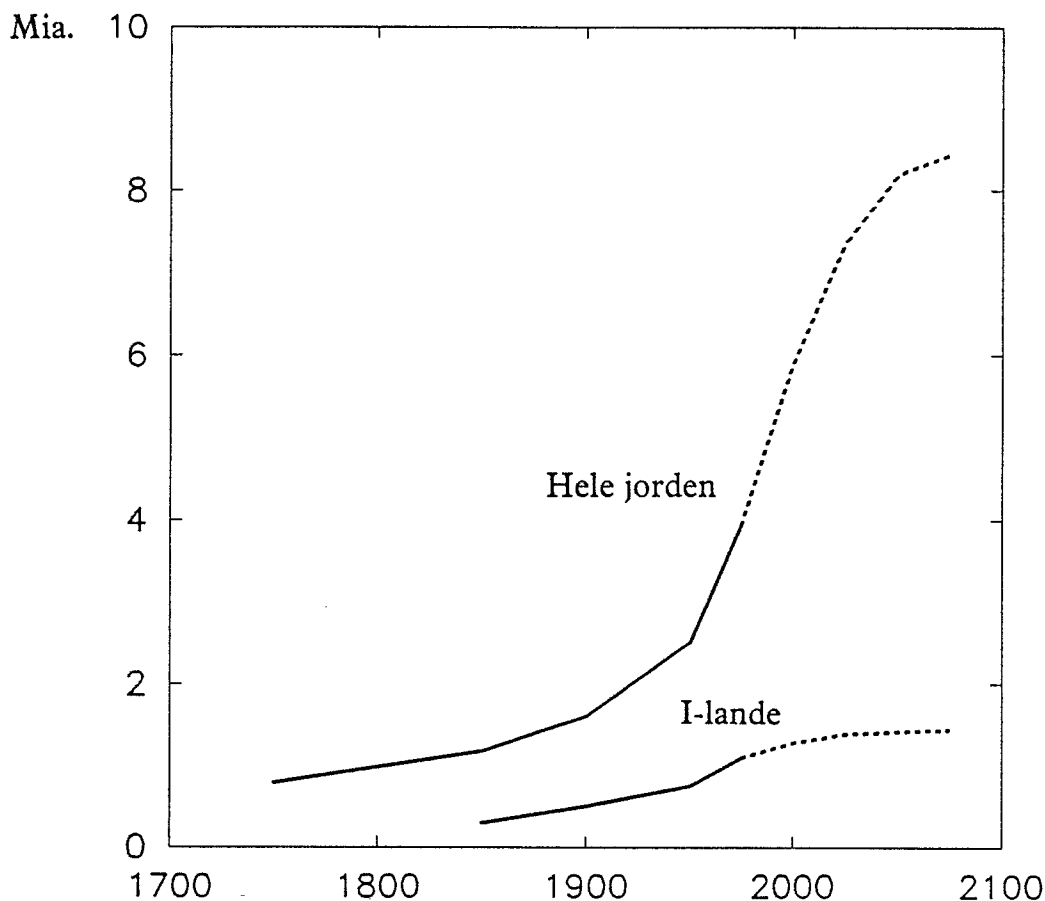
Produktion og forbrug af fossil energi er den absolut dominerende årsag til luftforurening. Derfor vil enhver form for besparelse give gevinst i form af reducerede skader på det menneskelige helbred, materialer, natur o.s.v. De industrialiserede lande, herunder Danmark, har derfor en umiddelbar inter-

esse i at begrænse brugen af fossile brændstoffer – og de har tekniske muligheder. Hermed nedbremses klimaændringerne automatisk.

For U-landene er situationen en hel anden. Her er en vækst i energiforbruget en forudsætning for en rimelig levestandard for den hurtigt voksende befolkning. Og det synes desværre at være flere landes erklærede hensigt at lave energien på den billigst mulige måde – nemlig ved at brænde kul.

I-lande og U-lande

Man kan skelne klart mellem I-lande og U-lande, men skønsmæssigt bruger ca. 1/4 af jordens befolkning ca. 3/4 af den totale energi og er ansvarlig for en tilsvarende forurening. Det er derfor klart, at umiddelbart ligger indsatsmulighederne i den industrialiserede del af verden. Det kræver imidlertid ikke store beregninger at vise, at på længere



Figur 4. Udviklingen i verdensbefolkningen siden 1750 og som den forventes at fortsætte frem mod år 2100. Væksten i energiforbrug er forløbet endnu kraftigere.

sigt vil det være udviklingen i U-landene, der bliver afgørende.

Jordens befolkning er nu ca. 5 mia. og den vil formentlig stige til nær 10 mia. i løbet af næste århundrede (figur 4). Den væsentligste vækst vil ske i U-landene, og hvis deres befolkning skal have en levestandard, der bare minder om vores, kan det komme til at slå bunden ud af enhver besparelse i I-landene.

Problemerne kan selvfølgelig afhjælpes ved overgang til andre, mindre forurenende energikilder, der ikke er base-

ret på fossile brændsler eller blot er mere effektive, men der er ikke meget, der tyder på, at de vil forsvinde helt.

Konklusionen er derfor, at vi enten må lære at leve med klimaændringerne eller må sætte ind på en række områder og herunder en effektiv begrænsning af befolkningsvæksten. I virkeligheden kan vi meget vel blive nødt til begge dele. En realistisk strategi er måske at bremse udviklingen så meget, at vi og naturen kan nå at tilpasse os de ændrede forhold.