

## Klimaflaggellanterne, trollmannens kost og de 10 tankekors

*Ole Humlum*

*Professor i fysisk geografi*

*Institutt for geofag*

*Oslo Universitet*

*E-post: [Ole.Humlum@geo.uio.no](mailto:Ole.Humlum@geo.uio.no)*

*WEB: <http://folk.uio.no/olehum/>*

*KLIMA: <http://www.climate4you.com>*

*Versjon 2008.10.26*

Klimaendringer er bredt akseptert som et viktig tema, spesielt innen de siste 10-15 år. Temaet preger i vid omfang internasjonal forskning og politiske initiativer. Dette fokus på klimaendringer har gledelig resultert i en forståelse av at klimaet ikke er så konstant, som mange kanskje tidligere har ment.

Klimaet har variert til alle tider, og at det også endres i vor tid betviler vel ingen. Den forskjell som eksisterer i oppfattelsen av årsaker til klimaendringer fremstilles vanligvis på den måte, at mange mener at de nåtidige endringer primært skyldes menneskets forbruk av fossile brennstoffer, mens andre mener at endringene primært er naturlige. Dette er imidlertid ikke en simpel all-or-nothing problemstilling, og der finnes mange fornuftige oppfattelser derimellom. Et avgjørende spørsmål er selvsagt om de nåtidige klimaendringer med sikkerhet avviker fra tidligere klimaendringer, eller om forhistorien viser til tilsvarende eksempler på klimaendringer? De lærde er uenige herom. De korte meteorologiske måleserier og det fortsatt begrensede kjennskap til fortidens klimatiske detaljer vanskeliggjør et sikkert svar. Den politiske verdens forståelige behov for klare svar fra forskerne og de tilknyttede sterke følelser motarbeider dessverre den klassiske vitenskapelige prosess frem mot et velbegrunnet svar.

Dette er bakgrunnen for at Norges to vitenskapelige selskaper i 2007 besluttet at sette fokus på klima i forbindelse med deres årlige høytidsmøter. Mens *Det Norske Vitenskapernes Akademi* i Oslo valgte at følge IPCC (FNs klimapanel; *International Panel on Climate Change*) i holdningen til klimaspørsmål, valgte det eldre *Det Kongelige Norske Vitenskabers Selskab* (DKNVS) i Trondheim en bredere belysning av problemstillingen som tema for sine to årlige Gunnerus-forelesninger. Representanter for både IPCC sitt synspunkt og det IPCC-kritiske synspunkt ble invitert som foredragsholdere ved møtet 8. mars 2007. Forsker 1 Terje Berntsen fra CICERO presenterte IPCC sitt synspunkt, mens nærværende forfatter holdt det IPCC-kritiske innlegg. Omtale av begge foredrag publiseres våren 2008 i 2007-årsskriftet for DKNVS.

Nærværende tekst bygger på forfatterens Gunnerus-foredrag, med fokus på variasjoner av klima i fortid og nåtid, konsekvenser herav for kultursamfunn, nasjonalstater og forskning, med et særlig fokus på Europa i de siste 1000 år. Mange historiske samfunnsmessige utviklinger, der i deres samtid utvilsomt har tatt seg fornuftig ut, fremstår i historiens lys på annen vis. Som historien lærer oss, er vi alle utsatt for muligheten av at ta feil, også selv om vi mener at ha de beste argumenter, og selv om vi tilsynelatende tilhører et flertall av meningsfeller. Med tiden vil vor egen tid med dens fokus på klimarelaterte fenomener og tiltakende sammenblanding av tro og viten også bli

underkastet historiens dom. Derfor kan det allerede nå være nyttig at betrakte fortiden, med klima som fellestema. Denne betraktning gir forfatteren anledning til formulering av ikke mindre enn ti klimatankekors av forskjellig natur.

## **1000 års historie, klima og forskning**

Europa var i de første 1000 år etter Kristi fødsel en forvillet fattig verdensdel, oppdelt i hundrevis av små føydale riger, typisk lokalisert omkring en borg og en landsby. Det såkalte europeiske mirakel var slett ikke begynt ennå. Det var vanskelig at avtvinge jorden mer enn hva bonden og hans familie trengte til at overleve. Mennesker i Europa levde eller døde avhengig av høstens utfald, naturens luner og omstreifende krigere. Avgjørende var bøndenes overskudd av korn, ost, smør, kjød, skinn og ull, der kunne selges. Samfunnets velferd og fremdrift avhang helt av overskuddet av disse fundamentale varer.

År 1000 bodde omkring 36 millioner personer i Europa, mod i dag 728 millioner. Gjennomsnittalderen var lav, 30-35 år, og en tredjedel av en årgang døde innen de fylde 20 år. Fra år 1000 til 1300 voksende befolkningstallet i Europa imidlertid rask, som følge av tryggere samfunnsforhold, bl.a. fordi varmere klima fikk høstutbyttet til at øke. I Norge ryddes store skovområder til landbruk og nye landsbyer anlegges i tidsrommet 800-1000. Rentabelt landbruk blir mulig inntil 100-200 større høyde enn det som var mulig tidligere. Da Håkon Håkonsson i 1217 ble konge i Norge modnedes frukten to ganger i året og trekkfuglene fikk fram to kull. Også i England utnyttet landbruksjorden til større høyde enn tidligere, og nye landsbyer grunnlegges. Vinmarker anlegges så langt mot nord som 53°N. Kvaliteten av vinen kan ikke ha været helt dårlig, da franske vinavlere i forbindelse med inngåelse av en avtale mellom det franske og det engelske kongedømme samtidig gjør seg store anstrengelser for at forbyde de engelske vinmarker. I 1280 klager engelske hyrder over at de store nyanlegg av landbruksjord etterlader for litt areal til gresning for sauene i Penninene i Midtengland. Vikinger fra Sør-Norge bosatte seg på Færøerne, i Island og Grønland i tidsrommet fra år 800 til 860. Irske munke var dog sannsynligvis de første europeere der bosatte seg på Færøerne og i Island, allerede i 700-tallet.

Imidlertid vendte denne gunstige utvikling i begynnelsen av 1300-tallet, samtidig med at klimaet igjen ble kaldere. Den lille istid stod for døren. Ulykkene veltede inn og satte hele verdensdelen i en voldsom krise, som den først overvandt flere hundrede år senere. Tilbakevendende perioder med streng kulde og flom reduserte høstutbyttet. I Norge oppgis mye av den nye landbruksjord etablert på stor høyde. Den lille istid må dog ikke oppfattes som en lang kald periode, men tidvis inntrådte gunstigere perioder. Likevel var ugunstige forhold dominerende. Sult svekkede befolkningene fysisk og mentalt, og gjorde dem mottakelige for smitte, sykdom og irrasjonelle forestillinger om årsakssammenhenge. Hekseprosesser ble vanlige som middel til motvirkning av elendigheten. Bosetningene i Grønland opphørte i sluttingen av 1400-tallet, mens befolkningstallet i Island, Færøerne, Finland og mange andre steder minskede markant. Helt frem til midt i 1800-tallet var der fortsatt ofte år med misvekst, hungersnød, død og annen fysisk svekkelse av befolkningene i Europa. Den historiske lære for Europa er at perioder med minskende eller lav temperatur generelt kjennetegnes ved en øket frekvens av ulykker og naturkatastrofer.

Tidlig etter år 1300 gikk der i Europa rykter om en pest, der herjede i Kina, Midtøsten og Lilleasia. Alle var enige om at det var Guds rettferdige straff over hedningene, inntil år 1346, hvor et skip fra Krim ankom til Genua med en besetning der døde av pest, innen de kunne bæres i land. Svartedauden var ankommet til Europa. Smitten spredtes med rotter og ikke minst lopper over resten

av Europa de neste tre årene. Norge blev rammet i 1349, da smitten kom til Bjørgvin (Bergen) med skip fra England. Det første utbrud av smitte var det verste, men fire nye fulgte senere i 1300-tallet. På tidspunktet for svartedaudens utbrudd var Europas befolkningstal vokst til ca. 80 millioner. Herav døde ca. 50 millioner i løpet av siste halvdel av 1300-tallet. Utallige landsbyer blev forlatt, og ødegårder pregede Europa ennå langt opp i 1700-tallet. Datidens leger var hjelpeløse, kirken anbefalte bønn og forsagelse i enhver henseende, og store grupper av såkalte flagellanter drog omkring og piskede seg selv for at oppnå frelse. I Tyskland tog flagellantene for sikkerhets skyld også initiativ til at brenne mange tusende jøder i store bål.

Ett resultat av denne mentale og fysiske svekkelse kunne eksempelvis ses i Danmark, hvor kongedømmet etter 1326 gikk i oppløsning, og landet inntil 1360 var pantsatt til nordtyske fyrster. Selv pavemagten blev korrumpert. De franske konger innfiltrerte kardinalkollegiet, og pavestolen blev flyttet fra Rom til Avignon år 1309. Først i 1415 blev normaltstanden gjenopprettet med en pave i Rom. I begynnelsen av 1500-tallet, da pave Leo 10. skulle skaffe kapital til at bygge Peterskirken, organisertes et voldsomt salg fremstøt for avladsbreve. Tanken med avlad var den absurde, at Kristi lidelse og død på korset hadde skapt en enorm oppsporing av tilgivelse for menneskeheten. Denne ubenyttede mengde av tilgivelse kunne paven nå videreselge til folk, der mente at trenge denne ressurs.

I Norge begynner mange breer at vokse etter år 1300. Eksempelvis vides at Omsbreen litt nord for Finse oppstår omkring år 1400. Mellom år 1390 og 1430 dekker breen derved planter der tidligere voksende i dalen. Enkelte av de begravede plantearter var enda mer varmekrevende enn de arter der vokser samme sted i dag. Med tiden vokser Omsbreen til en maksimal størrelse på ikke mindre enn ca. 6 km<sup>2</sup>, omkring år 1750.

Kattegat mellom Norge og Danmark fryser vinteren 1407-08 og 1422-23, og ulver vides at ha krysset over isen til Danmark. 1430-tallet karakteriseres av en serie veldig kalde vintre, især i det sentrale og østlige Europa. Også i Finland blev naturforholdene veldig vanskelige i takt med avkjølingen, der generelt synes at have været maksimal i det nordøstlige Europa. På slutten av 1500-tallet var der derfor fra området Savosaks i Finland en betydelig utvandring, blant annet til Värmland. Finnerne som kom hit var halvnomader og drev svedj jordbruk. På 1600-tallet kom mange av finnerne over grensa til Norge. Mange av de resulterende finnetorpene eksisterer fortsatt eller ses i stedsnavnene, selv om de nå er fraflyttet.

Nordboerne i Grønland får vanskeligheter pga det kaldere klima og den voksende havis. Derfor må den vanlige seilrute langs 65°N i år 1342 oppgis til fordel for en sydligere, langs 64°N. I 1369 forliser et av den monopoliserte kongelige grønlandske handels fartøyer ut for den norske vestkyst, og al organisert seilas til og fra Grønland slutter. Folk der begraves i Østerbygden omsluttet av nydannet permafrost, hvorfor de bevares i relativ god stand frem til vor tid. På deres bekledding kan man se, at der må ha været sporadisk forbindelse til Europa helt frem til omkring år 1500. Men deretter mistes forbindelsen mellom Grønland og Europa helt, og nordboetningen opphører på et ukjent tidspunkt i 1500-tallet.

Mellom år 1500 og 1700 foregikk store endringer i Europas landbruk. Fra spisereglementet for leiesoldater vides at deres forpleining i 1500-tallet hovedsakelig bestod av kjød, og kun litt av brød. Det skyldes at bøndene brukte skogbunnen i de store urskoger til gresning for kreaturer og svin, således at forsyningen med kjød var rikelig. Men etter år 1600 begynte en kraftig hugst av Europas skoger. Behovet for trø til oppvarmning voksende i takt med det kaldere klima og den samtidige raske bygning av krigsskipe i Vest-Europa. Urskogene forsvant overalt i Europa, kreaturholdet blev

sterkt redusert, og de tidligere skoger ble utlagt som kornmarker. Kjød ble dyrt, brød billig, spisevanene endredes, hvilket satte spor i helbredstilstanden. Skjelettfunn viser at mennesker i 1400-tallet var uvanlig høye og kraftige, f.eks. var den danske kong Christian 1. (1448-81) nær ved to meter høy. Ved sluttingen av 1600-tallet var gjennomsnittshøyden minsket markant, da det proteinrike kjød var erstattet av grovt brød, stort sett uten annen næring enn luftfylte hulrom omgitt av stivelse.

Den europeiske verdens kjennskap til is- og klimaforhold i det Arktiske område går tilbake til tiden kort innen Vatikanet introduserte avlatsbrevet som middel til at mobilisere kapital. På dette tidspunkt søker flere europeiske nasjoner, ikke minst Spania og Portugal, at styrke deres posisjon gjennom ervervelsen av kolonier i fjerne verdensdeler. Paven beslutter derfor i 1494 med Tordesillas traktaten at dele verden i to halvdel; en spansk og en portugisisk. De den gang fremstormende, nye sjømakter Frankrig, Holland, England og Danmark blev herved effektivt avskåret fra utforskning etter mulige kolonier i sydlig retning, og dirigerte derfor deres innsats mod vest, øst og nord. Målet var at finne en alternativ vei til de ettertraktede markeder i India, Kina og Japan. Dette førte til mange forsøk på at finne en sjøvei nord om Russland og Nordamerika; kjent som henholdsvis Nordøst- og Nordvestpassasjen. Som følge av vanskelige isforhold i det Arktiske Osean unner Den Lille Istid skulle gjennomseiling av begge passasjer først lykkes mer enn 400 år senere, i første halvdel av 1900-tallet.

I året 1564 oppstår begrepet *Nevatter* eller snømann på øyen Mallorca i Middelhavet, ut for Spanias østkyst. Disse mallorcinske snømenn utviklede det veldig spesialiserte erverv at innsamle og oppbevare snø på Mallorcas høyeste fjell. I takt med avkjølingen voksende vinterens snømengder i de 1200-1400 høye fjell, og der var samtidig i lavlandet et voksende marked for snø til kjøling om sommeren. Snømennene bryggede derfor av stein spesielle *cases de sa ne*, eller snøhuse, på de høyeste fjell. Husene blev hver vinter fylt med snø av snømennene, og hadde en særlig takkonstruksjon der inntil neste sommer tjente som beskyttelse mot smeltning. *Nevatters* hadde lenge et hardt, men respektert erverv på Mallorca. Først kombinasjonen av oppvarming etter den Lille Istid og fremkomsten av det elektriske kjøleskap blev i 1927 ervervets endelig.

Kraftige stormer blev vanlige i Europa unner Den lille istid, som følge av den fallende globale temperatur og den derved økende temperaturkontrast mellom ekvator og polene. Eksempelvis oppstod *Ijsselmeer* i Nederland ved flere stormfloder i tiden etter år 1300, og øyen Helgoland i Tyske Buket blev av stormer redusert fra ca. 60 km<sup>2</sup> til kun 1,5 km<sup>2</sup>. Stormen *All Saints Floods* 11-12 november 1570 fremstår imidlertid fortsatt som helt spesiell. Stormen berørte hele Nordsjø-området og tilgrensende landområder. Ikke minst gikk det ut over Nederland, hvor byene Amsterdam, Muyden, Rotterdam og Dordrecht alle oversvømmendes. Mellom 100.000 og 400.000 mennesker menes derved at være druknet. Dette høye tapstal skal naturligvis ses på bakgrunn av det den gang langt mindre totale folketal.

På grunn av stort arbeidspress er det ikke sikkert at Kong Filip 2. av Spania hadde bemerket denne ubehagelige effekt av den igangværende klimaendring. Han styrte fra 1556 til 1598 det veldig spanske rike, der ut over Spania også omfattede Portugal, Syditalien og Sicilien. Langt mod nord var det reformerte Nederland også del av riket, kategorisk styret av den fryktede hertug av Alba. Karl 2. følte seg som katolisismens forsvarer, hvilket de kalvinistiske folk i Nederland fikk at føle. I 1579 rev Holland seg derfor med stort besvær løs fra Spania, mens Karl 2. beholdt kontroll over det nåværende Belgia ved hjelp av en stor hær. Denne hær skulle dernest brukes til at invadere det anglikanske England unner Dronning Elizabeth 1., for at hjelpe den engelske befolkning tilbake til den rette tro. I august 1588 sendte Filip 2. sin spanske armada på 130 svært armerte fartøyer med

30.000 folk ombord mod England. I den engelske kanal møtte armadaen den engelske flåte under Sir Francis Drake, som i en løpende kamp klarte at flytte sjøslaget ut i den sørlige del av Nordsjøen. Her ble den stolte spanske armada splittet og ødelagt av en fryktelig sommerstorm. Politisk sett en stor triumf for Her Majesty's Navy og Sir Francis Drake, men i virkeligheten en seir for værgudene. Stormen markerte begynnelsen av det engelske herredømme over havene, *Rule Britannia, Britannia rules the waves*, der uten avbrytelse fortsatte til midt under 2. verdenskrig, da USA overtok rollen som verdens ledende sjømakt.

I årene 1594-1598 pregedes store deler av Europa av kjølig, våt sommervær, i England og andre steder med hungersnød til følge. Mange steder i Europa ble landbruksland oppgitt, og landsbyer fraflyttet. Avkjølingen fortsatte, og år 1600 var Østersjøen fullstendig isdekket. I 1602 var avlingene i Vest-Norge enn ikke høstet da snøen kom allerede 14. september. Markene forblev snødekte frem til våren 1603, og mange mennesker og husdyr omkom på grunn av sult.

Færøerne rammes 2. februar 1602 av en orkanliknende storm. Denne dato huskes fortsatt på Færøerne som den harde Kyndelmisse. I bygden Kirkebo nær sørenden av Streymoy tar bølgene landforbindelsen mellom kirken og Streymoy, og spissen av den tidligere halvøy ligger den dag i dag isolert som en øy. Lengre mot nord, også på Streymoy lukkes den fine naturhavn ved Saxum. Kort tid etter ankom et nederlandsk handelsskip under kommando skipper Kjálkin og ville intetanende som vanlig anløpe havnen, men strandede uhjelpelig i det tidligere havneinnløp. Kjálkins pakkehus finnes ennå i Saxun, beliggende under Kvíggjarhamar.

I 1605 publiserer forfatteren Richard Verstegan i Antwerpen en bok, der på interessant vis gir innblikk i datidens atmosfæriske sirkulasjon i tiden der leder opp til den veldig kalde periode i 1600-tallet. Bogen bygger på viten innsamlet av sjøfolk fra Nederland, og vekker så stor interesse at den i 1634 også utgis i London under tittelen "*A Restitution of Decayed Intelligence*". I boken berettes bl.a. at seilturen fra Nederland til Spania vanligvis er 1,5 dager kortere enn den motsatte reise fra Spania til Nederland. Dette er jo i seilskipenes tid, og tyder derfor på at den dominerende vind over Europa den gang var fra østlig retning, i motsetning til i dag, hvor den er fra vest. Konklusjonen støttes av daglige meteorologiske observasjoner gjort av den danske astronom Tycho Brahe i perioden 1582-1597 på øen Hven i det østlige Danmark. Tycho Brahes observasjoner viser med stor klarhet at østlige vindretninger over Danmark den gang var langt vanligere enn i dag, især om vinteren. Disse observasjoner tyder på at den meteorologiske vintersituasjon over Europa i denne periode var mer preget av høytrykk enn i dag, hvor lavtrykk med vestlige og sørvestlige vinde ofte preger det generelle vintervær.

De europeiske forsøk på at finne en sjøvei nord om Russland og Nordamerika gjennom Nordøst- og Nordvestpassasjen intensiverendes hen mot sluttingen av 1500-tallet. Oppgaven syntes dog at være ner uløselig. En svært dyktig hollandsk skipper, W. Barents, oppdagede i 1596 Bjørnøya og Svalbard, innen han året etter mistede livet i åpen båt, etter at hans skip var frosset inne ved østkysten av Novaya Zemlya. Opplysningene om denne oppdagelse fikk i 1615 den danske kong Christian IV til at sende en del av sin flåte til Spitsbergen, som man formodet var en del av Grønland, og dermed dansk. Samtidig proklamertes en endring av navnet til "Christiansbergen", uten at han dog vant frem med dette synspunkt. Nordøstpassasjen ble inntil videre anset som umulig at navigere. Nordvestpassasjen skulle vise sig minst like besværlig. Jens Munk stod i 1619-20 for et av de mer kjente forsøk, men ble med to fartøyer tvunget til at overvintre i Hudson Bukten. Skjorbuk gjorde at nesten hele besetningen døde i løpet av våren 1620, men utrolig nok lyktes det Jens Munk og to andre overlevende neste sommer at frigjøre det ene skip og seile det

tvers over Nordatlanteren tilbake til Norge. I året 1613 oppdages en død eskimo drivende i sin kajakk ut for byen Hull på Englands østkyst.

Under den etterfølgende europeiske Trediveårskrig (1618-48) var den dristige svenske general Johan Banér i år 1641 nær på å ta den tysk-romerske keiser Ferdinand 3. til fange og derved å avslutte krigen. Vanligvis gikk hærene den gang i vinterkvarter, og militære operasjoner var forbeholdt sommerhalvåret. Vinteren 1640-41 blev imidlertid ekstraordinær kald, og selv de store tyske floder frøs til. I begynnelsen av 1641 sammenkalte keiseren en riksdag i Regensburg. Da den iderike Johan Banér fikk dette å vite, besluttet han å forlate sitt vinterkvarter nær Erfurt, for med sine tropper å marsjere mot Regensburg på de tilfrosne og derved lett fremkommelige floder, og der ta keiseren til fange ved en lynoperasjon. Planen mislykkedes dog i siste liten, og Johan Banér måtte ta til takke med den keiserlige jaktvogn som bytte.

Barometeret og termometeret blev begge oppfunnet i Italia i slutningen av 1500-tallet, hhv. av Toricelli og Galileo. Vindmåleren og nedbørmåleren var allerede oppfunnet tidligere. Den lengste sammenhengende månedlige temperaturserie går tilbake til 1659, og samledes i 1970 av nu avdøde professor Gordon Manley i England. Denne serie representerer lavlandet i det sentrale England.

Perioden 1650–1720 var den kaldeste del av Den lille istiden, og er tidsmessig sammenfallende med det såkalte Maunder minimum med redusert solaktivitet, så solpletter ikke var synlige. Den svenske kong Karl 10. gikk med sin hær på det tilfrosne hav fra Sverige til Danmark, både i 1658 og 1659. Unner disse naturforhold var de seildrevne danske marinefartøyer ikke til stor nytte, og etterfølgende var der ikke tvil om hvem som var stormakten i Norden. En klimatisk betinget politisk katastrofe for Danmark.

Fra Norge vides at denne veldig kalde periode var sammenfallende med voksende hyppighet av snø- og steinras, flom og andre ubehageligheter. Eksempelvis ble på ulykkesnatta 6. februar 1679 ikke mindre enn 140 mennesker drept i snøskred på indre del av Sunnmøre. Storme opptreder nå hyppig og med stor styrke. I Danmark begraver vandrende sanddyner marker og byer langs Jyllands vestkyst. Den arktiske sjøis vokser i Nordatlanteren og omslutter enda flere ganger Færøerne, så fiskeriet der må innstilles. Sterke nordvest-storme blåser dessuten mye av den gode gresningsjord i havet, hvilket øker problemene for Færøerne. Ved *the Culbin Disaster* i det nordaustlige Skottland, begraves i løpet av en enkelt natt 20-30 kvadratkilometer god landbruksjord og gårde av opp til 30 m dypt flygesand unner en kraftig storm i slutningen av september 1694. Innen stormen var området kjent som et fruktbart område, og gikk unner navnet "*the Garden*". I det etterfølgende år 1695 er overflatevannet i Nordatlanteren så kaldt, at den vanlige torsk kun fanges syd for Aberdeen på Skottlands østkyst. I årene 1682 og 1684 ankommer eskimoer i kajakk til Orkneyøyene ut for det nordvestlige Skottland. Den fremmedartede beklledning sendes til universitetet i Edinburgh for nærmere analyse. En av kajakkene var lenge hengt opp i Burray kirke på Orkney. I perioden 1685-1703 mislykkedes vinhøsten stort sett hvert eneste år nord for Alpene, idet sommerværet vedvarende var dårlig med storme, uten nevneverdige perioder med varmt og stabilt høytrykksvær. På Gran Canaria (28°N) bestemmer byrådet i Las Palmas i året 1699 at det skulle graves en snøbrønn nær toppen av det høyeste fjell (*Pico de las Nieves*, 1949 m). Denne snøbrønn (*Pozo de las Nieves*) blev ganske som på øyen Mallorca lengre mot nord benyttet til lagring av vintersnøen, som etterfølgende ble fraktet ned til Las Palmas for å kjøle ned et fryselager.

For breene i Europa var klimaet etter 1650 generelt bra, hvilket resulterte i en foruroligende kraftig vekst. I Norge var sommerhalvåret generelt kjølig i tiden frem til begynnelsen av 1700-tallet, et for breene gunstig forhold, og etterfølgende synes snørike vintre å være en viktig faktor for fortsatt

vekst av breene. Eksempelvis avanserte Nigardsbreen, en østlig utløper fra Jostedalsbreen, omkring 2800 m mellom 1710 og 1735. Flertallet av breer i Norge når deres største utstrekning etter istiden omkring 1750. Flere gårde ner breene innvilges nedsatt skatt, som kompensasjon for tapte gresningsområder. Omsbreen ved Finse når en størrelse på ikke mindre enn 6 km<sup>2</sup>, etter sin spede start i 1400-tallet. Etter 1750 blev den nåværende tilbakesmelting av breene i Norge innled.

I år 1700 førte den unge svenske kong Karl 12. sin hær over Østersjøen til Estland. Ved Narva knuste svenskene den mye større russiske hær unner Peter den Store. Karl 12. undertvang deretter Polen og Sachsen, og trengte i 1708 dypt inn i Ukraina, med det formål at slå zar Peter endelig. Vinteren 1708-09 blev imidlertid fryktelig kald, og mangel på forsyninger og varme reduserte Karl 12. hær med en tredjedel. De resterende 12.000 sultne og frysende svenske soldater blev ved Poltava beseiret ettertrykkelig av Peter den Stores hær. Kun 1200 mann av den svenske hær overlevde. Kong Karl flyktede til Bessarabia (Romania), hvor de tyrkiske myndigheter i fem år holdt ham som en slags fange, innen han i 1714 sprang på en hest og unnslett tilbake til Sverige. Den krigstørstige Karl 12. døde 30. november 1718 unner beleiringen av den norske festning Frederikssten, muligvis skut av en svensk offiserer, der angivelig anså handlingen for en politisk velgjerning.

I året 1728 kom en besynderlig fremtoning til syne på havet ut for Aberdeen i det nordøstlige Skottland. Den øverste halvdel av et menneske gled med god fart hen over havets overflate. Da det halve menneske kom ner stranden kunne man se at der var tale om en fremmedartet utseende mann sittende i et langt og smalt fartøy, en kajakk. Mannen var sterkt utmattet og døde dessverre tre dager senere. Hans kajakk med harpun og øvrige fangstgredi hengtes opp i den nærliggende kirke som et sjeldent trofé. Da kirken senere forfalt, fikk kajakken med utstyr blivende oppholdssted i Aberdeens Medico-Chirurgical Society, hvor den fortsatt er utstilt sammen med utstoppede krokodiller og andre merkverdigheter. Danmarks førende eskimokjenner, Knud Rasmussen, inspiserer i det 20. århundrede kajakken og identifiserer den med sikkerhet som en typisk vestgrønlandsk kajakk fra denne tid.

I Europa voksende befolkningstallet nesten ikke i 1600-tallet på grunn av de mange krige, sykdom og misvekst. Der fødtes ganske vist mange barn, men dødeligheten var høy, og i perioder med sult kunne sterilitet hos kvinner redusere fødselstallene. Samtidig med avslutningen av den kaldeste del av den lille istiden, omkring år 1720, begynner befolkningstallet atter at vokse, og spesielt mye etter 1750. Samtidig minskende barnedødeligheten pga. bedre ernæring, og fremskritt i legevitenskap forlengede folks levetid. Omkring år 1750 hadde Europa skjønnsmessig 140 millioner innbyggere.

Etter 1720 blir solpletter igjen vanlige og interessen for dette fenomen vokser. Blant annet bemerker den tysk fødte, engelske astronom og komponist William Herschel (1738-1822) at prisen på hvede (og dermed brød) varierer i takt med antallet av solpletter. William Herschel blev dog især kjent for sin oppdagelse av Uranus og infrarød stråling. Ikke minst den siste oppdagelse skulle senere få stor betydning for teorien om drivhuseffekten.

Av naturlige årsaker hadde der i 1600-tallet været en vis stillstand i forsøkene på at finne vei gjennom Nordvest- og Nordøstpassasjen, men etter 1720 vokser interessen igjen. Nordøstpassasjen blev eksempelvis i tidsrommet 1734-1769 forsøkt gjennomseilet mange gange av den russiske flåte, men uten å vinne frem. En britisk ekspedisjon under kommando av kaptajn C.J. Phillips ankom i 1773 til området nord for Svalbard, med ordre om at seile til Nordpolen. Skipene gikk beklageligvis med det samme uhjelpelig fast i sjøisen, og unngikk kun med nød og neppe innefrysning. Den europeiske utforskning av det Arktiske Osean i 1600- og 1700-tallet er generelt en endeløs rekke av heltmodige, men aldeles mislykkede forsøk på at gjennomseile randområdene til det Arktiske

Osean. Omkring slutningen av 1700-tallet synes situasjonen imidlertid at endres til det bedre. Hvalfangere ved Svalbard beretter at iskanten flytter markant mod nord, til en nordligere posisjon enn det vi kjenner i dag. Det Kongelige Vitenskapelige Selskap i London skriver derfor i 1817 til det Britiske Admiraltet at uforklarlige endringer ses i utbredelsen av sjøis i det Arktiske Osean, hvilket gir fornyet håp om at finne en gunstig seilrute til Kina.

Samtidig fremsatte flere ledende forskere en hypotese om et isfritt område i den sentrale del av det Arktiske Osean. Selv om man nok hadde mistanke om at stå over for en svært kompleks problemstilling, valgtes allikevel at legge hovedvekt på kun et enkelt forhold som man mente måtte ha dominerende effekt; nemlig den store solinnstråling om sommeren. Med dette utgangspunkt gjordes en rekke isolert sett fornuftige betraktninger, som førte frem til modellen om det isfri Arktiske Osean. Modellen blev hurtig akseptert som mainstream av datidens forskere, hvorav kun få hadde personlig kjennskap til Arktis. Enkelte skeptikere påpekte forsiktig at alle hittidige observasjoner faktisk tydede på at oseanet var godt og grundig isdekket. Flertallet av datidens seriøse forskere mente dog at man blot skulle vente lidt lengre, så ville det åpne hav blive oppdaget. Hver gang en ny ekspedisjon observerte et stort vannsområde uten is, formodede man derfor at være nær den forutsagte isfrie sentrale del av det Arktiske Osean.

Ennå i første del av 1700-tallet var Frankrig en supermakt i Europa. Fra 1770'erne blev det imidlertid stadig mer tydelig, at Frankrig var ute i en alvorlig økonomisk krise. Syvårskrigen 1756-63 mod Prøyen og England hadde svekket statsfinanserne. Vulkanen Laki i Island hadde 1783-84 et langstrakt utbrud, og aske fordelt i atmosfæren resulterte de neste 6-7 år i merkbart lavere temperaturer globalt, og påvirkede samtidig det generelle vær i Europa. I Norge forekom i 1789 den såkalte "Storofsen", hvilket er den største norske flommen i historisk tid. I Frankrig mislykkedes høsten mer eller mindre i årene etter Laki utbruddet som følge av lav sommertemperatur. Krav om gjennomgripende jord- og skattereformer voksende. Mel blev en mangelvare, og prisen på et 4-punds brød blev i 1789 derfor hevet fra 8 til 14 sous. Dette gav anledning til spontane hungerrevolter. Brød var jo fortsatt hovednæringen for folk. Den 14. juli 1789 stormedes Bastillien i Paris, hvor man mente at kongen holdt et betydelig antall politiske fanger innesperret. Der var dog kun 10 fanger at befri. Stormen på Bastillien medførte imidlertid at makten i Frankrig på én dag overgikk fra kongen til stadsforsamlingen på rådhuset i Paris, også kjent som Pariserkommunen. Revolusjonens hellige ild brente ut etter man 21. januar 1793 hadde halshugget kong Ludvig 16. Få år senere, i 1799, aksepterte de samme politiske krefter motsetningen til revolusjonens ideal om *frihet, likhet og broderskap*, og Napoleon Bonapartes diktatur var en realitet.

Napoleon stod i 1812 på høyden av sin makt. Militært hadde han nesten realisert en drøm om Europas forente stater, knapp 200 år innen det faktisk blev en realitet. Likesom Adolf Hitler i 1940-41, måtte han imidlertid først overvinne England og Russland, innen der blev tid til at glede seg over det nye, vidstrakte emperium. Kanskje han var for opptaket med forberedelsene til det avgjørende felttog mod Russland til at bemerke de ubehagelige meteorologiske forhold i året 1811, senere kjent som et år uten sommer?

22. juni 1812 invaderte Napoleon Russland med *la Grande Armée* på 400.000 soldater. Den russiske hær unner veldig forsiktig kommando av general Mikhail Kutusov retirerte og engasjerte seg kun i mindre trefninger ved overgangssteder over floder. Først ved Borodino, 100 km vest for Moskva, stod et stort slag, som Napoleon imidlertid vandt. Få dager senere, i september, holdt Napoleon sitt inntog i Moskva. Byen var imidlertid evakuert forinnen, og en påsatt brand ødelagte kort tid etter flertallet av byens 12.000 bygninger. Imot Napoleons forventning hadde Zar Alexander fortsatt ikke



lyst til at forhandle om fred, og 19. oktober forlot Napoleon derfor med sin hær den ødelagte by, i god orden og tilsynelatende i god tid innen vinterens komme.

Vinteren 1812-13 begynte imidlertid tidligere enn vanlig og gjorde rask veiene svært fremkommelige. Forsyningssituasjonen ble katastrofal dårlig, og soldatene begynte at dø av kulde. Da *la Grande Armée* i desember 1812 nådde grensen til Prøysen var der kun 30.000 mann tilbake av de opprinnelige 400.000. Styrkemessig overvant Napoleon aldri helt denne vinter.

Etter Napoleons endelige nederlag ved Waterloo i 1815 synes situasjonen generelt at bedres i Europa. Ved Wienerkongressen samme år fikk Prøysen tildelt en rekke småriker langs Rhinen for at kunne bevokte grensen inn mot Frankrig mot nye angrep. Disse områder viste seg forbausende rike på kul og jernmalm. I de følgende år utviklede Ruhr seg til et industridistrikt. Alfred Krupp skapte i Essen den berømte våpenfabrikk og utviklede teknologien at herde jern til stål. Hans fabrikk skapte også forutsetningen for de senere tyske pansrede marinefartøyer, og som Europas kanonkonge skapte han sensasjon på verdensutstillingen i London 1851 med sine mange nye våpentyper. I Europa var industrialiseringen dermed for alvor innledet med tilhørende CO<sub>2</sub> utslipp. Samtidig utvikles den berømte prøyssiske militære tradisjon for selvstendig tenkning på alle nivå, uten passiv ventning på kommando ovenfra. Det var en ny holdning til begrepet ledelse, der senere skulle feire store triumfer. Grunnlaget for Tysklands samling og kommende posisjon som Europeisk stormakt var hermed sikret. Bismarck kunne trede inn på scenen.

Som resultat av den Europeiske mentale og kulturelle blomstring i 1700-tallet, også kjent som opplysningstiden, fremkommer i begynnelsen av 1800-tallet en mengde nye forskningsresultater. Denne erkjennelsesmessige fremgang skyldes ikke minst astronomen og filosofen Galileo Galilei forarbeide i 1600-tallet, hvor han med stor klarhet og kraft fastslår atskillelsen mellom tro og viten. Som eksempel på viktige vitenskapelige landvindinger publiserer den engelske kjemiker William Henry i 1803 resultatet av sine eksperimenter om oppløseligheten av forskjellige gasser (bl.a. CO<sub>2</sub>) i vann ved forskjellige temperatur- og trykkforhold. Hans resultater har siden været kjent som *Henrys lov*. Kort tid etter, først i 1816 og igjen i 1827, fremsatte den franske matematiker og fysiker Jean Baptiste Joseph Fourier hypotesen om CO<sub>2</sub>'s mulige innflytelse på de globale temperaturforhold. Grunnet denne voksende interesse for CO<sub>2</sub> begynner forskjellige forskere fra 1812 at foreta direkte målinger av det atmosfæriske innhold av CO<sub>2</sub>. Henry's kjemiske lov om bl.a. CO<sub>2</sub>'s store oppløselighet i vann innebar naturligvis at de målte variasjoner i atmosfærisk CO<sub>2</sub> tolkedes som styret av især oseanenes temperaturvariasjoner, og ikke omvendt. Dessuten begynte man langsomt at innse, at mange forskjellige geologiske, biologiske og oseanografiske prosesser hadde en overordnet kontroll på det atmosfæriske CO<sub>2</sub>-nivå.

Det begynnende kjennskap til kjemiske prosesser inspirere i år 1851 Lord Kelvin (1824-1907) til at beregne Jordas alder. Han kom frem til at vor planet maksimalt kunne være 20 millioner år gammel, da kjemiske prosesser i Solas indre ikke kunne ha foregått i lengre tid. En med samtidens naturfaglige innsikt fornuftig vurdering. Dessverre kjente Lord Kelvin intet til atomare prosesser. Med dagens innsikt beregner vi nå Jordas alder til omkring 4,6 milliarder år.

Tiden etter Wienerkongressen 1815 således på mange måter en gunstig periode i Europa, inntil en ny kald periode fikk høsten til at slå feil i både 1846 og 1847. I den vitenskapelige verden trådte hypotesen om CO<sub>2</sub>'s betydning for temperaturutvikling i bakgrunnen, men de direkte CO<sub>2</sub>-målinger fortsatte av ren grunnforskningmessig interesse. I Frankrig utbrød igjen uroligheter pga. høye brødpriiser, hvilket 22. februar 1848 som snart vanlig førte til revolusjon; den tredje i rekken av franske revolusjoner unner Den lille istid. Kort tid etter, mellom 1850 og 1860, nådde breene i

Alpene generelt deres største utstrekning etter istiden, hvoretter også de begynte at minske frem til i dag.

I Storbritanien ble den politiske og økonomiske betydning av å finne en seilrute tvers over det Arktiske Osean nå anset som værende så betydelig, at Royal Navy måtte ta ansvar for oppgavens løsning. De to store, moderne marinefartøyer *Erebus* og *Terror* ble i 1845 sendt av gårde mod Nordvestpassasjen under kommando av Sir John Franklin. Uheldigvis hadde Franklin ingen erfaring i å manøvrere i is, og i tillegg var de store fartøyer uegnede til at utnytte små åpninger i sjøisen. De innefrøs derfor vest for King Williams Island i det nordlige Canada, og alle 130 ekspedisjonsdeltakere omkom.

Troen på den teoretiske modell om det isfri Arktiske Osean var imidlertid svært livskraftig og dominerte oppfattelsen inntil 1879, hvor det amerikanske skip *Jeanette* under kommando af G.W. De Long afseilte mod en forventet isfri Nordpol via Bering Stredet. I stedet for at finne et isfritt osean innefrøs skipet uheldigvis nær Vrangel Island og begynte langsomt at drive tvers over det isdekkede osean. Skipet var innen avseiling godt og grundig isforsterket, men ble likevel langsomt knust av isen, og sank 13. juni 1881 nord for de Nysibiriske øer. De Long og atskillige besetningsmedlemmer omkom på vei mod syd. Tre år senere (18. juni 1884) ble et par oljeskinsbukser fra *Jeanette* funnet liggende på drivisen ut for Qaqortoq (Julianehåb) i Sydvestgrønland, hvilket viste at det Arktiske Osean faktisk måtte være dekket av is. Ellers var de berømte bukser jo sunket til havets bunn. Denne erkjennelse utløste intet mindre enn et vitenskapelig paradigmeskift. Modellen om det isfrie osean forsvant over natten og i stedet trådte den nåværende oppfattelse, supplert av en begynnende forståelse for en storstilet sirkulasjon av sjøis i det Arktiske Osean. Dette var den vitenskapelige bakgrunn for Fridtjof Nansens etterfølgende dristige forsøk på at lade skipet *Fram* drive hen over Nordpolen 1893-1896.

Etter 1850 begynte lufttemperaturen at stige, et signal om Den lille istids forestående avslutning. I midten av 1800-tallet lå vintergrensen for sjøisen i Barentshavet kun 150-200 km nord for Nordkapp, men begynte nå at retirere mod nord. I perioder falt temperaturen dog atter og sterke storme og orkaner herjede. Den 13. November 1872 feiede en voldsom orkan inn over Danmark. Store oversvømmelser ramte Lolland og Falster i den sørøstlige del av landet med tap av 80 menneskeliv. Samtidig strandede ikke mindre enn 250 skipe langs de danske kyster, og 185 sjøfolk druknede. En annen kraftig storm herjede Nordsjøen og Skottland 28. desember 1879. Denne storm resulterte bl.a. i ”*the Tay Bridge Disaster*”, hvor et fullastet passasjertog på vei til byen Dundee styrte i the Fifth of Tay (en 4 km bred elvemunning med stort tidevann), da den svære jernbanebro raste sammen på grunn av vindens press. Alle ombordværende mistede livene.

Nordvestpassasjen ble for første gang gjennomseilet 1903-06 av Roald Amundsen i Gjøa med fire manns besetning, med tre overvintringer. Isforholdene var gunstige, og det hadde sannsynligvis været mulig at gjennomføre hele turen på kun en sommer, men Amundsen hadde jo også planlagt forskning å tenke på. Så han hadde ikke så travelt.

Norge har i flere henseende vært et foregangsland i utforskningen av polarområdene. Etter en lang rekke mislykkede ekspedisjoner fra flere nasjoners side var det først Fridtjof Nansen og Roald Amundsen som langt på vei viste hvordan vellykkede polare ekspedisjoner skulle gjennomføres. Det er langt fra alltid den store organisasjon med mye personell og materiell der skaper de nye og betydningsfulle resultater; når det gjelder evnen til nytenkning og suksess er en liten gruppe høyt kvalifiserte folk ofte overlegen.

Etter Roald Amundsens erobring av Nordvestpassasjen kom igjen noen år med forholdsvis mye sjøis, hvilket gjorde at *Titanic* kort innen midnatt 14. april 1912 løp inn i sjøis og isfjell lengre mod syd end forventet. Tross flere advarsler kom møtet med isen 600 km sydpøst for Newfoundland overraskende. Selv om *Titanics* løp nesten 22 knop var 1. styrmann W.M. Murdoch likevel veldig ner på å redde skipet. Han styrte dristig *Titanic* rundt om et isfjellet i en snever s-krurve, ved skiftevis at legge roret hardt til babord og dernest hardt til styrbord. Formålet med denne "port-around" manøver var naturligvis at beskytte skipets vitale midt- og akterskip mod alvorlig skade. På tross av den høye fart var Murdochs forsøk på å redde skipet i utgangspunkt sannsynligvis vellykket, men skader påført av en undersjøisk rampe fra isfjellet i kombinasjon med andre offiseres etterfølgende disposisjoner resulterte i tragedien.

Nesten samtidig hermed fremsetter den tyske geofysiker Alfred Wegener i 1911 sin hypotese om kontinentaldrift. Mange samtidige geologer og geofysikere avviste imidlertid hypotesen som ner galskap. Man hadde på det tidspunkt jo ikke geologisk bakgrunn for at kunne forestille seg de prosesser i Jordas indre, der kunne være ansvarlige for at bevege kontinentene. Først 50 år senere, da kjennskapet til Jordas indre markant var forbedret, måtte man innrømme at Wegener i det store og hele nokk hadde rett likevel. I dag er hypotesen om kontinentaldrift opphøyet til en teori, og er av grunnleggende betydning for at forstå årsakene til mange eksempler på fortidige globale og regionale klimaendringer.

Etter det tragiske tap av *Titanic* i 1912 gikk Den Lille Istid for alvor mot sin hittidige slutning. Især perioden 1915-1930 var karakterisert ved markante temperaturstigninger. Mange samtidige forskere (bl.a. den svenske kjemiker Svante Arrhenius) forklarede dette med økende atmosfærisk innhold av CO<sub>2</sub>, angivelig forårsaket av den nå rask økende industrialisering og forbruk av fossile brennstoffer. Den svenske geograf Hans Ahlman påviste at temperaturen i Island i løpet av en kort årrekke var steget med 1,3°C. Etterfølgende studier viste, at den arktiske sjøis hadde minsket 30 prosent i tykkelse og 15 prosent i utbredelse fra 1890 til 1940. I Nordatlanteren og Barentshavet flyttede sjøisgrensen 300-600 km mot nord mellom 1870 og 1940. Flere forskere mente på den bakgrunn at det Arktiske Osean innen lenge ville være isfritt om sommeren, om utviklingen fortsatte uendret. For første gang i historisk tid, blev Nordøstpassasjen i 1932 gjennomseilet uten overvintring av den russiske trawler *Sibiryakow*.

De norske breer minskede rask i årene 1925-1940. Omsbreen ved Finse er i 1927 redusert fra de tidligere 6 km<sup>2</sup> til en størrelse på kun 2,5 km<sup>2</sup>. På Mallorca må *Nevatters* (snømenn) i 1927 oppgi deres hittidige erverv med å selge snø samlet om vinteren på øyens høyeste fjell. I Vestgrønland preger en rekke varme år situasjonen etter 1920. Ikke minst i året 1929, hvor der slett ikke dannedes fastis i fjordene på vestsiden av øyen Disko (70°N). Fangerne kunne derfor benytte kajakk til fangst hele vinteren, i motsetning til i dag hvor fastis er det vanlige. På samme tid begynte nye fiskearter at opptrede langs Vestgrønland. Viktigst var Grønlandstorsken, lokalt kjent som den storhovede torsk, sannsynligvis identisk med den Islandske torsk. Marinbiologer mener, at fiskelarver fra Island tidlig i 1920-tallet spredte seg til det sørlige Grønland, og derfra opp langs vestkysten, følgende det varmere vann. Etter 1930 blev fiskeriet etter denne torsk av stor økonomisk betydning for Grønland i de følgende 20-25 år.

Frem til 1940 mente mange forskere som nevnt at mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub> varierte naturlig, styret av Henrys lov, den globale temperatur, samt geologiske, biologiske og oseanografiske prosesser. Men den oppfattelse skulle snart endres. I året 1940 gjennomgår den engelske forsker Callendar et utvalg av de mange direkte målinger av atmosfærisk CO<sub>2</sub>, der er foretatt siden begynnelsen av 1800-tallet. Målingene viser variasjoner fra 250 til 550 ppm. Uten detaljert

argumentasjon utpeker Callendar noen målinger som særlig pålitelige, hvorved han kommer frem til 290 ppm atmosfærisk CO<sub>2</sub> som en typisk verdi for siste del av 1800-tallet. Det konkluderes dernest at CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i løpet av perioden 1866-1935 er steget ca. 30 ppm, hvilket tilskrives forbrenning av fossile brennstoffer. Callendar nevner betydningen av oseanene for regulering av den atmosfæriske mengde CO<sub>2</sub> (Henry's lov), men konkluderer samtidig at hans liste av "godkjente" måleresultater viser at al menneskeskapt CO<sub>2</sub> likevel er forblitt i atmosfæren. Dette er overraskende, da den produserte CO<sub>2</sub> teoretisk sett rask burde tass opp i oseanene, og ikke akkumuleres i atmosfæren i større omfang.

Callendar hadde uten tvil rett i at noen av de tidligere målinger kanskje var beheftet med feil, men om han hadde rett i sitt subjektive utvelgelseskriterium er uklart den dag i dag. Sjeldent har en så viktig vitenskapelig konklusjon været så svakt argumentert. Callendar omtaler kun et fåtal av de mange tusende (90.000) vitenskapelige målinger av atmosfærisk CO<sub>2</sub> der eksisterer, og der er neppe tvil om at i det minste en del av disse ligger så geografisk velplassert, at målingene ikke uten videre kan avvises som blot visende lokale forhold. Mange forskjellige målinger synes faktisk at tegne billedet av samtidige variasjoner over store geografiske avstander. Faktum er imidlertid at de av Callendar godkjente måleresultater heretter i mange folks bevissthet tegner billedet av en forholdsvis jevn CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på 280-290 ppm i 1800-tallet. Uten utvelgelsen ville gjennomsnittet for 1800-tallet i stedet ha ligget på 335 ppm.

Callendar høstede naturligvis vitenskapelig kritikk for det benyttede subjektive utvelgelseskriterium. Men unner inntrykk av den stigende temperatur frem til 1940, aksepterer også mange forskere likevel Callendars fremstilling av en sakte stigende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon fra 280 til 290 ppm i løpet av 1800-tallet, hvoretter kraftig stigning er satt inn pga. av industrialisering, med global temperaturstigning til følge.

22. juni 1941, dvs. kort tid etter fremkomsten av Callendars publikasjon, innledet rikskansler Adolf Hitler operasjon "Barbarossa" mod Sovjetunionen. Ved et historisk tilfelle - notert av daværende propagandaminister Joseph Goebbels i sin dagbok - var denne dato presis 129 årdsdagen for Napoleons innmarsj i Russland. Innen innmarsjen var muligheten for en tidlig og kald vinter 1941-42 vurdert av Hitler i samarbeide med den tyske generalstab og riksmeteorologer. Hitler selv vides at have været bekymret ved de to forutgående kalde vintre 1939-40 og 1940-41. Sammen med *sisu* og suveren *motti*-taktik var det jo det kalde vær som hjalp den lille finske hær til i lang tid å motstå overmakten fra den Røde Hær i vinterkrigen 1939-40. Dessuten hadde vinterværet 1939-40 tvunget Hitler til selv at utsette angrepet på Frankrig til våren 1940.

I lyset av den globale oppvarming (den gang benevnt *klimaforbedringen*) etter 1915 bedømte klimaeksperterne dog risikoen for en veldig kald vinter 1941-42 som beskjedent. Det generelle inntrykk av vedvarende klimaforbedring forsterkedes også av det forhold at den tyske hjelpekrysser *Komet* (et bevæpnet lasteskip), unner kommando av Kapitan zur See (senere Kontreadmiral) Robert Eyssen, i august 1940 på kun to uker klarte at gjennomseile nordøstpassasjen, på vei til sjømilitær innsats i Stillehavet. En imponerende prestasjon, der medførte at den tyske marineoverkommando i sensommeren 1942 mente at der var overhengende fare for at USA ville sende konvoier gjennom nordøstpassasjen med forsyninger til den på det tidspunkt hardt pressede Røde Hær. I august 1942 iverksattes derfor den stort sett ukjente operasjon *Wunderland*, hvor lommefregatten *Admiral Scheer* blev sendt inn i Karahavet øst for Novaya Zemlya, for at oppfange eventuelle konvoier. I kraft av de gunstige isforhold og en dyktig sjef klarte *Admiral Scheer* at trenge helt fram til 100°Ø, uten isbeskyttelse for sine eksponerte propeller. Man fant dog ingen konvoier, da amerikanerne ikke kjente til de gunstige forhold og derfor ikke forsøkte at benytte denne rute. Ved en av historiens

merkelige tildragelser møtte *Admiral Scheer* imidlertid den fra 1932 berømte russiske trawler *Sibiryakow*, der blev senket på stedet.

Forskerne mente derfor at der på det tidspunkt var grunn til at forvente et ennå varmere fremtidig klima. Den virkelige verden ville det imidlertid annerledes; begge vintre 1941-42 og 1942-43 blev i Europa og Russland ekstrem kalde, operasjon Barbarossa mislykkedes, og markerte begynnelsen til slutten for Hitlers tusenårsrike og for Tyskland rolle som global supermakt.

En annen overraskende meteorologisk erfaring blev også gjort som følge av 2. verdenskrig. England, USA og Tyskland utviklede hver i sær langdistansefly til bruk for rekognosering over Nordatlanteren i stor høyde. På vei mot vest møtte disse fly ofte i 8-10 kms høyde lokaliserte, kraftige østgående luftstrømmer, der på den ene side sinkede flygning mot vest, men samtidig gjorde det mulig at oppnå en forbausende hastighet unner flygning mot øst. Ikke sjeldent hadde luftstrømmen en hastighet på mellom 200 og 400 km i timen. Dette var det første bekjentskap med de såkalte jetstrømmer, der bestemmer de vandrende lavtrykks bane samt fordelingen av kalde og varme luftmasser. Jetstrømmene slynger seg som vann i en elv, og den dag i dag klarer man ikke at forutse deres posisjon og konfigurasjon lengre enn et par dage. Blant annet derfor er værutsikter fortsatt ikke spesielt pålidelige mer enn 2-3 dager ut i fremtiden.

Den 2. verdenskrig resulterte i to nye supermakter: USA og Sovjetunionen. Da den kalde krig mellom disse supermakter i 1958 var unner kraftig eskalering etablerte USA en nedgravet militær forskningsstasjon på Innlandsisen i Grønland, 220 km øst for Thule. Stasjonen blev kjent som *Camp Century*. Her foregår i 1966 den første dype iskjerneboring til 1390 m dybde, på initiativ av den danske forsker Willi Dansgaard, for øvrig etter forstudier ved Storbreen i Jotunheimen. Hans etterfølgende analyser av mengden av oksygenisotoper i Innlandsisen i Grønland åpner et helt nytt og viktig arkiv over fortidige klimaendringer, der i dag har uvurderlig betydning for vårt kjennskap til fortidens klima. De første resultater tolkes interessant nok som advarsel om en nær forestående markant avkjølingsperiode.

Dansgaards interesse for Jotunheimen skyldes at forskere fra Oslo Universitet ved Storbreen allerede i 1956 som de første hadde innsett at luftbobler i breis tilbyr mulighet for at undersøke atmosfærens kjemiske sammensetning (bl.a. CO<sub>2</sub>), tilbake i tid. Samtidig erkjennes dog en helt grunnleggende vanskelighet: Isen kan ikke med sikkerhet anses som et kjemisk inaktivt miljø, der uendret har bevart den opprinnelige luft i boblene over lange tidsrom, og utsatt for store trykkforskjelle. Ikke minst de små mengder flytende vann der finnes mellom de enkelte iskrytaller gjør kjemisk inaktivitet nesten utenkelig.

På samme tidspunkt aktualiseres interessen for klimautvikling og atmosfærekjemi yterligere gjennom fremkomsten av en ny Callendar publikasjon (1958) om stabil CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på 280-290 ppm i 1800-tallet. På bakgrunn i den siden 1940 innhøstede kritikk innrømmer Callendar åpent at hans kriterium for utvelgelse av "troverdige" tidligere målinger av atmosfærisk CO<sub>2</sub> var subjektivt begrunnet. Dessuten nevner han nye dateringsresultater som viser at menneskeskapt CO<sub>2</sub> faktisk utveksles aktivt med oseanene. Dette er i motstrid med hans egne resultater, som han tolker i retning at al menneskeskapt CO<sub>2</sub> forblir i atmosfæren. Den åpenbare logiske konflikt parkeres inntil videre som interessant, men uløst.

De kalde vintre i begynnelsen av 1940'erne var begynnelsen på en lengre periode med globalt fallende temperaturer, der vedvarte til omkring 1975-1980. Omsbreen stabiliseres i en periode med en størrelse på ca. 1,5 km<sup>2</sup>. I Grønland kommer fiskeeventyret begynt omkring 1930 i alvorlige

vanskeligheter, og ender helt etter et par katastrofeaktige år i 1960'erne. Forskere diskuterer nu helt åpent, om avkjølingen kanskje markerer innledningen til neste istid? CO<sub>2</sub>-hypotesen som forklaring på klimaendringer blev igjen umoderne. World Meteorological Organisation (WMO) foreslo tiltak for å bremse eller i det minste stoppe den truende avkjøling.

I takt med avkjølingen blir sterke stormer atter mer vanlige som følge av den økende temperaturkontrast mellom Ekvator og Nordpolen. 31. januar 1953 blir Shetland, Skottland, England og Nederland ramt av en voldsom storm. I Nederland løfter stormen ved vindpress og minskende lufttrykk havets overflate 3 meter over vanlig høyvannsstand, hvorved dikene brød sammen og mer enn 1600 personer druknede. Mer enn 2000 personer i alt mistede livet omkring Nordsjøen.

I 1959 får Danmark sitt eget *Titanic*. Storm med dårlig sikt og høy sjø akterinn forhindrede sannsynligvis effektive unnvikemanøver, da kaptajn P.L. Rasmussen 30. januar 1959 på jomfrureise med det danske skip *Hans Hedtoft* kolliderte med et isfjell ut for Grønlands sydligste punkt, Kap Farvel. Selv om skipet var av helt moderne konstruksjon med høyeste isklasse og i tillegg hadde dobbeltskrog, forårsakede kollisjonen fatal vanninntrengen i maskinrommet, hvorved skipet rask mistede manøver- og pumpeevne og sank med alle 95 ombordværende 4 timer senere.

Ved Elbmunningen løfter en voldsom storm 2-3. januar 1976 havoverflaten 4,1 m over vanlig høyvannsstand, og ikke mindre enn 10.000 personer må evakueres fra oversvømmende deler av Hamborg i Tyskland. Lengre mod nord, i det sørvestlige Jylland, når vannet ikke mindre enn 4,9 m over vanlig høyvanne, kun 10 cm under toppen av dikene og en hårsbredd fra en omfattende katastrofe.

Den ugunstige klimatiske utvikling var medvirkende årsak til flere års feilslagen høst i Sovjetunionen, spesielt i 1963, 1965, 1972, 1975, 1979, 1980 og 1981. Naturligvis må Trofim Lysenko ta sin del av ansvaret for situasjonen i 1963. For at dekke nasjonens behov for korn måtte Sovjetunionen gjøre store innkjøp på verdensmarkedet. Dette forhold resulterte i stigende priser, hvilket blev et finansielt problem for både Sovjetunionen og en rekke andre nasjoner, der alle ønskede at kjøpe korn. Økonomisk sett blev Sovjetunionen ved disse transaksjoner merkbart svekket i løpet av 1970'erne. Krigen i Afghanistan og våpenkappløpet med USA blev derved den siste dråpe, tross partisekretær Michail Gorbatsjov's energiske forsøk på omstrukturering (perestrojka). Det endelige sammenbrud kom i 1991.

En global fødevarekrise var en realitet i siste del av 1970'erne; dels som følge av situasjonen i Sovjetunionen, men også som følge av en tragisk situasjon i Nordafrika. Mens Middelhavsregionen og det sørlige Europa opplevde økende nedbør i forbindelse med avkjølingsperioden 1940-1975, pregede flere langvarige tørkesituasjoner virkeligheten på den motsatte side av Sahara i Nordafrika. Dette førte til den såkalte Sahel-katastrofe, hvor alene i årene 1972-73 et sted mellom 100.000 og 200.000 mennesker omkom av hungersnød. Den meteorologiske forklaring er den forholdsvis simple, at unner global avkjøling flytter klimasonene i retning av ekvator. Herved flytter også Sahara mod sør, hvorved sommerregnen (monsunen) minsker i Sahel-regionen sør herfor. Det motsatte skjer naturligvis i oppvarmingsperioder.

Fra siste del av 1970'erne begynte den globale temperatur igjen at øke, hvilket forklarer den nåtidige utvikling mot mer tørke og varme i det sørlige Europa. Sahara er atter sakte på vei nordpå, en utvikling breene og permafrosten i Alpene tydelig merker. Det er ikke sikkert at Greenpeaces samling av velmenende, nakne mennesker på isbreen Grosser Aletschgletscher (18. august 2007)

kan endre mye ved dette. Det positive er naturligvis at mengden av regn i Sahel-regionen sør for Sahara samtidig vokser tilsvarende.

I takt med temperaturstigningen etter 1975 begynte flere forskere at overveie om der kanskje likevel var fornuft i hypotesen om CO<sub>2</sub>'s dominerende betydning? Det atmosfæriske innhold av CO<sub>2</sub> voksende jo støtt ifølge en måleserie begynt 1958 ved en målestasjon på Mauna Loa, Hawaii. Mauna Loa er med et romfang på 40.000 km<sup>3</sup> Jordens største vulkan, og vulkaner er i øvrig en viktig kilde for atmosfærisk CO<sub>2</sub>. I den samlede dataserie over atmosfærisk CO<sub>2</sub> søker man derfor på å fjerne de av stasjonens målinger, der menes påvirket av vulkanen.

Med bl.a. denne måleserie som bakgrunn avholdtes oktober 1985 en vitenskapelig konferanse i Villach, Østerrike, der konkluderte med at fremtidig temperaturøkning var sandsynlig som følge av økende atmosfærisk CO<sub>2</sub> innhold. Mer uvanlig var det at man samtidig fremkom med konkrete politiske råd om hva som der burde gjøres i den forbindelse. Ingen av de deltakende 89 forskere fra 29 nasjoner hadde nemlig noen form for politisk mandat hertil fra deres hjemland, og representerte alene seg selv. I tillegg hadde en del av deltakerne verken meteorologisk eller klimatologisk bakgrunn. Bak konferansen stod bl.a. WMO, hvis bekymring åpenbart ikke lengre var utsikten til en kommende istid, men nå det helt motsatte.

Avgjørende for den videre utvikling var dog et møte i en U.S. senatskomité juni 1988, hvor NASA-forskeren James Hansen uttalte at der var "*a strong cause and effect relationship between the current climate and human alteration of the atmosphere*". Sommeren 1988 var varm i USA, og tørke i Midtvesten var et problem. Hansens klimamodell forutså global temperaturøkning på 0,45°C fra 1988 til 1997, pga. av CO<sub>2</sub> frigitt ved forbrenning av kul, olje og naturgass. I virkeligheten økete temperaturen mellom 0,10 og 0,15°C fra 1988 til 1997. Også James Hansen supplerte sitt vitenskapelige innlegg med konkret politisk rådgivning.

Herved trådte CO<sub>2</sub>-hypotesen for tredje gang siden 1816 inn på den vitenskapelige scene, og for første gang også med kraft på den politiske scene. Daværende premierminister Margareth Thatcher bidrog i september 1988 aktivt til politiseringen av klimaforskningen ved en tale i *the Royal Society*. I november 1988 blir IPCC (*International Panel on Climate Change*) etablert som et politisk-vitenskapelig organ under FN, på initiativ av WMO og UNEP, der også stod bak Villach konferansen i 1985. Formålet med IPCC er bl.a. at forsyne verdens regjeringer med vitenskapelige argumenter for redusering av bl.a. CO<sub>2</sub>-utslipp, for å unngå uønskede fremtidige klimaendringer. Med basis i Brundtland-rapporten fra 1989, uttalte en rekke av verdens regjeringer på Rio-toppmøtet i 1992, at verden står over for en menneskeskapt klimakrise.

Henry's lov om stor oppløselighet av CO<sub>2</sub> i vann representerte dog en alvorlig vanskelighet for hypotesen om den menneskeskapte klimaendring. Utslipp av CO<sub>2</sub> ved forbrenning av fossile brennstoffer burde teoretisk sett raskt tas opp i oseanene og derfor ikke akkumuleres i større omfang i atmosfæren. I tillegg hertil er også biologisk aktivitet samt forvitring av fast fjell viktig for utvekslingen av CO<sub>2</sub> mellom atmosfære, osean og landjorden. Mange forskere forklarede derfor stigningen av atmosfærisk CO<sub>2</sub> som resultatet av en endret fysisk-kjemisk likevekt mellom geologiske prosesser, atmosfære og osean, i takt med oppvarmingen etter Den Lille Istids avslutning.

En rekke andre forskere med tilknytning til IPCC hadde dog den oppfatning at menneskets aktivitet var hovedårsak til den voksende konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i atmosfæren, og viste bl.a. til Callendar's publikasjoner fra 1940 og 1958 om en nær stabil preindustriell CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på 290 ppm. De

mente bl.a. at en beskjedne oppblandingsdybde i oseanene reduserer oppløseligheten av CO<sub>2</sub>, i forhold til det man tidligere mente at forstå. I stedet for at forsvinne fra atmosfæren i løpet av ca. 5 år som foreskrevet av Henrys lov, mente disse forskere at den menneskeskapt CO<sub>2</sub> hadde en langt lengre levetid i atmosfæren, 50-200 år. På dette grunnlag konkludertes at en stor av all menneskeskapt CO<sub>2</sub> produsert siden 1850 gradvis er akkumulert i atmosfæren, mens kun en beskjedne del er tatt opp av oseanene. Derved kunne stigningen i atmosfærisk CO<sub>2</sub> fra de tidligere 290 ppm forklares, naturligvis forutsatt 290 ppm faktisk er et korrekt tal.

En vanskelighet melder seg dog med det samme: Ifølge Mauna Loa måleserien siden 1958 stiger mengden av CO<sub>2</sub> i atmosfæren kun litt over halvt så rask som utslippet ved forbrenning av fossile brennstoffer tilsier. Med en så stor feil ville man i vitenskapelig sammenheng naturligvis straks forkaste modellen, og forsøke omformulering. Men IPCC mener at modellen likevel er riktig, og at feilen kan forklares med eksistensen av store, ukjente gjemmesteder for CO<sub>2</sub>, såkalte "sinks". Så langt har man dessverre ikke hatt held til at lokalisere gjemmestedene.

Der er også andre vanskeligheter knyttet til IPCCs modell for opptak av CO<sub>2</sub> i oseanene. En av vanskelighetene ses ved en betraktning av den kjemiske likevekt mellom atmosfære og osean. Hver gang ett ekstra molekyl CO<sub>2</sub> opptas i atmosfæren, krever kjemisk likevekt at oseanene opptar 50 ganger så mye. Den samlede mengde ekstra CO<sub>2</sub> nødvendig for vedvarende atmosfærisk fordobling er derfor enorm, og overstiger hva der kan produseres ved avbrenning av alle kjente ressurser av kul, olje og naturgass.

Ved likevekt vil der være proporsjonalitet mellom partialtrykket for CO<sub>2</sub> i luften over havet på den ene side og konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> oppløst i de øvre vandlag, multiplisert med en temperaturavhengig faktor. Ved stigende temperatur vokser denne faktor relativt rask, hvorfor konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i havet minsker for å bevare likevekten; dvs. havet avgir CO<sub>2</sub> til atmosfæren. Dessuten vil CO<sub>2</sub> hele tiden fjernes fra havet ved felling som kalsiumkarbonat, både uorganisk og ved hjelp av kalkdannende organismer. Derved kan havet oppta ennå mer CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Denne prosess foregår hele tiden, og i visse perioder av jordens geologiske forhistorie er derved oppbygget enorme mengder av karbonat-bjergarter. Atmosfæren er med andre ord et lite, kortlivet mellomlager for CO<sub>2</sub>, sammenlignet med mengden av CO<sub>2</sub> i oseanene, på landjorden og i jordens indre. Se også <http://www.forskning.no/artikler/2008/juli/189323> for mer informasjon om dette.

En tredje vanskelighet ligger i forskjellen mellom den virkelige og den av IPCC forutsagte mengde menneskeskapt atmosfærisk CO<sub>2</sub>. Stigningen på 100 ppm fra 280 ppm til de nåværende 380 ppm tilskrives av IPCC utslipp av CO<sub>2</sub> produsert ved forbrenning av fossile brennstoffer. Dette utgjør nå omtrent 26 prosent av den samlede mengde atmosfærisk CO<sub>2</sub>. Det er i denne forbindelse så heldig, at man kan benytte blandingsforholdet mellom karbonisotoperne <sup>13</sup>C og <sup>12</sup>C til å fastslå hvor mye av den atmosfæriske CO<sub>2</sub> der faktisk kommer fra forbrenning av fossile brennstoffer, og hvor mye der kommer fra andre kilder. Isotopforholdet viser at kun omkring 5 prosent (og ikke 26 prosent) atmosfærisk CO<sub>2</sub> kommer fra forbrenning av fossile brennstoffer. Hovedparten av den antatte stigning siden 1850 ser altså ut å komme fra naturlige kilder for CO<sub>2</sub>.

Dette gir grunn til å overveie om ikke en god del av den menneskeskapt CO<sub>2</sub> likevel opptas av oseanene som forutsagt av Henrys lov, dvs. i løpet av kun 5 år, i motsetning til IPCCs antagelse om 50-200 år? Denne simple forklaring har nemlig den fordel, at den på enkel vis forklarer den målte isotopsammensetning. Den trenger heller ikke ukjente gjemmesteder. Konsekvensen av dette er naturligvis at stigningen av atmosfærisk CO<sub>2</sub> siden industrialiseringens start i det minste delvis er



del av en naturlig variasjon. Oseanenes sakte oppvarmning etter den lille istid og resulterende nettofrigivelse av CO<sub>2</sub> utgjør sannsynligvis en del av forklaringen på den voksende konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i atmosfæren i nyere tid.

I sin seneste rapport (2007) nevner IPCC faktisk blandingsforholdet mellom karbonisotoperne <sup>13</sup>C og <sup>12</sup>C. Det anføres korrekt, at man herav kan se at det er menneskeskapt CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Men IPCC unnlater dessverre å regne videre til den logiske konklusjon: Blandingsforholdet tolkes mest enkelt som tegn på at 1/5 av CO<sub>2</sub>-stigningen siden 1850 skyldes brenning av fossile brennstoffer, mens 4/5 av stigningen kommer fra naturlige kilder. Av det tilhørende appendiks fremgår dog, at IPCC mener at menneskeskapt CO<sub>2</sub> raskt tas opp av oseanene, men at disse samtidig frigir "naturlig" CO<sub>2</sub> i takt hermed. Herved kan isotopforholdet mellom karbonisotoperne forklares, og Henrys lov samtidig respekteres, om enn med en vis modifikasjon.

Uansett forskjellen i oppfattelse kan man gå ut fra at mengden av oppløst CO<sub>2</sub> i oseanenes øvre vandlag til enhver tid er noenlunde i likevekt med partialtrykket av CO<sub>2</sub> i atmosfæren over havet. Hvor raskt CO<sub>2</sub> oppløst i havets overflatelag utveksles med CO<sub>2</sub> i dypere liggende lag – og motsatt – er derimot et til dels åpent spørsmål, hvis avklaring vil være viktig for falsifisering av den eller annen av de forskjellige fortolkninger av atmosfærisk kontra oseanisk CO<sub>2</sub>.

Uansett avklaringen av dette spørsmål illustrerer problemet om tolkningen av forholdet mellom karbonisotoperne imidlertid en interessant forskjell mellom IPCCs og andres forskeres oppfattelse av planeten Jorden. Mange forskere med geofaglig bakgrunn mener at planeten Jorden representerer et dynamisk system, hvor forskjellige prosesser ikke partout er i likevekt til enhver tid. Heller ikke den atmosfæriske konsentrasjon av CO<sub>2</sub>. I motsetning hertil oppfatter forskere støttende IPCC systemet som mer statisk, med de naturlige prosesser i likevekt, og mennesket som en forstyrrende faktor i nyere tid. Naturligvis må det være rom for begge oppfattelser. De vil som så mye annet uansett begge stå over for tidens test.

Studerer man nåtidens relasjon mellom temperatur og atmosfærisk CO<sub>2</sub> ses at Henrys lov fortsatt er i fin vigør. Siden målingenes start i 1958 er mengden av CO<sub>2</sub> i atmosfæren steget, men ikke jevnt. Eksempelvis var stigningen særlig beskjeden 1991-1992, året for det gigantiske Pinatubo vulkanutbruddet i Indonesia. Dette burde egentlig overraske, da svære mengder CO<sub>2</sub> ble frigitt til atmosfæren ved vulkanutbruddet, uten at det menneskeskapt utslipp på noen vis minskede. Med IPCCs oppfattelse av CO<sub>2</sub> kretsløpet med sakte nettoopptak i oseanene burde man vel egentlig forvente en ekstra stor stigning dette år? Men det motsatte var altså tilfellet.

Henrys lov forklarer dette tilsynelatende paradoks på enkel vis: Pinatubo utbruddet sendte også svære mengder aske ut i atmosfæren, hvilket virker avkjølede, ikke kun på atmosfæren, men også på oseanene. Ifølge Henrys lov begynner oseanene da straks å oppta mer CO<sub>2</sub>, hvilket forklarer at mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub> steg rekordlitt dette år. To andre år med uvanlig lille CO<sub>2</sub> stigning er 1980 og 1982, hvilket er sammenfallende med de store vulkanutbrudd i Mount St. Helens (USA) og El Chichon (Mexico). Så også her synes Henrys lov å fungere utmerket. Omvendt, i super El Niño året 1998 ble både atmosfære og oseanene rekordvarme, hvorfor sistnevnte evne til å oppta CO<sub>2</sub> fra atmosfæren minskede. Resultatet ses tydelig av CO<sub>2</sub> måleserien: 1998 har den foreløpige rekord mht stigning av CO<sub>2</sub>. Her må imidlertid betones, at vi taler om korttidsvariasjoner, og - som nevnt ovenfor - et bedre kjennskap til utvekslingen av CO<sub>2</sub> mellom havets øvre og dypere deler vil være viktig for å forstå effektene på variasjoner utspillet over lange tidsrom.

Uansett alle disse forviklinger og til dels uavklarede spørsmål er det hyggelig at kunne notere, at Henrys lov uten diskusjon fortsatt gjelder for champagne, øl, cola, og andre CO<sub>2</sub>-holdige drikkevarer.

Samtidig med denne utvikling ses en språklig nysskapelse: Frem til 1988 omtaltes oppvarming som *klimaforbedring* og avkjøling som *klimaforverring*. Etter 1988 tales alene om *global oppvarming* og derav følgende hypotetiske ubehagelige konsekvenser.

De suksessrike undersøkelser av borekjerner fra Grønland og Antarktis har bidraget til en helt ny grad av forståelse av så vel overordnede karaktertrekk som detaljer av fortidens klima mer enn 400.000 år tilbake i tiden. Betydningen herav kan ikke overvurderes. Blant annet har man for første gang forsøkt at analysere sammenhengen mellom temperatur og den atmosfæriske CO<sub>2</sub>. Resultatet herav viser en klar sammenheng: Først stiger eller faller den globale temperatur, og 800-1000 år senere følger tilsvarende endringer i mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub>. Det er altså ikke CO<sub>2</sub> der i fortiden er årsak til store temperaturendringer, men temperaturen - sannsynligvis især oseanenes temperatur - der er årsak til endringer i mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub>. Det var uheldig at Al Gore i sin berømte film *An Inconvenient Truth* ved en misforståelse fortolket sammenhengen på helt motsatt vis.

IPCC har i dag en monopolaktig rolle som informasjonskilde om klimarelaterte fenomener for forskjellige landes regjeringer, og representerer selve faktagrunnlaget for viktige politiske beslutninger. IPCC anses offisielt som grundig, balansert og autoritativ i sin virksomhet, og der er tiltro til at de hundrede av til dels utpekte forskere der står bak IPCC tegner bildet av en bred vitenskapelig enighet om klimautvikling.

Dette er en forståelig forhåpning, der imidlertid ikke er i samklang med virkeligheten. Det er naturligvis sådan, at de sentrale personer der utpekes til IPCC i det minste offisielt er av den oppfattelse, at vi i dag står over for potensielt farlige menneskeskapte globale klimaendringer. Det er jo med utgangspunkt i dette grunnleggende synspunkt at IPCC ble etablert i 1988; et synspunkt som senere ble konfirmert av flertallet av verdens regjeringer ved Rio-deklarasjonen i 1992. Seleksjonen av personer til IPCC er på den bakgrunn forståelig og konsekvent, og ses eksempelvis også tydelig i valget av de fortreffelige personer, som offisielle myndigheter peker på som egnede foredragsholdere om klimarelaterte problemstillinger. Men naturligvis kan man ikke samtidig få bredden av vitenskapelige oppfattelser representert.

Virkeligheten er den at i dag har et ikke ubetydelig antall forskere den oppfattning, at det primært er vanddamp, skyer, vulkaner, samt påvirkning fra sol og kosmisk stråling, der bestemmer hovedtrekk av den globale klimautvikling, mens CO<sub>2</sub> ser ut til å ha en mindre betydende rolle. Denne støtt voksende gruppe av forskere utpekes naturligvis ikke til å delta i IPCCs aktiviteter.

I takt med den Lille Istids avslutning er den globale temperatur steget ca. 0,7°C siden 1850. Samtidig er det globale befolkningstal bortimot firedoblet, den gjennomsnittlige levealder fordoblet, og verdien av den samlede globale produksjon av varer og tjenesteytelser (GDP) er skutt i været med 1800 %. Dessuten er utdanning, helbredstilstand og fødevareforsyning forbedret markant i flertallet av verdensdeler. Med hensyn til Omsbreen ved Finse så er den i år 2007 redusert til et areal på knapp 0,5 km<sup>2</sup>, dvs. breen er nå stort sett tilbake til startsituasjonen omkring år 1400.

## **Klimaflagellanterne og de 10 tankekors**

Hva kan vi lære av disse eksempler på effekter av fortidige og nåtidige klimaendringer? Innledningsvis kan man notere, at oppfattelsen av årsaker til klimaendringer har variert over tid. Presis hva der til enhver tid anses for den viktigste årsak til klimaendring ser dessuten ut til at være veldig følsom for karakteren av de samtidige temperaturendringer; opp eller ned.

- *Det er det 1. tankekors at identifikasjonen av den viktigste årsak til klimaendringer historisk viser stor følsomhet for den samtidige temperaturendring, opp eller ned.*

En annen gjennomgående viktig erfaring er det forhold, at perioder med kaldt klima historisk er sammenfallende med perioder med misvekst, sykdom, flom, storme, sosial uro og andre ubehageligheter. Perioder med varmere klima er derimot karakterisert ved nedsatt frekvens av disse fenomener, og har generelt karakter av oppgangstider, både kulturelt, materielt og sunnhetsmessig. Inntil 1988 omtaltes derfor oppvarming alltid som *klimaforbedring* og avkjøling som *klimaforverring*.

I motsetning hertil er en vanlig tolkning av resultat fra dagens klimamodeller at høyere temperatur fører til et økende antall ubehagelige naturfenomener. Hvis dette virkelig er riktig, må det naturligvis være ønskelig med et kaldere klima, da de forutsagte naturproblemer da må forventes at bli tilsvarende mindre. Imidlertid vides historisk at dette ikke er tilfellet; kaldere klima gir øket frekvens av mange ubehagelige naturfenomener. Dermed står vi tilbake med det paradoks at kun det nåtidige klima (representert ved normalperioden 1961-1990) representerer et godt klima, hvilket er en åpenlyst meningsløs konklusjon. Alternativt har Charles Darwin's utgivelse av *Artenes Opprinnelse* i 1859 været forgjeves.

- *Det er det 2. tankekors at fortolkningen av dagens klimamodeller generelt er i motstrid med den historiske lærdom: kaldere klima gir problemer, varmere klima er oppgangstider.*

Fornuften tilsier naturligvis at alle klimatyper har ett spesifikt arsenal av naturfenomener. Hva som er viktig er den samlede balanse for en betraktet region, avhengig av dens geografi, kultur, utdanning, og politiske styreform. Den geologiske forhistorie er fylt med eksempler på naturlige klimaendringer. Suksesskriteriet gjennom hele den tilknyttede biologiske utviklingshistorie har alltid været evnen til at tilpasse seg og utnytte nye situasjoner.

Dagens klimamodeller er fundert på den antagelse, at endringer i den atmosfæriske konsentrasjon av drivhusgasser (især CO<sub>2</sub>), kraftig assistert av en positiv tilbakevirkning av vanndamp, er avgjørende for at forstå nåtidig klimautvikling. Forskjelle i denne antatte tilbakevirkning er en viktig årsak til at de forskjellige modeller gir forskjellig resultat.

Mange forskere direkte involvert i utvikling og kodning av de imponerende klimamodeller er derfor generelt forsiktige og påpeker viktige usikkerhetsfaktorer, f.eks. den manglende evne til at modellere konveksjon og skydekket. Eksempelvis vil kun 1-2 prosent mer skyer kunne oppheve den hypotetiske effekt av en atmosfærisk CO<sub>2</sub>-dobling. Dagens klimamodeller har en maskevidde på 20-100 km, mens skydannelse skyldes prosesser der foregår på milimeter-skala. At der er store vanskeligheter med god modellering av skydekket er derfor ikke overraskende. En annen viktig usikkerhetsfaktor er beliggenhet og konfigurasjon av jetstrømmene, der atskiller varme og kalde luftmasser samt bestemmer de vandrende lavtrykks baner, men som fortsatt ikke kan forutsies mer enn noen få dage ut i fremtiden. Disse personer taler derfor eksplisitt om *scenarier*, dvs. *utvalgte muligheter* blant mange andre.

IPCCs scenarier om fremtidens klima bygger bl.a. på antagelser om fremtidig utslipp av CO<sub>2</sub>, der igjen bygger på antagelser om sosial, økonomisk, industriell og teknologisk utvikling; forhold som hører fremtiden til og som vi derfor ikke har viden om. Eksempelvis forutsies fremtidig stigning ikke kun av CO<sub>2</sub>, men også av den veldig potente klimagass metan (CH<sub>4</sub>; lavere atmosfærisk konsentrasjon enn CO<sub>2</sub>, men per molekyle inntil 25 ganger så effektiv). Målinger viser imidlertid at konsentrasjonen av metan siden 1999 har stagnert, og nå viser sakte fallende tendens, uten at man kjenner årsaken hertil.

Tross disse erkjente feil og usikkerheter har en rekke aktører imidlertid bidratt til at der uten for spesialistenes verden likevel har bredt seg en oppfattning av at vi for første gang i historien har overblikk over alle relevante faktorer, og derfor kan betrakte *scenariene* som troverdige *forutsigelser*. Var det bare så vel. Etter hybris kommer nemesis.

Politikere og folk flest er imidlertid ikke i tvil: IPCC kommer med egentlige forutsigelser om fremtidens klima. Disse forutsigelser er dessuten såpass troverdige, at det gir anledning til alvorlige politiske tiltak.

Men der er alvorlige problemer for klimamodellene. Temperaturmålinger fra satellitter og ballonger i den frie atmosfære viser ikke den temperaturøkning som er forventet fra økt menneskeskapt drivhuseffekt. Klimamodellene forutsier samstemmende at den største oppvarming ikke vil foregå ved bakken, men derimot i den midtre og øvre del av troposfæren over ekvator og derfra i høyde minskende til bakkenivå ved polene. Målinger viser imidlertid at dette ikke er tilfellet. I den midtre og øvre del av troposfæren over ekvator økes temperaturen ikke raskere enn ved bakken, snarere motsatt, og ved Sydpolen har temperaturen vært svakt faldende de seneste 10-20 år. I Arktis har temperaturen derimot generelt vært stigende de siste årene. Den kraftigste stigning har imidlertid ikke vært ved Nordpolen, men på lavere bredder (60-65°N), et forhold dagens klimamodeller heller ikke forutsier. En viktig del av forklaringen er sannsynligvis misfarging av snøen ved sotpartikler, med påfølgende raskere smelting og temperaturstigning. Sotpartikler fra de store industriområder i Europa, Russland, Kina, Japan og USA spredes i atmosfæren, men naturligvis blir især områdene beliggende mot øst og nordøst påvirket av nedfald. Den nordlige halvkules industriområder ligger som bekjent i stor utstrekning eksponert for vind fra vest og sørvest.

Ofte fremføres med vekt at temperaturstigningen i Arktis er to ganger så stor som det globale gjennomsnitt. Bekymrende nokk røper dette utsagn en forbausende mangel på matematisk og geografisk overblikk. Temperaturen i Antarktis har som nevnt samtidig vært synkende, hvilket naturligvis påvirker det globale gjennomsnitt i nedadgående retning. En sammenlikning mellom dette gjennomsnitt og temperaturutviklingen i Arktis alene er derfor ikke meningsfull. Mer meningsfull (og objektiv) hadde en samtidig sammenlikning med både Antarktis og Arktis vært. Temperaturstigningen i Arktis har dessuten ikke vært uvanlig sammenliknet med forholdene i en tidligere varm periode (1930-40).

Da målinger i virkelighetens verden viser at klimamodellene med hensyn til den romlige temperaturutvikling er beheftet med alvorlige feil, tilsir vanlig vitenskapelig fremgangemåte at den grunnleggende hypotese om CO<sub>2</sub>'s dominans må forkastes i sin nåværende form, og reformulering forsøkes. Filosofen Karl Popper's prinsipp om empirisk falsifikasjon som kriterier for riktig vitenskap (i motsetning til pseudovitenskap) gjelder naturligvis også for klimaforskning.

- *Det er det 3. tankekors at vanlig vitenskapelige konsekvens av empirisk falsifikasjon tilsynelatende ikke tas, men at eksempler på overensstemmelse med hypotesen i stedet vektlegges.*

Prinsippet om empirisk falsifikasjon bygger på det forhold, at forskere ikke søker bekreftelse på riktigheten av en hypotese, men derimot aktivt søker at finne situasjoner, hvor hypotesen kan ses at være feil. Det er selvsagt, at der alltid vil finnes mange forhold der støtter en hypotese. Eller ville hypotesen jo aldri være formulert. Aktiv feilsøking er derfor langt mer effektiv forskning enn søking etter overensstemmelse. Eller som formulert av Albert Einstein i 1931: *"To defeat relativity, one did not need the word of 100 scientists, just 1 fact"*, som hans egen vurdering av hva som krevdes for at kullkaste hans den gang nylig fremsatte hypotese, i dag kjent som relativitetsteorien. Kun hvis systematiske forsøk på at motbevise riktigheten av hypotesen ikke fører frem, kan denne etter en årrekke opphøyes til at representere en teori.

Klimamodellenes troverdighet argumenteres vanligvis med at de godt er i stand til at gjengi temperaturutviklingen over tidsrommet 1900-2000. Denne kvalitet kan ikke bestrides. Men når man først har gledet seg litt over overensstemmelsen og deretter begynner å tenke litt selv, blir man klar over at det faktisk er veldig merkelig. De forskjellige klimamodeller er jo forskjellige mht temperaturfølsomhet for stigende mengde av drivhusgasser. Alle modellene benytter samme data for drivhusgasser de siste 100 år, så hvordan kan de da likevel komme til samme sluttresultat?

Forklaringen ligger i de mange ukjente faktorer, som også har påvirker klimaet tilbake i tiden; eksempelvis ozon, aerosoler, skydekke, og mye mer. Det der i praksis gjøres for den enkelte modell er at man finner frem til en tidsserie for disse ukjente faktorer, der med den valgte følsomhet for drivhusgasser gjør det mulig at tilpasse modellberegningen til den kjente globale temperatur de siste 100 år. Dette kalles tuning, og er velkjent innen numerisk modellbygning. Sammenligner man de forskjellige modellens antagelser om de ukjente faktorerers variasjon tilbake i tiden, vil der derfor naturligvis være forskjelle fra modell til modell. Ellers kunne de jo ganske enkelt ikke komme til samme resultat. Det vil si at de forskjellige modeller i realiteten er beregnet for forskjellige typer klimapåvirkning de siste 100 år, og deres overensstemmelse med den målte temperatur resultat herav. Men dermed bortfalder akkurat overensstemmelsen naturligvis som brukbart argument for modellenes troverdighet.

Så klimamodellenes overensstemmelse er kanskje ikke så betydningsfull enda? Det ville ha vært bra om vi hadde gode data på de ukjente faktorer tilbake i tiden, men det er dessverre ikke tilfellet. I desember 2007 blev det i øvrig klart etter publisering av en detaljert statistisk undersøkelse, at den globale temperaturs stigning etter 1980 ser ut til å være overdrevet med nesten 100 %. Årsaken er ikke-korrigert innflytelse av byer og andre lokale varmekilder på meteorologiske stasjoner. Det vil med andre ord si, at klimamodellene med stort omhu er tunet til en feil temperaturutvikling. Et utmerket – men ufrivillig – eksempel på at det går at tune modeller med mange variabler til et vilkårlig forløp.

Rent bortsett fra alt dette har det lenge vært kjent, at har en matematisk modell blot 5-6 justerbare faktorer, er det ikke vanskelig at tilpasse modellen til et vilkårlig kjent forløp. Men det betyr ikke at modellen dermed automatisk gir fornuftige resultater, når man går blot 1 år ut i den ennå ukjente fremtid. Spesielt er det tydelig innen økonomisk vitenskap: Økonomiske modeller tunet til at gjengi en periode av fortiden går alltid feil når de forsøker å forutsi fremtiden. Her er det i seg selv et liten tankekors, at den økonomiske problemstilling utgjør en underordnet del av de utslippsscenarioer, der

ligger til grunn for dagens klimamodeller, og derfor representerer en langt enklere problemstilling enn klima. Men økonomisk utvikling er likevel for komplisert til at modelleres på troverdig vis.

Klimamodellenes overensstemmelse de siste 100 år er altså ikke bevis for deres troverdighet, men blot et resultat av vanlig tuning til et kjent resultat. Formodningen om CO<sub>2</sub>'s store betydning for den globale temperatur fortsatt befinner seg dermed fortsatt på hypotesestadiet. Og dessverre kommer hypotesen ikke ut over dette nivå så lenge flertallet av forskere er mer opptatt av at finne situasjoner der støtter hypotesen, enn de er interessert i systematiske forsøk på at finne feil ved denne. Utrolig nok finnes enda eksempler på at velmenende forsøk på falsifikasjon avvises med et postulat om at kritikeren sannsynligvis er betalt av oljeindustrien.

- *Det er det 4. tankekors at den vanlige vitenskapelige prosess med systematisk forsøk på falsifikasjon tilsynelatende ikke følges i tilfellet CO<sub>2</sub>-hypotesen. Forsøk på falsifikasjon bydes mot forventning ikke velkommen.*

Mye forskning med klimafokus foregår i dag ved spesielle institusjoner etablert med det formål at forsyne statsmakten med argumenter for tiltak rettet mot utslipp av drivhusgasser, spesielt CO<sub>2</sub>. Ved institusjoner av denne type kan foregå utmerket forskning, men det er naturligvis ikke realistisk at forvente at man herfra vil fremkomme med argumenter som grunnleggende går imot CO<sub>2</sub>-hypotesen. Det er derimot en oppgave for den fri grunnforskning ved universitetene. Som sikring mot fundamentale feil i det politiske beslutningsgrunnlag har ethvert moderne samfunn dermed en klar, langsiktig interesse i at sikre eksistensen av sterke og frie universiteter.

Juli 2006 var i England varm og tørr. Fremtredende klimaforskere uttalte den gang at det akkurat var den type sommer, der med tiden vil bli mer vanlig som følge av menneskeskapt klimaendring. Juli 2007 var derimot kald og vått, ganske som i det sørlige Norge. Nå kunne man forvente, at de samme klimaforskere ville konkludere med at juli 2007 ikke passede inn i bildet av menneskeskapt global oppvarming. Men nei - de uttalte i stedet at det gjorde måneden faktisk: Selv om sommerværet strengt tatt burde bli mer varmt og tørt, ville samtidig ekstremværsituasjoner med kaldt og regnfullt vær bli mer vanlige. Viola: Alle tenkelige værtyper, varmt og tørr eller kaldt og vått, støtter nå på nesten mirakuløs vis CO<sub>2</sub>-hypotesens korrekthet. Krone opp, så vinner jeg. Platt opp, så taper du.

Dette er et mesterlig eksempel på hva der i vitenskap omtales som en *ad hoc forsvarsmekanisme*, der gjør alle utfald tenkbare for en bestemt hypotese. Derved eksisterer i praksis ingen mulighet for falsifikasjon av hypotesen. Som alt annet har dette ufeilbarlige forsvar naturligvis sin pris. I dette tilfelle er prisen at hypotesen mister sin vitenskapelige karakter. I stedet antar den karakter av et selvunderstøttet trossystem, bygget opp over en rekke konklusjoner tatt på forhånd. Der er naturligvis intet galt ved at basere sine holdninger på et trossystem, men det har intet med vitenskap at gjøre.

- *Det er det 5. tankekors at CO<sub>2</sub>-hypotesen forsøkes forsvart med ad hoc forsvarsmekanismer, tilsynelatende uten tanke for at hypotesen derved mister sin vitenskapelige karakter og reduseres til et spørsmål om tro.*

I virkeligheten blev det kalde og regnfulle sommervær 2007 forårsaket av en ganske sydlig beliggenhet av polarfronten og jetstrømmen over Europa, årstiden tatt i betraktning. Derved passerte mange lavtrykk inn over Vest- og Sentraleuropa, der i høyere grad enn vanlig fikk nedbør og utsattes for innflytelse av kalde, arktiske luftmasser på baksiden av lavtrykkene. Kun det sørøstlige Europa unngikk dette og hadde lenge varmt og tørt sommervær, hvilket i slutningen av august 2007

var medvirkende årsak til en ulykkelig situasjon med svære skovbrander i Hellas. Den nordlige del av Norge lå lenge nord for jetstrømmen og lavtrykkene, og kunne gleden seg ved de mange timer med solen over horisonten.

Det er kun for en kort periode (ca. 100 år) at vi har så mange meteorologiske målinger, at man kanskje kan beregne en slags global middeltemperatur. Med alle forbehold beregnes middeltemperaturen til 14-15°C. Den globale middeltemperatur beregnes av forskjellige hold forskere, hvorav især NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS) og Climate Research Unit (CRU) ved University of East Anglia (England) er velkjente. Beregninger fra disse institusjoner benyttes aktivt av IPCC i deres rapporter. Blant alle eksisterende meteorologiske stasjoner foretas et utvalg, basert på den enkelte målestasjons formodede evne til at gjengi temperaturforhold i regionen. I noen tilfelle korrigeres de aktuelle målinger etter moden overveielse. Dernest utbredes de justerte og godkjente data over hele planetens overflate, og på dette grunnlag beregnes sluttelig den globale temperatur. Dessverre er der ikke åpenhet om benyttede data og foretagne korreksjoner, hvilket minsker mulighetene til at etterprøve beregningenes riktighet. Total åpenhet om data og etterprøvbarehet er i øvrig et annet klassisk kjennetegn for riktig vitenskap.

Naturligvis er de benyttede metoder ikke ufeilbarlige. Så sent som august 2007 oppdagades en trist feil i måten hvorpå GISS (James Hansen) utfører sine beregninger, hvilket for USA bringer den nåværende varmeperiode ned på samme nivå som 1930-tallet. Nå er plusselig 1934 det varmeste år, ikke 1998 som tidligere hevdet. På denne bakgrunn er det ikke overraskende at de forskjellige beregningshold kommer til forskjellige resultater. Likevel nevnes den globale temperatur, og ikke minst endringer i denne, ofte som et velbestemt tal, hinsides all diskusjon.

Beregningen av den globale middeltemperatur trenger i høy grad til en grundig og transparent analyse, hvilket vil forhøye både dens vitenskapelige verdi og dens egnethet som del av et politisk beslutningsgrunnlag. Et fortsatt uavklart forhold er effekten av bebyggelse på de eksisterende temperaturserier. Eksempelvis viser målinger at temperaturen i Oslo kan ligge 2-5 grader over temperaturen i det tilgrensende åpne land, avhengig av årstid og vær-situasjon. Man må forvente, at denne urbaniseringseffekt er vokst over tid, i takt med byenes vekst, og bidrar til den målte temperaturstigning siden 1850. Det hevdes korrekt at der korrigeres for varmeavgivelse fra byer i noen beregninger, men de benyttede korreksjoner er muligvis alt for beskjedne. I sluttingen av 2007 synes dessuten ennå en feil eller inkonsekvens at være unner opprulning: Måten hvorpå GISS korrigerer for byers varmeavgivelse synes at være mer avhengig av politiske grenser enn byenes størrelse. Fjernes den ikke-korrigerede effekt av byers varmeavgivelse fra den globale temperatur forsvinner ner ved halvparten av temperaturstigningen siden 1980.

De egentlige meteorologiske institusjoner gjør en fremragende innsats med fremskaffelse av data og etterfølgende kvalitetssikring av disse. Faktum er imidlertid at flertallet av eksisterende meteorologiske stasjoner ikke opprettedes med det formål at beregne en global middeltemperatur, men derimot med det formål at opplyse om forholdene hvor der bor mennesker. Og det er akkurat hva de fortsatt gjør. Blant annet derfor er der dessverre kun relativt få meteorologiske stasjoner i høyfjellet samt i Arktis og Antarktis.

Betrakter vi med de nevnte forbehold likevel de beregnede variasjoner av den såkalte globale middeltemperatur, sees flere interessante forhold. Siden 1900 er mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub> steget støtt ifølge IPCCs analyser, men tilsynelatende uten god korrelasjon til temperaturutviklingen. Eksempelvis steg den globale temperatur 1900-1940, sank 1940-1975, og steg atter frem til 1998 (ca. 0,3°C). Denne uregelmessige temperaturutvikling burde naturligvis ikke forekomme, hvis

antagelsen om CO<sub>2</sub>'s dominans var riktig. I perioden 1940-1975 må en eller flere ukjente faktorer ha virket motsatt med større kraft enn CO<sub>2</sub>. Eller også har CO<sub>2</sub> mindre betydning enn antatt? Dessuten er den teoretiske temperatureffekt av CO<sub>2</sub> logaritmisk avtakende med voksende atmosfærisk konsentrasjon. Dette gjør temperaturfaldet 1940-1975 ennå vanskeligere at forene med antagelsen om CO<sub>2</sub>'s store temperaturmessige effekt, da den atmosfæriske konsentrasjon av CO<sub>2</sub> den gang var lavere enn i dag.

Men tilbake til nåtiden. Etter 1998 har den globale temperatur stort sett været stabil, selv om mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub> har været støtt stigende. Siden 1998 er produksjonen av kul, olje og naturgass vokset med ikke mindre enn 25 prosent, hvormed den samtidige CO<sub>2</sub>-stigning vanligvis forklares. Hvis den antatte dominans av CO<sub>2</sub> er riktig, burde den globale temperatur naturligvis fortsatt stige, hvilket den altså ikke gjør. Året 2007 synes i øyeblikket at blive det kaldeste år siden 2000, og tegner dermed billedet av et begynnende globalt temperaturfall. Også dette nåtidige fenomen viser tydelig at den grunnleggende antagelse om CO<sub>2</sub>'s dominans ikke kan være riktig. En eller flere ukjente faktorer må i øyeblikket virke motsatt med samme kraft. Eller også har CO<sub>2</sub> faktisk mindre betydning enn antatt? Uansett forklaring er dette interessant erkjennelse, der åpner mulighet for ervervelse av ny viten om klima.

- *Det er det 6. tankekors at også disse eksempler på empirisk falsifikasjon av CO<sub>2</sub>-hypotesen tilsynelatende ignoreres, og at den dertil knyttede vitenskapelige mulighet for ny erkjennelse ikke aktivt utnyttes.*

Generelt sammenliknes dagens temperaturforhold med en såkalt "normaltemperatur", der beregnes som gjennomsnittet 1961-1990. Denne såkalte "normalperiode" domineres selvsagt av de kalde år 1961-1980, hvilket vanligvis ikke nevnes. Stort sett alle sammenlikninger med denne kalde "normalperiode" vil derfor vise oppvarming. Hvis formålet er objektivt at vise den aktuelle temperaturutvikling, opp eller ned, vil det være mer fornuftig at sammenlikne med gjennomsnittet av eksempelvis de siste 10 forutgående år.

Stigningen i den atmosfæriske CO<sub>2</sub>-konsentrasjon er for mange folk er et viktig psykologisk argument for riktigheten av hypotesen om den menneskeskapte globale oppvarming. Det virker naturligvis veldig overbevisende at se CO<sub>2</sub>-kurven med form som en liggende hockeykølle stige bratt fra et tidligere stabilt preindustrielt nivå på ca. 280 ppm. til den nåværende konsentrasjon på ca. 380 ppm.

Den velkjente CO<sub>2</sub>-kurve er imidlertid ikke problemfri. Den er sammensatt av to typer målinger: Direkte atmosfæriske målinger på vulkanen Mauna Loa, Hawaii, etter 1958, og analyser av luftbobler i iskjerner fra Antarktis innen da. Uheldigvis passede de to typer målinger ikke umiddelbart sammen, så CO<sub>2</sub>-kurven først fikk et veldig uregelmessig forløp, med både stigning og fald i 1900-tallet. Dessuten så det ut til at det atmosfæriske innhold av CO<sub>2</sub> i år 1890 var likeså høyt som målt i 1973. Over denne 83 år lange periode med rask industrialisering hadde der med andre ord ikke været en tilsvarende nettostigning av mengden av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Dette var uventet for en del forskere og stemte slett ikke overens med oppfatningen om økning av atmosfærisk CO<sub>2</sub> som følge av menneskelig aktivitet. Etter moden overveielse konkluderte man at det sannsynligvis skyldes at hulrommene mellom de enkelte snøkrystaller stod åpne mot atmosfæren de første 83 år etter avleiring av snøen, og først deretter lukkedes som bobler. Derfor valgte man at forskyte iskjernemålingene 83 år i forhold til isens virkelige alder, hvorved CO<sub>2</sub>-kurven fikk den i dag velkjente hockeykølleform med avsluttende bratt stigning. Uheldigvis overså man, at den gradvise sammentrykking av snøen i takt med omdannelsen til is langsomt presser "gammel" luft ut i retning



mod overflaten av breen. Derfor ville en logisk korreksjon av luftboblenes alder være i motsatt retning, mot høyere alder i stedet for mot mindre alder.

Mer uheldig er dog at det ikke er sikkert at iskjerner gir et rettviseende bilde av atmosfærens kjemiske sammensetning tilbake i tiden. Som tidlig innsett av Oslo-forskere, forutsetter det at isen representerer et fullstendig kjemisk inaktivt miljø. Den fullstendige inaktivitet må dessuten opprettholdes over lange tidsrom og store trykkvariasjoner, hvilket bl.a. vanskeliggjøres av de små mengder flytende vann der finnes nesten overalt i breis, også ved temperaturer langt unner frysepunktet. Diffusjon vil sakte kunne fjerne CO<sub>2</sub> fra den innsluttede luft, således at mengden av CO<sub>2</sub> i boblene etter noen tid vil være lavere enn opprinnelig, og dessuten vise redusert variasjon fra islag til islag. Norsk Polarinstitutt publiserte i 1992 (*Meddelelser nr. 119*) en detaljert gjennomgang av problemstillingen.

Forskning innen sporstoffer i atmosfærisk luft har vist at ekstrem omhu er nødvendig i behandlingen av analyseobjektet i alle stadier, ikke kun i laboratoriet, men også unner selve prøvetagningen. En iskje fra Antarktis har kanskje været utsatt for mer enn 100-300 atmosfæres trykk. Unner prøvetagningen blir den rask utsatt for et redusert trykk, svarende til atmosfæretrykket ved Innlandsisens overflate. Dette voldsomme trykkfall vil i mange materialer, derunder sannsynligvis også breis, forårsake dannelsen av mikroskopiske sprekker. Gjennom disse sprekker vil sammensetningen av luften i boblene kunne påvirkes, dels av luften omkring borekjernen, men også innbyrdes mellom bobler i tilgrensende islag. Ingen betviler at de innhentede isprøver er behandlet med den største omhu i laboratoriet, men det er eksempelvis praktisk umulig i felten at sikre seg mod mikroskopisk sprekke dannelse som følge av trykkfallet. Den forventelige effekt av dette vil bl.a. være en forminsket variasjon av den målte mengde CO<sub>2</sub> i boblene.

Man kan undre seg over hva der egentlig blev av denne tidligere tilbakeholdenhet med at betrakte is som et inaktivt kjemisk miljø? Kan hende der simpelthen hendte det særdeles menneskelige, at alle betenkeligheter druknede i den generelle begeistring over den nyervervede innsikt i fortidens klima, ervervet gjennom isboringene i Grønland? Ved at se på boblene i isen var man jo tilsynelatende samtidig kommet over en potensiell metode til at rekonstruere atmosfærekjemi langt tilbake i fortiden. Kan hende det er forklaringen? De ovennevnte nye forskningsresultater innen måling av sporstoffer synes imidlertid at tyde på at den tidligere betenkelighet mht isens kjemiske inaktivitet kan være velbegrunnet.

En alternativ metode til rekonstruksjon av tidligere tiders atmosfærekjemi er undersøkelser av antallet av spalteåpninger (stomata) i plantebblade, bevart i geologiske avleiringer. Disse undersøkelser demonstrerer store naturlige variasjoner av atmosfærisk CO<sub>2</sub>, også innen de siste 1000 år. Også direkte målinger foretatt av forskere siden 1812 tyder på store naturlige variasjoner av atmosfærisk CO<sub>2</sub>; større enn som vist av is fra Antarktis.

- *Det er det 7. tankekors at divergensen i forskningsresultat om fortidig atmosfærisk CO<sub>2</sub> vanligvis ikke anføres, men at resultatene basert på iskjeanalyse generelt fremføres som sikre og uimotsagte.*

IPCC slår i sin 2007-rapport fast at det er mer enn 90 prosent sjanse for at klimaet endres som følge av menneskets CO<sub>2</sub>-utslipp. Folk flest må naturligvis oppfatte dette som en statistisk beregnet sannsynlighet, der virker veldig overbevisende. Det er imidlertid en feil oppfattelse. Tallet refererer angivelig til en personlig vurdering foretatt av gruppen av hovedforfattere bak rapporten, en såkalt *expert judgement*. Denne gruppes personlige synspunkter må man naturligvis respektere, men det er

en misforståelse at tro at det kan sidestilles med en statistisk beregning av årsaken til klimaendringer. Det er uheldig at IPCC med bruk av komplisert og til dels matematisk språkbruk tilslører dette faktum. Uansett hva som er forklaringen på IPCCs 90 prosent er der ikke tale om en statistisk beregning av sannsynligheten for at klimaet endres primært som følge av menneskets CO<sub>2</sub>-utslipp. En egentlig statistisk sannsynlighetsberegning kan overhovedet ikke gjennomføres for denne kompliserte problemstilling.

- *Det er det 8. tankekors at IPCC velger at benytte språklige formuleringer der aktivt assosierer til statistisk sannsynlighetsberegning, uten at der er faglig grunnlag herfor.*

IPCCs utsagn om fremtidens klima er prognoser, og oppfattes som sådanne av folk flest. I dag finnes et veletablert vitenskapelig teoriapparat knyttet til det at fremsette prognoser. Noen av de mest erfarne internasjonale prognoseeksperter angir etter å ha gått igjennom den seneste IPCC-rapport at etablerte prognoseprinsipper generelt ikke overholdes av IPCC og dagens klimamodeller. Av 89 etablerte prognoseprinsipper overtredes ikke mindre end 72. Eksperterne uttrykker at man derfor ikke kan betegne de fremsatte prognoser som vitenskapelige, men kun som en slags naive prognoser, uten egentlig verdi.

Astronomen og filosofen Galileo Galilei oppfant ikke kun termometeret i 1600-tallet, men var ikke minst epokegjørende ved at fastslå atskillelsen mellom tro og viten. Erkjennelsen av dette har i Europa vært avgjørende for den etterfølgende vitenskapelige og kulturelle utvikling, og har samtidig vært regulerende for forholdet mellom vitenskap og religion. I Europa er 1700-tallet fortsatt en epoke vi beundrer for dens rikdom på ideer, kultur og fornyelse. Historikere betegner likefrem perioden som *opplysningstiden*. Forutsetningen for denne mentale og kulturelle blomstring var et økende overskudd i takt med klimaforbedringen, etablering av nye universiteter, og ikke minst atskillelsen mellom tro og viten som fastslått av Galilei.

Den offentlige klimadebatt utvikler seg beklageligvis rask i retning av at handle om følelser og tro, snarere enn viten og fakta. Alle værtyper på én og samme sted, varmt og tørt så vel som kaldt og fuktig, kan dermed tass som tegn på global oppvarming som følge av menneskets utslipp av CO<sub>2</sub>, uten smålig hensyn til den åpenbare logiske konflikt. I mediene overtar politikere og religiøse representanter gradvis rollen som klimaeksperter. Tre profilerte eksempler på den nye type klimaekspert er USAs tidligere visepresident Al Gore, den britiske konservative partiformann David Cameron og erkebiskop Desmond Tuto fra Syd-Afrika. Uten å være tynget av formel meteorologisk eller klimatologisk innsikt hevdes at den vitenskapelige diskusjon om emnet er avsluttet. At stille spørsmål herved betegnes som uansvarlig, uforsvarlig og ikke minst umoralsk, da global oppvarming nå er opphøyet til et etisk problem. Mennesket har syndet og pådratt seg skyld. Med stort CO<sub>2</sub>-utslipp reiser de moralsk bedre stillet velmenende omkring i verden som en slags *klimaflagellanter*, og klarlegger - eventuelt mod betaling - den rette årsakssammenheng for oss stakkars syndere.

- *Det er det 9. tankekors at den fundamentale atskillelse mellom tro og viten ofte glemmes i dagens klimadebatt, hvorved der er kommet et profetisk og religiøst preg over denne.*

Vi er her vitne til en forstemmende åndelig og mental dérouté, hvor tro settes over viten, helt som i tiden innen opplysningstiden. Som hovedargument for at tro på menneskets skyld i oppvarmingen siden 1975 fremføres vanligvis at ”*det mener flertallet av forskere*”. Som argument er utsagnet naturligvis meningsløst; ingen ved med sikkerhet hva flertallet av forskere mener, og viktigst: *Det eneste der teller er hvem som har rett*. Den tyske filosof Friedrich Nietzsche ville nikke sørgmodig,

hvis han viste beskjed om denne tingenes tilstand, der i et rasjonelt samfunn kun kan betegnes som beklagelig.

Denne målbeviste påvirkning har nå resultert i at halvdelen av den norske befolkning lider av klimaangst, ifølge en undersøkelse InFact lagde for avisen VG våren 2007. Gladnyheten er at Al Gore har vist at man kan kjøpe avlad for skyld pådraget ved CO<sub>2</sub>-skapende aktivitet i form av personlige klimakvoter. De personer som fortsatt nekter å forstå rimeligheta av alt dette, stemples for sikkerhets skyld som ”klimabøller”.

Forbausende nok ser denne nye moraliserende tendens i klimadebatten ikke ut til at bekymre flertallet av journalister stort. De lar seg ofte rive med av følelsene og den generelle stemning, uten at sette søkelys på den faglige kompetansen til de involverte parter, deres sandsynlige agendaer og potensielle interesser. Der synes dessuten at være en interessant tilbøyelighet til at situasjoner med høy temperatur med forkjærlighet omtales som tegn på menneskeskapt global oppvarming, mens situasjoner med lav temperatur ignoreres eller omtales som naturlige variasjoner. Ekstremvær benyttes nå helt vanlig som betegnelse for forskjellige typer vær, uansett om der er statistisk dekning for dette eller ikke. Denne hang til dramatiske overskrifter er med til at skape et selvforsterkende bilde av en menneskeskapt klimakrise.

Lad oss ta et skattet eksempel på reportasje om truende effekter av global oppvarming: *Tining av permafrost i Sibir og utslipp av den potente drivhusgassen metan*. Typisk opplyses i reportasjen at Sibir er ett av de steder hvor temperaturen stiger mest og hvor permafrosten derfor tiner voldsomt, med stigende metanmengde i atmosfæren til resultat. En tikkende klimabombe er satt i gang. Dokumentasjon for disse påstander presenteres imidlertid ikke. En enkel analyse av målte temperaturer ville rask avsløre at temperaturen i Sibir ikke er spesiell høy for øyeblikket. Mange steder er den faktisk lavere enn omkring 1940. Dessuten ville det bli klart at den atmosfæriske konsentrasjon av metan de siste 6-7 år stort sett har vært konstant, kanskje enda med en svakt faldende tendens. Hermed blir den tikkende klimabombe litt vanskelig at se for seg. Denne manglende lyst eller evne til at utføre relevant research er bekymrende, og tjener dessverre ikke til at øke respekten for journalistervervet generelt. Tro settes tilsynelatende ofte over viten.

- *Det er det 10. tankekors at pressen i forbindelse med klimadebatten med få unntak tilsynelatende ikke evner eller har mannsnot til at påta seg sin klassiske rolle som kritisk, nøkternt og analytisk rapporterende. Den for en fri presse naturlige analyse av makt og interesser glimrer ved sitt nesten totale fravær.*

Som folkevalgt politiker kan man ikke forventes at ha spesialinnsikt i alle virkelighetens store spørsmål, eksempelvis fremtidig klimautvikling. Heller ikke journalister kan generelt forventes at ha denne spesialinnsikt. Med få unntak har pressen likevel tilrettelagt et uavbrutt, formidabelt og ensidig press på våre politikere i klimaspørsmål. Fremtiden vil vise om dette voldsomme psykologiske press på lengre sikt vil vise seg at være en klartenkt handling?

### **Trollmannens kost, klimapolitikk og forskning.**

Når følelsene styrer er det ytterst menneskelig at skille mellom godt og ondt, riktig og feil, uten graduering, og det virker selvfølgelig selv at ville stå på det godes og riktiges side. Men når først trollmannens kost er aktivert, hvilket på kort sikt kan forekomme fristende, later den seg som

bekjent ikke uten videre stoppe igjen. Goethes fortelling "*Trollmannens læregutt*" ("*Der Zauberlehrling*") kan fortsatt leses med utbytte.

Kanskje denne ytterst menneskelige følelse er forklaringen på det veldig overraskende forhold, at stort sett alle nasjoner for å imøtegå uønskede konsekvenser av fremtidige klimaendringer alene jobber med en plan A, der tar utgangspunkt i dagens klimamodeller, og ikke samtidig har en alternativ plan B? I vanlig strategisk og taktisk planlegging har man ellers alltid en plan B, for det tilfelle at forutsetningene for plan A ikke holder.

Vi har fortsatt ikke full innsikt i alle faktorer viktige for klimautvikling. Derfor er der heller ikke vitenskapelig enighet om CO<sub>2</sub>-hypotesen. Det får vi ta inn over oss, da det viser til at årsaker til klimaendringer er en interessant og komplisert problemstilling. Vitenskapelig enighet er der naturligvis kun om uinteressante og selvinnyttende problemstillinger.

Akkurat derfor er det bekymrende at der politisk tilsynelatende ikke eksisterer ønske om en alternativ plan B, der forbereder oss på at plan A (oppvarmning) ikke er riktig. Hva om vi om få år ser begynnende avkjøling? Det er jo faktisk en klar mulighet. Og i motsetning til oppvarmning er der rik historisk dokumentasjon for at perioder med avkjøling alltid ledsages av mangeartede problemer. I tillegg til dette er mange forskere naturligvis bekymret ved utsikten til den generelle mistillit til vitenskap der vil oppstå den dagen det måtte vise seg at "forskerne" ledet hele verden på villspor mht. plan A, og at der bl.a. av den grunn ikke eksisterer en plan B.

Viktigheten av atskillelse av tro og viten må sterkt betones. Her må vi virkelig skjerpe oss. En forutsetning for fri forskning er at forskernes objektivitet ikke kan betviles, uansett hvor den demokratisk valgte regjeringsmakt for tiden ligger. Derfor er det forskerens profesjonelle plikt objektivt at opplyse om relevant viten, al relevant viten, helhetens kompleksitet og de dermed forbundne usikkerheter. Helheten er alltid vesentlig større enn summen av enkeltelementene. Forskeren skal derimot aldri benytte sin faglige særstilling til samtidig at belære om hva der politisk konkret må gjøres. Det er alene den folkevalgte politiker der har demokratisk mandat hertil, og som i motsetning til forskeren en dag må stå til politisk ansvar for sine beslutninger. Politikeren har derimot kun unntakelsesvis faglig kompetanse til at avgjøre hva status er på en vitenskapelig diskusjon.

Denne deling av arbeidsoppgaver er viktig i et demokrati, da klimapolitikken i dag omfatter stort sett alle samfunnets store problemstillinger. Eksempler herpå er skattepolitikk, internasjonale relasjoner, forskningsbevillinger, produksjon av biobrensel kontra matproduksjon, energi- og vannprising, CO<sub>2</sub>-kvotepriser, fremtidig energiforsyning, samferdsel, m.m. En rekke forskere, forskningsformidlere og opinionsdannere har med dagens klimafokus fått direkte innflytelse på forskjellige politiske tema av stor betydning for oss alle.

- *De folkevalgte politikere får se til at de ikke gradvis mister den reelle politiske makt over klimapolitikken til internasjonale grupperinger av "klimaeksperter" uten demokratisk mandat.*

Vor tids utbredte formodning om menneskeskapte klimaendringer bygger på data fra mange fagfelt og konklusjoner fra mange forskere. Der ligger en stor og respektinngytende innsats til grunn for dette helhetsbillede. De monumentale vitenskapelige rapporter fra IPCC taler sitt eget tydelige språk. Selv om rapportene ikke medtar alle relevante publikasjoner, og ikke gjennomfører alle relevante analyser, kan de ikke uten videre avfeies som tendensiøse, men representerer viktige

oppsummeringer av vor nyere vitenskapelige historie. Selvsagt endrer påvisning av enkeltstående, mindre feil ikke mye på dette.

Men som den oppmerksomme leser vil ha bemerket, er der også en rekke generelle svakheter knyttet til synspunktet om at verden står overfor en menneskeskapt klimakrise:

- *Usikkerhet om den virkelige globale temperaturutvikling*
- *Usikkerhet om de nåtidige klimaendringer er uvanlige*
- *Usikkerhet om fortidens atmosfæriske CO<sub>2</sub>-innhold*
- *Usikkerhet om opptak av CO<sub>2</sub> i oseanene*
- *Usikkerhet om CO<sub>2</sub>-hypotesens korrekthet*
- *Usikkerhet om klimamodellenes evne til at beregne fremtidens klima*

Blott for at nevne noen nærliggende eksempler. Samlet utgjør disse mange usikkerheter en alvorlig svakhet for helhetsbilledet av den menneskeskapte klimakrise. På et enkelt punkt er oppfattningen av den menneskeskapte klimakrise likefrem forbausende sårbar:

- *Fortsetter den nåværende stabile globale temperatur ennå noen år, eller innledes likefrem et temperaturfall, vil hele oppfattelsen av den menneskeskapte klimaendring stå over for en total kollaps, med tilhørende ringvirkninger.*

Dette har den helt ekstraordinære konsekvens, at selve grunnlaget for mange regjeringers velmenende miljø- og energipolitikk nå står og faller med om den globale temperatur går op eller ned de nærmeste årene. Det er bekymrende, at mange politikere frivillig er gått i denne selvskapte felle.

Siste kapittel i historien om årsaker til klimaendringer er ennå ikke skrevet, og det at tilhøre et flertall har aldri utgjort noen garanti for at ha rett. Folkene bak IPCC gjør som nevnt en på mange måter imponerende innsats, men kanskje tiden likevel er inne til at avslutte IPCCs rolle som offisiell monopolisert kilde for klimarelatert informasjon? Sunn konkurranse er jo vanligvis en positiv ting for alle involverte, og monopolisert virksomhet har kun sjeldent vist seg at ha positiv nettoeffekt over tid.

Fundamentet for IPCC hviler på en todelt forståelse, en *consensus*:

- *De nåtidige klimaendringer er menneskeskapte og potensielt farlige.*
- *Der er dog håp, da kraftige tiltak for at redusere utslippene av menneskeskapte klimagasser kan redde situasjonen.*

Denne oppfatning er det naturligvis helt legalt at bekjenne seg til. Men vitenskapelig sett ville det være fornuftig, om IPCC gjorde forsøk på at gjenvinne evnen til åpent ta nye forklaringsmuligheter inn over seg og kvitte seg med fastlåste holdninger. På alle organisatoriske nivå er IPCC imidlertid i dag så preget av den felles *consensus*, at det neppe er realistisk at forestille seg en gjennomgripende nyorientering av IPCC gjennom endrede kriterier for utvelgelse av enkeltpersoner.

Som et eksempel på en uheldig effekt av den grunnleggende IPCC-*consensus* kan nevnes håndteringen av en nå kansellert global temperaturkurve for de siste 1000 år, den såkalte *hockeykølle*. Denne temperaturkurve viste sakte fallende temperatur frem til år 1850, og stigende

bratt derfra. Den viste derved at på den nordlige halvkule var perioden 1990-99 tilsynelatende det varmeste årti de siste 1000 år, og 1998 det varmeste år. Velkjente klimaperioder som den varme Middelalder og den etterfølgende kalde Lille Istid var derimot ikke synlige. Figuren var i den forrige IPCC rapport (2001) tildelt en svært fremtredende plass, og blev vist ikke mindre enn fem forskjellige steder. Den ses av og til fortsatt benyttet av folk der ikke ved om dens kansellering.

Etter publiseringen av hockeykølle-kurven i IPCC-rapporten fra 2001, oppdagede profesjonelle statistikere imidlertid at de benyttede statistiske metoder var beheftet med feil, og stort sett uansett data alltid ville produsere kurver med form som en hockeykølle. Lenge nektede forfatterne bak kurven at frigi de benyttede data for en nærmere undersøkelse, og blev først sent tvunget hertil. Total åpenhet om data og reproduserbarhet er som tidligere nevnt et av kriteriene for riktig vitenskap. IPCC forbigår i stillhet denne begredelige historie i sin seneste rapport fra 2007, og har heller ikke underveis bidraget positivt til sakens oppklaring, eksempelvis ved at oppfordre forfatterne til at frigi data.

Dette triste forløp er i dag naturligvis svært belastende for IPCCs objektivitet, men har utvilsomt en menneskelig forklaring i følelsen av fellesskap gjennom konsensus om hovedproblemstillingen. Akkurat denne på sin vis beundringsverdige følelse av enighet og fellesskap gjør det tilsynelatende veldig problematisk for IPCC at innrømme feil og nyorientere seg; man er ufrivillig endt i en fastlåst situasjon med kollektivt tunnelsyn, psykologisk innfanget av sin erklærte consensus og fremsatte profetier om en dramatisk fremtid. Trollmannens kost er satt i gang, og lar seg ikke stoppe.

IPCCs konsensus om årsaker til klimaendringer vil med stor sandsynlighet lide samme skæpne som tidligere forsøk på at tilpasse komplekse naturfaglige problemstillinger til det utvalg av prosesser, som på det pågjeldende tidspunkt var bredt akseptert eller enkle at modellere. Lord Kelvins forsøk på at beregne Jordas alder uten kjennskap til atomare prosesser, samt motstanden mot Alfred Wegeners hypotese om kontinentaldrift er eksempler herpå. Vitenskapens egen forhistorie burde være grunn nok til at IPCC antok en mer ydmyk holdning til vor egen tids evne til at modellere komplekse fenomener som eksempelvis det globale klima.

Ikke overraskende er også OECD-regjeringene endt i en fastlåst situasjon i forhold til klimaspørsmålet. De føler helt forståelig at de på grunn av IPCCs monopol må følge en bestemt tankegang og bestemte prosedyrer, reflekterende den grunnleggende todelte consensus bak IPCC.

Dessuten synes både regjeringene og IPCC gjensidig innfanget av konsekvenser av lengre tids sammenblanding av politikk og forskning. Det er eksempelvis velkjent, at alle formuleringer fra forskerne tilknyttet IPCC blir gjennomlest, korrigert og til slutt godkjent av politikerne og deres embetsmenn. Dette godkjente summary for politikere bestemmer dernest den avsluttende utformning av den vitenskapelige rapport, der først kommer ut flere måneder senere. Denne for forskning bakvendte prosess har naturligvis været anledning til frustrasjon for mange forskere, og muligvis også for en del politikere.

Resultatet herav er som nevnt, at grunnlaget for mange regjeringers miljø- og energipolitikk nå står og faller med om den globale temperatur går op eller ned de nærmeste årene. Det er trist, at fremtiden for mange gode politiske intensjoner hviler på så usikkert et fundament.

Det er derfor uhyre viktig at politikere og forskere mentalt frigjør seg fra det altdominerende fokus på CO<sub>2</sub> og aktivt gjenvinner deres handlefrihet i klimaspørsmålet. Der trenges sannsynligvis etablering av en eller flere alternative rådgivende organisasjoner, som supplement til IPCC. Ved

disse organisasjoner kan politikere så hente klimarelatert informasjon, på like fot med informasjon hentet fra IPCC.

Internasjonale motstykker til IPCC er allerede ved at blive etablert. Eksempelvis utgav Fraser Institute (Canada) i februar 2007 en ”*Independent Summary for Policymakers*”, som motstykke til det offisielle summary for politikere (SPM) fra IPCC.

Dagens politikere har på nasjonalt plan en nærliggende mulighet til at bryte med den mentalt fastlåste situasjon. De kan aktivt velge ikke alene at basere beslutninger om klimapolitikk på rådgivning og informasjon fra IPCC, eller fra andre internasjonale organisasjoner, men velge også at nedsette egne nasjonale faglige kommisjoner til belysning av spesifikke spørsmål og usikkerheter, med bred representasjon av faglige synspunkter. Emner for analyse kan eksempelvis være usikkerheter knyttet til fremtidige scenarier for utslipp av klimagasser, påliteligheten av de tilhørende økonomiske modeller og analyser, eller kanskje usikkerhet knyttet opptak av CO<sub>2</sub> i oseanene. Vi har alle et grunnleggende behov for selvbestemmelse eller autonomi. I tillegg er det som bekjent sundt at tenke selv, og ikke la andre gjøre det for seg.

I stedet for at gå ut fra at klimaforskerne er enige (*the science is settled*), og på det grunnlag å tilrettelegge en politikk byggende på antagelser der i virkeligheten er usikre, kan politikere vurdere at ta skritt til at de selv og deres borgere blir mer allsidig opplyst om klima og de dermed forbundne uavklarte spørsmål og usikkerheter. Der bør legges til rette for en bred debatt og undersøkelse av alle spørsmål. Samtidig må full åpenhet om data og metoder være et absolutt krav til enhver vitenskapelig undersøkelse, der i fremtiden danner grunnlag for politiske beslutninger om klimarelaterte spørsmål. Mange forskerne offisielt tilknyttet IPCC vil med sikkerhet støtte et initiativ av denne art; dels fordi også de ikke føler seg helt komfortable med den øyeblikkelige utviklings egendynamikk, dels av rent grunnforskningsmessige årsaker.

For den frie grunnforskning har politiseringen av klimaproblemstillingen i mange lander nemlig hatt den betenkelige effekt, at et antall interessante problemstillinger ikke i øyeblikket blir utsatt for en målbevisst, kritisk vitenskapelige analyse. Eksempler herpå finnes blant usikkerhetene nevnt ovenfor. Mange forskere har en forståelig ulyst til at jobbe kritisk med akkurat disse spørsmål, selv om det i sakens natur er vanskelig med sikkerhet at dokumentere betydningen herav.

Nærværende forfatter var selv en av 54 internasjonale expert reviewers ved tilblivelsen av det ovennevnte uavhengige vitenskapelige summary ”*Independent Summary for Policymakers*”. Ikke mindre enn 11 av de 54 reviewers ønsket imidlertid at forbli anonyme, enten av hensyn til deres arbeidsplass eller av hensyn til seg selv. Dette viser bedre enn mange ord hvordan emnet *klimaendring* i dag omfattes med sterke og ikke alltid fornuftbaserte følelser. Det er nå omkring 200.000 år siden *Homo sapiens* utvikledes et sted på den afrikanske savanne. Det er beskjæmmende, at vi i år 2007 åpenbart ikke er kommet lengre med hensyn til at utvikle respekten for annerledes tenkende.

### **Et kommende paradigmeskift?**

Hvordan er vi egentlig kommet ut i en situasjon som denne, der vel burde ligge fjernt fra klimaforskningens grunnleggende sannhetssøkende natur? Ingen kjenner med sikkerhet svaret herpå, og ethvert forsøk på at forklare den øyeblikkelige situasjon vil blot være uttrykk for den enkelte persons erfaringsgrunnlag og historisk-vitenskapelige overblikk. Det gjelder naturligvis også

nærværende forfatters bud på en forklaring: *Det vi i øyeblikket overværer er den klassiske vitenskapelige prosess i tiden opp mot et paradigmeskift.* Dette er som så mye annet en maktkamp, verken mer eller mindre. At den grunnleggende vitenskapelige problemstilling i tilfellet klimaforskning underveis er sterkt politisert, medvirker til at maktkampen føres på flere plan og er mer synlig enn vanlig.

Det er selve kjernepunktet i den realfaglige arbeidsmetode at foreta observasjoner og eksperimenter for at avprøve hypoteser om hvordan naturen fungerer. Filosofen Karl Popper's prinsipp om empirisk falsifikasjon som kriterium for riktig vitenskap innebærer at er observasjonen eller resultatet av eksperimentet i motstrid med hypotesens forutsigelse, må hypotesen forkastes og en ny formuleres. Er omvendt observasjonen i overensstemmelse med hypotesens forutsigelse, ja, så er hypotesen ikke dermed bevist, men blot konsistent med observasjonen. Det er således umulig at bevise riktigheten av en hypotese, men det er relativt enkelt at motbevise den. Naturligvis skjer det derfor ofte at fremkomsten av nye observasjoner eller mer nøyaktige målinger bevirker endringer i utformningen av en hypotese, eller endog dens forkastelse. Kun etter lang tids forgjeves forsøk på å motbevise en hypotese, kan denne opphøyes til en teori. Som oftest har enhver tid en dominerende hypotese for alle viktige problemstillinger (eksempelvis klima), og fra tid til annen vil man se, at den dominerende hypotese avløses av en ny dominerende hypotese. Dette er hva som betegnes som et paradigmeskift, og selv om den innledende prosess ofte er langvarig kan selve skiftet foregå raskt.

Således blir vi alle med tiden litt klokere, men som oftest er det enklere at innse prosessens virke i et historisk perspektiv. Når man selv står midt deri, kan det være vanskeligere. Den ovenstående prosess foregår problemfritt i en strengt rasjonell verden, blottet for menneskelige følelser. Den virkelige verden er imidlertid ikke strengt rasjonell. Her krever et skift av en dominerende hypotese at mennesker av kjøtt og blod og med personlige følelser må innse at deres oppfattelse utkonkurreres og erstattes av en annen dominerende hypotese. Dette er ikke alltid like enkelt for den enkelte forsker, da han/hun dels kan føle seg emosjonelt bundet av egne tidligere utsagn, dels genuint kan være intuitivt overbevist om riktigheten av egen oppfattelse. Hertil kommer at det for den enkelte forsker kan føles prestigegeivende at uttrykke enighet med den for tiden værende dominerende hypotese. Derfor kommer et paradigmeskift alltid først etter en mer eller mindre tydelig maktkamp.

Her må vi introdusere filosofen og vitenskapsmannen *Giordano Bruno*, der i året 1600 blev brent på Piazza del Campo del Fiori i Rom. Hans forbrytelse var å ha en annen oppfatning om verden enn datidens geistlige autoriteter. Blant annet mente han at Jorden umulig kunne være universets sentrum. Det var jo i seg selv en alvorlig sak, da tidens ledende forskere var enige om det motsatte. Men mer alvorlig var det likevel at han derved satte den herskende oppfattelse om verden til debatt. Det kunne naturligvis ikke aksepteres i et samfunn hvor det var autoriteten som var sannhet, og ikke sannheten som var autoritet.

Å gjøre opp med forestillinger som fremstår som sannheter, er lettere sagt enn gjort. Det forutsetter en sterk personlighet og en grunnleggende antiautoritær natur for at etterleve prinsippet om alltid å sette det vi kan erkjenne høyere enn dogmer, eller det for tiden politisk korrekte synspunkt. Giordano Bruno ofret livet for å stå fast ved sin oppfatning, fordi han visste at han i motsatt tilfelle ville miste både sin personlige integritet og sin troverdighet. Denne evnen til selvstendig nytenkning basert på faktisk viten, kjennetegner også i dag den ekte forsker, selv om de færreste i dag vel forestiller seg konsekvenser som de som rammet Giordano Bruno. Dette karaktertrekk gjør spesielt universitetene med deres fornemme tradisjon for grunnforskning til sentrale kulturbærende institusjoner i et moderne samfunn som dagens Norge.



Det bringer oss frem til spørsmålet om hvordan nye forskere i dag rekrutteres? Hvordan finner man de personer der karakteriseres ved et vedvarende ønske om å lære nytt, en analytisk tilgang til problemene samt ved en velutviklet grad av kreativitet, åpenhet, intuisjon og fantasi? Samtidig må hun (eller han) fremtrede som en helstøpt personlighet, for kun derved kan man ha tiltro til at hun (eller han) vil kunne mobilisere den grad av målbevissthet, integritet og mot som trenges for at stå frem og tale Roma midt imot, skulle det engang bli nødvendig.

Historisk sett har det aldri vært enkelt å bli forsker. Men der er en kanskje viktig forskjell mellom nåtidens forskerrekruttering og måten hvorpå unge forskere tidligere blev rekruttert. I dag blir nye forskere typisk ansatt som doktorgradsstudent eller som Post.Doc i prosjekter formulert og ansøkt av etablerte forskere. Ofte er disse prosjekter finansiert gjennom spesielle forskningsprogrammer, avspeilende den demokratisk valgte regjerings legitime ønsker og mål. I motsetning hertil var det tidligere i langt høyere grad opp til den enkelte nye forsker at gjøre oppmerksom på seg selv og søke finansiering til eget forskningsprosjekt og egen lønn. Dette på sin vis nådeløse system hadde den Darwinistiske fordel, at kun personer med høy grad av personlig målbevissthet og integritet faktisk kom inn i forskning.

Dette er kanskje en viktig forskjell, der bidrar til at forstå hvorfor dagens debatt om klimaendringer har fått den karakter som den har. Personer med stor målbevissthet og integritet kommer fortsatt inn i forskning, men nå ledsaget av en rekke personer der tidligere ikke ville ha hatt mulighet derfor. I utgangspunkt må man hilse denne bredere rekruttering velkommen, men det har også effekter, der kanskje ikke er fullt innsett av alle og som det heller ikke er menneskelig behagelig at gjøre oppmerksom på.

Naturligvis kan man ikke i utgangspunkt forvente, at personer der jobber for prosjekter eller på institusjoner finansiert gjennom særlige forskningsprogrammer skal gå ut med forskningsresultater, der taler imot den hypotese, som er selve grunnlaget for prosjektet eller institusjonens eksistens. Spesielt for unge forskere der søker at skape seg posisjon og karriere er det psykologisk sett vanskelig og krever en overordentlig høy grad av personlig integritet. Den nåtidige rekrutteringsmåte av nye forskere kan derved utilsiktet medvirke til at den vanlige Popper'ske falsifikasjonsprosess i dag i flere tilfelle ignoreres. Det er jo enklere og behageligere ikke at provosere. Kanskje er det på kort sikt også bedre for den personlige løpebane?

Realistisk må man forvente, at spesielt forskningsområder med stor politisk bevågenhet eller assosiert med sterke følelser kan være utsatt for de mindre heldige effekter av den nye og bredere rekruttering. Klimaforskning er et nærliggende eksempel på et risikoområde.

## **Klima og forsiktighetsprinsippet**

Alle er enige om at klimaet i dag endres, hvilket det i øvrig har gjort til alle tider. At mennesket har innflytelse på klimaet er der heller ingen tvil om; eksempler herpå ses i det relativt varme byklima, samt i regionale klimaendringer forårsaket av endringer i arealutnyttelse. Om vi derimot i øyeblikket gjennomgripende og på potensielt farlig vis endrer planetens klima ved utslipp av CO<sub>2</sub>, er ikke fullt så sikkert.

Det er et velkjent faktum at CO<sub>2</sub> absorberer varmeenergi i det infrarøde spektrum. Derfor er der ingen tvil om at CO<sub>2</sub> teoretisk og isolert sett har oppvarmende effekt, men i et komplekst system som jorden atmosfære med mange andre bestanddeler og prosesser er det ikke sikkert at effekten

bliver tilsvarende tydelig. Når man betrakter vor planets geologiske forhistorie, hvor atmosfærens CO<sub>2</sub>-indhold tidvis har været opp til 10-15 gange det nåværende, er der intet der klart viser at CO<sub>2</sub> har hatt stor effekt på den globale temperatur. At den globale temperatur omvendt har hatt stor effekt på mengden av atmosfærisk CO<sub>2</sub> er derimot veldokumentert.

Det er derfor fullt mulig at vi i øyeblikket overvurderer betydningen av CO<sub>2</sub>, og at nåtidens klimaendringer i virkeligheten hovedsakelig skyldes naturlig variasjon.

Effekten av variasjoner i solens utstråling er nedtonet i den seneste IPCC rapport. Dette er der i den vitenskapelige verden imidlertid ikke enighet om. Der synes at være klare tegn på at solen har innflytelse på vårt klima, både direkte og indirekte, samt at forsterkningsmekanismer kan være aktive gjennom påvirkning av det globale skydekke. Det vil ikke være mulig at forutsi fremtidige klimaendringer før vi forstår alle disse forhold til bunns.

Forsiktighetsprinsippet benyttes ofte som argument for at iverksette tiltak mot fremtidige klimaendringer, her og nå. Forsiktighetsprinsippet bør imidlertid kun benyttes med stor varsomhet, da historien er rik på eksempler hvor akkurat dette prinsipp er brukt til at hindre annerledes tenkende at komme til orde.

Dessuten må man være klar over at forsiktighetsprinsippet kan være et tveegget sverd. Hvis man med utgangspunkt i forsiktighetsprinsippet gjennomfører en rekke tiltak, uten sikkerhet for at årsaker til nåtidens klimaendringer er klart forstått, løper man naturligvis en risiko for grunnløst at påvirke nasjonal og internasjonal økonomi negativt. Den eksisterende usikkerhet om årsaker til nåtidens klimaendringer betyr jo at der er stor mulighet for at de modellbaserte forutsigelser vil vise seg at være feil.

Fremtiden vil med sikkerhet bringe den ene eller annen form for klimaendring, men det er absolutt ikke sikkert at det vil være ensbetydende med katastrofe og ødeleggelse. Kommende klimaendringer vil derimot som i tilfellet med alle tidligere klimaendringer betyde nye utfordringer og nye muligheter. Hva som i fremtiden vil være viktig for alle regioner av jorden, vil ganske som i fortiden være regionens geografi, kultur, utdanning, politisk styreform og ikke minst myndighetenes evne til med rettidig omhu at treffe rasjonelle beslutninger.

Klimaendringer og deres effekter er et uhyre komplekst tema, hvor historien lærer oss at forenklinger ofte leder til misforståelse og forvirring, og at forståelse forutsetter innsikt, ettertanke og analyse, samt en vedvarende stor åpenhet for nye forklaringsmuligheter.

Tidens uavvendelige dom over vor egen tid med dens profilerte klimafokus kan bestemt avventes med stor interesse. Oljeskindsbuksene fra *Jeanette* maner fortsatt til ettertanke. Kanskje der likefrem er håp for Omsbreen?