

# Bæredygtig energiudvikling

Af Niels I. Meyer, professor emeritus, DTU-BYG

Den menneskeskabte drivhuseffekt er i gang med at skabe mærkbare ændringer i Klodens klima, som konsekvens af den globale opvarmning. Udslippet af drivhusgasser stammer især fra afbrændingen af fossile brændsler. En vigtig del af løsningen er en omlægning til vedvarende energiresourcer kombineret med energibesparelser. Teknologierne findes, men den politiske indsats er for beskedent og for sendrægtig. Måske magter det demokratiske system ikke at træffe de nødvendige langsigtede beslutninger i tide?

## Hvad ved vi om den globale temperaturbalance?

Vi ved, at en række drivhusgasser (DHG'er), som vanddamp, CO<sub>2</sub> (kuldioxid), CH<sub>4</sub> (metan), N<sub>2</sub>O (lattergas) med flere har afgørende betydning for den globale temperaturbalance. Uden disse "naturlige" DHG'er ville den globale middeltemperatur ligge omkring -17 °C, og Kloden ville stort set være ubeboelig. Derfor er der god grund til at glæde sig over, at de "naturlige" DHG'er har sørget for, at den globale gennemsnitstemperatur i nyere tid har svinget beskedent omkring plus 15 grader celsius. Det er mindre glædeligt eller snarere direkte bekymrende, at de moderne industrisamfund er i gang med mærkbart at øge atmosfærens koncentration af drivhusgasser med komplicerede og delvis uoverskuelige konsekvenser for det globale klima.

Vi ved også, at koncentrationen i atmosfæren af den dominerende menneskeskabte DHG (CO<sub>2</sub>) er steget fra ca. 280 milliontedele (ppm) før den industrielle udvikling til omkring 390 ppm i dag [1]. Det skyldes hovedsageligt afbrændingen af kul, olie og naturgas. Samtidig er den globale gennemsnitstemperatur steget ca. 0,8 grader celsius siden slutningen af 1800-tallet.

For fuldstændighedens skyld bør det nævnes, at nogle (især danske) forskere argumenterer for, at aktiviteten af solpletter kan være af væsentlig betydning for temperatursvingningerne på Kloden [2]. Denne teori tillægges imidlertid ikke større betydning blandt det store flertal af Klodens klimaeksperter, blandt andet fordi den teoretiske model ikke er tilstrækkeligt verificeret, og det eksperimentelle grundlag er relativt spinkelt. Desuden er temperaturudviklingen på Kloden ikke i god overensstemmelse med solpletteorien [3], [4]. Af samme grund bliver solpletteorien ikke yderligere behandlet i denne artikel.

## Historiske klimaændringer

Et andet spørgsmål, som fremdrages i forbindelse med debatten om den globale opvarmning, er indflydelsen fra de historiske, "naturlige" ændringer af klimaet med skiftende istider afløst af varmere perioder ("mellemistider"), hvor den seneste istid kulminerede for ca. 18.000 år siden. Der har været omkring 40 forskellige istider adskilt af mellemistider i de seneste godt to millioner år [5]. I den forbindelse bør den såkaldte "lille istid" fra ca. 1350 til 1850 dog ikke forveksles med en "rigtig" istid.

Der er tale om yderst komplicerede mekanismer og tidsperioder, der svinger fra mange millioner af år til få tusinder af år. En nylig oversigtsartikel over disse forhold er publiceret i *Geografisk Orientering* [5]. Her vil jeg nøjes med at fremdrage nogle af de væsentlige forhold.

Blandt de mange bidrag til de klimatiske variationer kan nævnes ændringer i jordbanens form (excentriciteten) omkring solen med cykliciteter på ca. 100.000 til 400.000 år, ændringer i jordaksens hældning og retning med cykliciteter på ca. 20.000 til 40.000 år, ændringer i jordbanens hældning, og varierende udstråling fra solen. Men sammenhængen med Klodens klimaændringer slutter ikke her. Dertil kommer bl.a. makroændringernes indflydelse på Klodens havstrømme (fx Golfstrømmen og den Nordatlantiske Oscillation også kaldet El Nino), vindforhold og skydannelser.

Når der fra visse sider sættes spørgsmålstegn ved hele teorien om den menneskabte globale opvarmning, behøver det således ikke udelukkende at skyldes kommercielle særinteresser. Der er tale om meget komplicerede klimaforhold, og selv de mest avancerede beregningsmodeller har ikke styr på alle de forekommende mekanismer (fx skydannelser og havstrømme). På den anden side er ingen af de mulige alternative forklaringer specielt overbevisende. Den dominerende opfattelse blandt klimaeksperter er, at de "naturlige" mekanismer ikke kan forklare den nuværende udvikling (siden 1980), som overvejende må tilskrives den menneskeskabte drivhuseffekt [5].

Derfor er det i god overensstemmelse med den videnskabelige tradition at fortsætte arbejdet med at forbedre de anvendte klimamodeller og sammenligne modellernes resultater med målte data. Hertil kommer, at det vil være i direkte modstrid med det såkaldte *forsigtighedsprincip* [6], [7], hvis man ikke tager de allerede observerede konsekvenser seriøst. Det er det faglige grundlag for de følgende afsnit i artiklen.

Skulle det endelig vise sig, at klimaændringerne bliver mindre alvorlige end de nuværende modeller forudsiger, er investeringerne i vedvarende energi langt fra spildte. Hovedparten af Klodens olie findes i politisk usikre områder (især i Mellemøsten), og de moderne industrisamfund er stærkt afhængige af deres olieforbrug. Alene af hensyn til forsyningssikkerheden er der gode grunde til at forcere overgangen til vedvarende

energi. Det vil også reducere faren for truende (militære) kampe om den sidste olie.

### Internationale reaktioner

De potentielle problemer i forbindelse med den globale opvarmning har været tilstrækkelig bekymrende til, at FN i 1988, som opfølgning på den såkaldte Brundtland-rapport fra 1987, har nedsat en kommission kaldet *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) til løbende at følge, analysere og informere om udviklingen af den globale opvarmning. Den seneste af IPCCs rapporter udkom i 2007 baseret på målte resultater op til 2005, mens den næste rapport forventes at komme i 2013-2014. Det er en generel svaghed, at disse rapporter er mindst to år under udarbejdelse og derfor ikke er ajour med den seneste udvikling.

Ved FN's klimatopmøde i Rio i 1992 var der tilslutning fra 154 lande til en *Klimakonvention* med hovedformålet at arbejde for en stabilisering af det globale klima, inden de potentielle ændringer får alvorlige konsekvenser. Det har ført til en række internationale konferencer mellem de deltagende lande (Conferences of Parties, COPs), og som et første konkret skridt forfattedes i 1997 den såkaldte Kyoto-protokol med (beskedne) forpligtende DHG-reduktioner for de rige lande inden 2012. Efterfølgende blev protokollen dog ikke ratificeret af flere industrilande med USA i spidsen, og den trådte først i kraft i 2005, da tilstrækkeligt mange lande havde ratificeret. En oversigt over disse klimakonferencer og deres beslutninger op til 2009 er givet i *Geografisk Orientering* [8].

Godt hjulpet af den omfattende finanskrise og forskellige "smutveje" (bl.a. køb af emissionskvoter i overskud hos andre lande og udnyttelsen af de såkaldte "fleksible mekanismer") vil størsteparten af de deltagende rige lande sandsynligvis være i stand til at opfylde deres Kyoto-forpligtelser. De fleksible mekanismer, Joint Implementation (JI) og Clean Development Mechanism (CDM), gør det muligt for avancerede industrilande at opnå forøgede udslipkvoter gennem samarbejdsprojekter med svagere udviklede industrilande og med udviklingslande. Det er dog en betingelse, at disse projekter ikke ville blive gennemført uden hjælp fra den fleksible mekanisme (krav om såkaldt *additionalitet*), hvilket er meget svært at kontrollere i praksis [9]. Desuden er der specielt i forbindelse med CDM opstået en række utroværdige projekter, som mere fungerer som pengemaskiner for de involverede end som reelle bidrag til formindskelse af den globale opvarmning [10].

En anden "smutvej" består i, at de rige lande outsourcer dele af deres energiintensive industri fx til Kina og senere importerer varerne uden at blive konteret for den indbyggede CO<sub>2</sub>-udledning ved deres produktion. Ifølge en nylig analyse har udslippet fra produktionen af internationalt handlede varer mere end opvejet de udslipsreduktioner, som er opnået i henhold til Kyoto-protokollen [11]. Udslippet påhviler nemlig producentlandet med de gældende regnskabsregler. Alternativet kunne være at belaste brugerlandene med det samlede

CO<sub>2</sub>-udslip i forbindelse med deres forbrug af varer, service, el, varme, transport og andre forbrug. Det ville imidlertid kræve meget komplicerede livcyklusanalyser af alle forbrugsvarer og andre energitjenester, og det system kan der næppe opnå international enighed om.

Indtil videre er det ikke lykkedes at opnå international tilslutning til det næste afgørende skridt fx i form af en stærkt opstrammet Kyoto-aftale for perioden frem til 2020. Og i øjeblikket er der intet, der tyder på, at en ny forpligtende aftale vil blive etableret inden den nuværende aftales ophør i 2012.

Mange danskere vil huske COP15 i København i december 2009, der endte som en bedrøvelig fiasko. Fiaskoen skyldtes især, at de to største bidragere til udslip af DHG'er (Kina og USA) ikke kunne enes om en fælles strategi til bekæmpelse af den globale opvarmning. De var uenige om ansvarsfordelingen og specielt om principperne omkring forpligtende udslipsreduktioner. Desuden blev opgaven ikke gjort lettere af det danske formandskabs manglende internationale erfaring. Fiaskoen har ifølge en vurdering af Det Internationale Energiagentur (IEA) forøget omkostningerne for verdenssamfundet over de næste 20 år med 1 billion (1000 milliarder) \$, hvis den globale opvarmning skal holdes under de tilstræbte 2 grader celsius [1].

Det efterfølgende COP16 i Mexico i december 2010 resulterede ikke i de nødvendige forpligtende aftaler, og det forventes heller ikke at ske ved COP17 i Sydafrika i december 2011. Det mest konkrete, man kan nævne fra disse konferencer, er, at der er international tilslutning til kravet om, at den globale gennemsnitstemperatur ikke må stige mere end 2 grader celsius i dette århundrede, hvilket vurderes at kræve en reduktion i 2050 på mindst 60 til 80 % af det nuværende globale udslip af CO<sub>2</sub> (ca. 32 milliarder tons pr. år). Denne tilsyneladende enighed bør dog ikke forlede til urealistisk optimisme, eftersom den nuværende kurs ifølge en række internationale analyser er sat mod en stigning på ca. 4 grader celsius eller mere [1], og der ikke er tegn på international enighed om de konkrete midler til at begrænse stigningen til de 2 grader.

En af de rige landes typiske undskyldninger for manglende handling er, at energianlæg baseret på vedvarende energi ikke kan konkurrere økonomisk og kun vinder indpas på grund af store statslige tilskud. I den forbindelse overser man bekvemt to faktorer, som trækker i den modsatte retning. Dels får de fossile brændsler globalt næsten seks gange større statslige tilskud end vedvarende energi: 312 milliarder \$ mod 57 milliarder \$ i 2009 [1]. Dels belastes fx kulkraft langt fra med de samfundsmæssige skadesomkostninger (eksternaliteter), som de giver anledning til [12].

For at formindske kulkraftens bidrag til den globale opvarmning gives der nu betydelige statslige bidrag til udviklingen af teknologier, der kan suge CO<sub>2</sub> ud af kulkraftværkernes udslip og deponere drivhusgassen i underjordiske lagre eller lagre under havbunden – på engelsk: Carbon Capture and Storage (CCS). CCS-teknikken er dog langt fra færdigudviklet og foreløbig er den dyr og energikrævende. Det er derfor indtil

videre tvivlsomt, om den nogensinde kommer til at spille en rolle i praksis [13].

Alligevel benyttes henvisningen til en kommende indførelse af CCS allerede nu som en undskyldning for oprettelsen af nye kulkraftværker. Eftersom et nyt kulkraftværk normalt har en levetid på mindst 40 år, vil det være yderst risikabelt at give tilladelse til nye værker med henvisning til en usikker CCS-løsning. En rationel løsning vil være at indføre et moratorium mod nye kulkraftværker, indtil CCS-teknologien er færdigudviklet og kommercielt tilgængelig. På det tidspunkt kan man da tage stilling til en eventuel ophævelse af moratoriet.

En midlertidig løsning kunne være at indføre en maksimumsgrænse for det tilladte udslip fra nye energianlæg ("Emission Performance Standard"). Hvis grænsen blev sat til 350 gram/kWtime ville det udelukke nye kulkraftværker uden CCS og samtidig gøre det muligt at bruge naturgas som overgangsenergi til et system med 100 % vedvarende energi.

### Sandsynlige konsekvenser af den globale opvarmning

Som bekendt udvider vand sig ved opvarmning, og det gælder også for verdenshavene. Derimod er der vidt forskellige vurderinger af, hvor meget havene vil stige i løbet af dette århundrede. Vurderingerne går lige fra en halv meter [14] til en meter eller mere [15], [16]. De høje tal bygger på, at opvedningen ikke slutter ved de to grader celsius, og at der bl.a. vil ske en markant afsmeltning af Grønland og polerne. De rige lande vil i et vist omfang kunne afbøde skaderne ved bygning af dæmninger, men fattige lande som Bangladesh, Maldiverne og Egypten kan blive hårdt ramt. Disse lande har til gengæld ikke megen skyld i den globale opvarmning.

Samtidig vil klimabælterne flytte sig mange hundrede kilometer mod polerne med stærke ændringer i de nuværende frugtbare områder, som forsyner jordens befolkning med mad. Foreløbige analyser tyder på, at det bliver svært at finde nye områder, der er lige så frugtbare. Ifølge FNs Klimapanel vil frugtbare områder i Syd-, Øst- og Mellemeuropa blive for varme og tørre. Det samme gælder store dele af USA, Sydamerika og Afrika [17] og [18]. Det er et kritisk problem, når det globale befolkningstal forventes at stige til omkring ni milliarder i 2050. Tilsvarende kritiske problemer forventes for forsyningen med ferskvand, som allerede er truet [19].

Det bør også nævnes, at erfaringerne og modelberegningerne tyder på, at vejrforholdene bliver mere ustabile med stærkere orkaner og perioder med mere udbredt tørke eller langt kraftigere regnperioder med store oversvømmelser [14]. Foreløbig er sammenhængen på dette område dog stadig til debat i videnskabelige kredse.

En bekymrende usikkerhed er forbundet med de såkaldte "tipping points", som indebærer en kraftig forstærkning af opvarmningsprocessen (positiv tilbagekobling), hvis de overskrides. Et eksempel kan være optøning af permafrosten i Sibirien og andre nordlige egne med udslip af den nedfrosne metan og kuldioxid.

Et andet eksempel er afsmeltning af fastlandsisen på Grønland og polerne, som vil eksponere ny jord med langt mindre refleksion af solstrålingen end de isbelagte områder.

Man kan konstatere, at næsten alle nye empiriske resultater hidtil har peget i den gale retning (kraftigere global opvarmning), og disse konsekvenser forsvinder ikke ved at omtale budbringerne som "dommedagsprofeter". Tværtimod burde de empiriske resultater få beslutningstagerne til at lægge mere vægt på *forsigtighedsprincippet* [6]. I den forbindelse bør det også nævnes, at en britisk regeringsrapport [20] har dokumenteret, at de samfundsmæssige omkostninger ved at udsætte en bekæmpelse af den globale opvarmning vil være en størrelsesorden større end ved en hurtig og effektiv indsats mod klimaændringerne. Rapporten betegner den manglende indsats mod den globale opvarmning, som en verdenshistorisk markedsfejl.

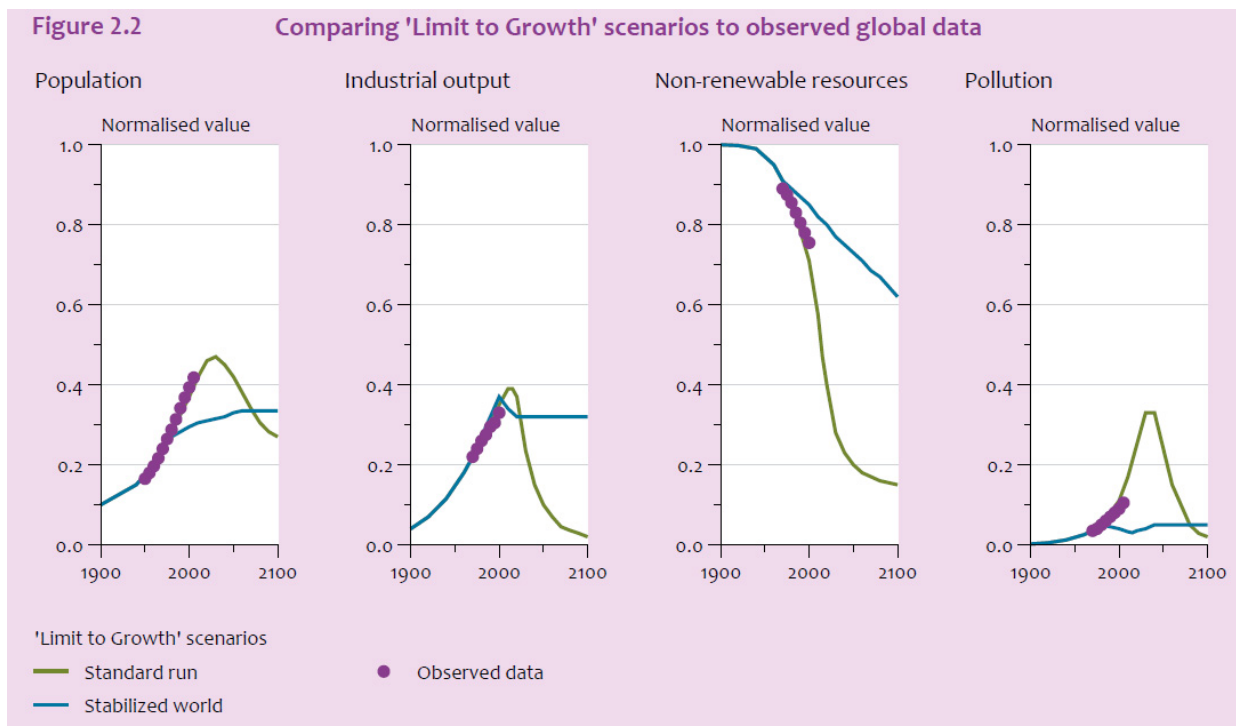
### Hvad er den "forsigtige" udslipskvote pr. person i 2050?

Svaret afhænger af beregningsprincippet. Den følgende beregning er baseret på et globalt lighedsprincip. Det vil sige, at alle mennesker på Kloden på længere sigt får tildelt samme udslipskvote – i modstrid med dagens situation, hvor udslippet af CO<sub>2</sub> i nogle (rige) lande ligger omkring 20 tons pr. indbygger og i andre (fattige) lande under 1 ton pr. indbygger. Se tabel 1. På grund af den vestlige finanskrise har industrilandenes udslip generelt været mindre i 2009 end i 2008, mens Kina og andre store udviklingslande har haft stigende udslip.

Land	CO <sub>2</sub> -udslip (mio. tons)	CO <sub>2</sub> -udslip pr. capita i tons
Kina	6.500	4,9
USA	6.100	20
Indien	1.600	1,4
Tyskland	840	10
Mexico	470	4,4
Brasilien	368	1,9
Arabiske Emirater	136	31
Kuwait	86	30
Danmark	55	10
Bangladesh	44	0,28
Gambia	0,40	0,25

**Tabel 1.** Udslip af CO<sub>2</sub> totalt og pr. indbygger i udvalgte lande i 2007 (afrundede tal). Kilde UN Statistics Division – Environmental Statistics, 2010.

Det er næppe muligt at nå den ønskede reduktion på 60 til 80 % af det nuværende globale udslip, hvis de rige lande vil fastholde deres ret til relativt højere udslipskvoter pr. indbygger. Derfor er følgende regneeksempel baseret på et dynamisk lighedsprincip, hvor en række af de fattige lande først forøger deres udslip og efterfølgende ender på en fælles global kvote i 2050. De rige lande forudsættes straks og vedvarende at reducere deres udslipskvote.



**Figur 1.** Sammenligning af scenarier i “Grænser for Vækst” med globalt observerede data [22].

### REGNEEKSEMPEL

En reduktion på 60 % af det nuværende globale udslip af CO<sub>2</sub> på ca. 32 milliarder tons pr. år fører til et globalt udslip på 12,8 milliarder tons i 2050. Samtidig forudses det globale befolkningstal at komme til at ligge omkring 9 milliarder i 2050. Det vil sige, at den årlige udslipskvotente i 2050 kommer til at ligge på ca. 1,4 tons pr. person. Samme resultat kom den tyske kansler Angela Merkel til i en tale i New York i 2007 [21]. Efter at hun kom hjem og fik talt med tysk industri, sagde kansler Merkel ikke mere om sit regnestykke, hvilket dog ikke gør resultatet mindre korrekt. Som det fremgår af tabel 1, vil det være en drastisk reduktion for industrilandene, og regeringerne i de øvrige OECD-lande har heller ikke været ivrige for at følge op på Merkels regnestykke.

### Grænser for vækst

Romklubbens rapport *Grænser for vækst (The Limits to Growth)* fra 1972 gav en række eksempler på mulige brud på en bæredygtig udvikling på grund af resourcudtømmning og forskellige former for forurening. Rapporten belyste desuden mulighederne for en alternativ, bæredygtig udvikling. Den gang blev rapporten hårdt kritiseret af en række neo-liberalistiske økonomer, som havde misforstået dens indhold og intentioner og tilsyneladende overset rapportens positive scenarier og forslag. Egentlig er det overraskende, at det skal være så svært at acceptere, at eksponentiel vækst i forbruget af materielle ressourcer har en grænse på en begrænset klode. Inden for de seneste år har rapporten og dens scenarier imidlertid fået oprejsning og anerkendelse – også fra økonomer. Figur 1 illustrerer, at scenarierne i

*Grænser for Vækst* fra 1972 har dækket den hidtidige udvikling forbavsende godt.

Begrebet “grænser for vækst” har fået aktuel opbakning i en britisk regeringsrapport under formandskab af professor Tim Jackson om “velfærd uden vækst” [23]. Den politiske modstand mod en økonomi uden vækst er specielt knyttet til det nuværende stive beskæftigelsesbegreb. Erfaringsmæssigt stiger produktiviteten i industrilandene med et par procent om året, og hvis økonomien ikke vokser tilsvarende, fører det til stigende arbejdsløshed. Et konstruktivt alternativ kunne være i stedet at sætte arbejdstiden ned og glæde sig over mere tid til andre sysler [24]. Denne tankegang er imidlertid langt fra at vinde indpas i beslutningsprocessen i OECD-landene, og den nuværende finanskriser gør det nærmest politisk umuligt for disse landes finansministre at nedprioritere støtten til økonomisk vækst.

### Har vi de nødvendige teknologier til at sikre en bæredygtig udvikling?

Svaret er ja. Det er belyst gennem en række grundige og realistiske analyser både i udlandet (med fokus på el-sektoren) [25] og i Danmark [26], [27], [28]. Den korte udgave af løsningen er, at vi skal afskaffe brugen af fossile brændsler inden 2050 og gå over til vedvarende energi samt udnytte det store potentiale for energibesparelser. De danske beregninger dokumenterer, at det oven i købet indebærer mindre samfundsøkonomiske omkostninger end at fortsætte som hidtil (“business as usual”) [26], [28]. Denne tendens forstærkes, når man inkluderer hensynet til de eksterne samfundsomkostninger (eksternaliteter) fra de fossile brændsler i beregningerne. Og Danmark er ikke et specialtilfælde

i den sammenhæng [12].

Omstillingen til fluktuerende energikilder som sol og vind kræver en ny form for systemtænkning. Det gælder især samspillet mellem sektorerne for el, varme og transport, som tidligere er blevet drevet og planlagt som adskilte sektorer. Løsningen kræver også en ny form for tovejs-kommunikation mellem energiproducenter og energiforbrugere ("smart grids") samt bred indførelse af teknologier som varmepumper, varmelagre, brændselsceller, el-biler m.m.

Løsningsmulighederne er grundigt belyst i et stort dansk forskningsprojekt med titlen CEESA, som udsender de afsluttende rapporter i 2011 [28]. Et centralt resultat fra CEESA-projektet er, at biomasse anvendt til energi bliver en mangelvare, som i forskellige former må reserveres til specielle formål som højtemperaturprocesvarme i industrien og drivkraft til fly og lastbiler. Hvor det er praktisk muligt skal man i stedet basere sig på el fra vindkraft. Et andet problem ved anvendelsen af de begrænsede biomasseressourcer til energiformål er konflikten med hensyn til at skaffe mad til den voksende befolkning på Kloden.

### **Kernekraft**

Der er stadig en international kernekraftlobby, som hævder, at kernekraft er en nødvendig og billig teknologi til løsning af problemerne. Disse argumenter er imidlertid ikke velfunderede. Kernekraft er tværtimod langt dyrere end hævdet af tilhængerne på grund af en række skjulte subsidier, ligesom sikkerheden over for menneskelige fejl og terroristhandlinger ikke er acceptabel. Desuden har en række teknologiske problemer ikke fundet en forsvarlig løsning, herunder en sikker opbevaring af det højradioaktive affald i mere end 10.000 år [29], [30].

Katastrofen i Japan i 2011 har haft direkte indflydelse på beslutningen i Tyskland om en relativ hurtig udfasning af kernekraft. Selv i kernekraftlandet Frankrig overvejer man nu at ændre politiken på el-området i retning af mere vedvarende energi. Imidlertid vil der stadig blive bygget nye kernekraftværker i en del lande, men det vil ikke have nogen tilstrækkelig effekt på bekæmpelsen af den globale opvarmning [29]. Tværtimod kan det forsinke udbygningen med vedvarende energi, som er den endelige bæredygtige løsning.

### **Kan demokratiet klare opgaven?**

Som det fremgår af det ovenstående, er der meget, der tyder på, at den demokratiske beslutningsproces ikke magter at gennemføre de nødvendige teknologiske og samfundsmæssige ændringer i tide, så vi undgår skræmmende og dramatiske miljømæssige konsekvenser. Der er for mange barrierer i form af kortsigtede, nationale og kommercielle særinteresser. En erfaren miljøforsker som professor Dennis Meadows (en af hovedforfatterne til "Grænser for vækst") har ved flere internationale seminarer forudsagt, at når først de klimatiske katastrofer ramler ned over os, vil folk råbe på "den stærke mand", som kan redde dem fra de gammeldags og sendrægtige demokratiske principper.

Personligt vil jeg ikke udelukke, at udviklingen kan gå i den retning, men jeg tror mere på demokratiets overlevelseskraft end Meadows gør. I Storbritannien optrådte Winston Churchill ved flere lejligheder mere som "stærk mand" end som traditionel demokratisk politiker under Anden Verdenskrig. Men efter krigen kom de demokratiske principper til magten igen – og afsatte Churchill.

### **Hvor stopper vores ansvar for fremtidens generationer?**

I en nylig bog af klimaforskeren Curt Stager [31] påpeger forfatteren, at omkring en femtedel af det menneskeskabte CO<sub>2</sub>-udslip stadig vil befinde sig i atmosfæren om 3.000 år. Samtidig er Kloden forventeligt på vej til en ny istid om ca. 80.000 år, som vil skabe dramatiske forringelser i menneskers livsmuligheder på Kloden. Stager rejser i den forbindelse spørgsmålet, om de nuværende generationer kunne udsætte problemerne for vores fjerne efterkommere ved at undlade at bekæmpe den globale opvarmning. Han estimerer, at man muligvis vil kunne udsætte den næste istid med helt op til 80.000 år.

Teoretisk kan det lyde interessant at give vore efterkommere et ekstra pusterum på 80.000 år, men jeg er enig med Stager i hans endelige (pragmatiske) konklusion om, at det nok er mere fornuftigt at stoppe afbrændingen af fossile brændsler nu og så begynde afbrændingen igen, når det begynder at blive koldt. Hvis menneskene har undgået at ødelægge Kloden i de næste tusind år, er de nok også blevet så meget klogere, at de finder på passende løsninger til at klare istiden – måske ved at bosætte sig på andre planeter.

### **Konklusioner**

På grund af den omfattende finanskrise er den globale opvarmning og dens truende miljøkonsekvenser kommet mærkbart lavere på den politiske dagsorden. Det vil gøre det endnu vanskeligere i tide at gennemføre den nødvendige omstilling på energiområdet, som er en forudsætning for en bæredygtig udvikling.

Den gode nyhed er, at de nødvendige teknologier findes og vil blive yderligere udviklet i løbet af den næste snes år. Det samme gælder forslagene til de nødvendige systemændringer og virkemidler. Imidlertid mangler den politiske vilje til hurtigt at gennemføre de nødvendige teknologiske, systemmæssige og institutionelle ændringer. Derfor fortsætter klimaudviklingen i den gale retning, og man kan frygte, at der først vil ske en opvågning efter alvorlige klimakatastrofer.

De to store bidragsydere til det globale udslip af drivhusgasser, USA og Kina, har foreløbig forhindret opnåelsen af en forpligtende global aftale til en effektiv bekæmpelse af klimaændringerne. Derfor er den positive indsats stort set overladt til lokale initiativer fra oplyste borgere og virksomheder, specielt hvad angår energibesparelser. Heldigvis er der et voksende antal af sådanne initiativer i mange lande inklusive USA, men indsatsen slår langt fra til over for de voksende klimaproblemer uden støtte ovenfra på nationalt og

globalt plan.

I den situation bør man overveje nye internationale strategier, hvor man ikke venter på de sendrægtige, store udslipslande, men danner grupper af foregangslande, som demonstrerer, at det kan lade sig gøre at gennemføre en effektiv omstilling. Oven i købet med et positivt økonomisk resultat. En sådan foregangsgruppe kunne inkludere de nordiske lande sammen med Holland og Tyskland og andre miljøbevidste lande. Det ville være en fornem opgave for Nordisk Råd at iværksætte et sådant initiativ.

## Litteratur

- [1] International Energy Agency, World Energy Outlook, Paris, 2010, [www.iea.org](http://www.iea.org).
- [2] Svensmark H. (2007), Cosmoclimatology: A new theory emerges, *Astronomy and Geophysics*, **48**, no. 1, pp 18-24, 2007.
- [3] Laut P. (2003), Solar activity and terrestrial climate: an analysis of some purported correlations, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* **65**, side 801-812, 2003.
- [4] Stauning P., Solar activity-climate relations: A different approach, *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.*, in press, 2011.
- [5] Seidenkrantz M.-S., Klimaforandringer gennem Jordens historie, *Geografisk Orientering* **39**, nr. 5, side 304-311, 2009.
- [6] Harremoës P. (main editor), Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000, European Environmental Agency, København, Danmark, 2001.
- [7] Meyer N.I., Er forsigtighedsprincippet en illusion, kapitel i bogen Samtaler – på en anden måde, forlaget Tiderne Skifter, København, Danmark, 2008.
- [8] Strand H., Oversigt over tidligere klimakonferencer, *Geografisk Orientering* **39**, nr.5, side 302-303, 2011.
- [9] Illum K. and N.I. Meyer, Joint Implementation: Methodology and Policy Considerations, *Energy Policy* **32**, side 1013-1023, 2003.
- [10] Dahlmann J., Forsinket EU-indgreb over for tvivlsomme klima-kreditter, Dansk Energi, november 2010, København, Danmark.
- [11] Peters G.P., Minx J.C., Weber C.L. and Edenhofer O.: Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008, *Proc. National Academy of Sciences* **108**, side 8903-8908, 2011.
- [12] European Commission, External costs – research results on socio-environmental damages due to electricity and transport, Directorate General for Research, Bruxelles, Belgium, 2003.
- [13] Braend T., CCS in Norway: postponed, *Acid News*, nr. 3, side 8, sept. 2010.
- [14] IPCC, Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Geneva, Switzerland, 2007 ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).
- [15] Hansen J., Sato M., Kharecha P., Beerling D., Berner R., Masson-Delmotte V., Pagani M., Maureen Raymo M., Royer D.L. and Zachos J.C. (2008), Target Atmospheric CO<sub>2</sub>: Where Should Humanity Aim?, *Open Atmospheric Science Journal*, 2008. arXiv:0804.1126v2 [physics.ao-ph].
- [16] International Conference: The Arctic as a Messenger for Global Processes – Climate Change and Pollution, organiseret af AMAP, Københavns Universitet og Aarhus Universitet, maj 2011.
- [17] FAO-ADAPT, Framework Programme on Climate Change Adaptation, rapport fra FAO, 2011.
- [18] Jaggard K, Qi A and E Ober, Possible changes to arable crop yields, *Phil. Trans. R. Soc.* **B 365**, side 2835-2851, 2010.
- [19] World Water Council, A New Water Policy, rapport fra WWC, Marseille, Frankrig, 2010.
- [20] Stern N, The Economics of Climate Change: the Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge, Storbritannien, 2007.
- [21] Merkel A: Foredrag ved Leaders' Dialogue, The Economics of Climate Change, New York, USA, 25. september 2007.
- [22] Netherlands Environmental Assessment Agency, Growing within Limits, A report to the Global Assembly 2009 of the Club of Rome, p.23, 2009.
- [23] Sustainable Development Commission, Prosperity without Growth? The transition to a sustainable economy, London, UK, 2009.
- [24] Meyer N.I., Hvelplund F. and J.S. Nørgård, Equity, Economic Growth and Lifestyle, chapter 4 in Energy Sustainability and the Environment, edited by F.P. Sioshansi, Elsevier Publishers, the Netherlands, 2011.
- [25] Klaus T., Vollmer C., Werner K., Lehmann H., and Müschen K.. (redaktører) (2010), Energiziel 2050: 100 % Strom aus erneubaren Quellen, rapport fra det tyske Umweltbundesamt, Berlin, juli 2010.
- [26] IDA, IDAs Klimaplan 2050, Ingeniørforeningen, København, Danmark, 2009.
- [27] Klimakommissionen, Green energy - the road to a Danish energy system without fossil fuels, Danish Commission on Climate Change Policy, København, Danmark, 2010.
- [28] CEESA, Coherent Energy and Environmental System Analysis, rapport fra projekt koordineret af Aalborg Universitet, 2011. [www.ceesa.dk](http://www.ceesa.dk)
- [29] Mez L., Thomas S. and Schneider M. (editors), Energy Policy and Nuclear Power, *Energy and Environment* **17**, nr. 3, 2006.
- [30] Meyer N.I. og Mez L., En renaissance for kernekraft?, Politikens kronik, København, Danmark, 16. november 2010.
- [31] Stager C, Deep Future, udgivet af Thomas Dunne Books/St. Martin's Press, New York, USA, 2011.



Niels I. Meyer er professor emeritus ved Danmarks Tekniske Universitet. Han har i halvtredserne og tredserne arbejdet med faststoffysik, men siden 1972 har hans arbejde været koncentreret om energi og miljø med henblik på skabelsen af en bæredygtig udvikling.