

**Håndtering af usikkerhed og betydningen af innovationer i
klimaproblematikken:
Med udgangspunkt i Stern rapporten**

Urs Steiner Brandt

Juni 2008

Alle rettigheder forbeholdes instituttet (IME). Mekanisk eller fotografisk gengivelse af dette WORKING PAPER eller dele heraf er uden instituttets skriftlige samtykke forbudt ifølge gældende lov om ophavsret. Undtaget heraf er uddrag til anmeldelser.

© Syddansk Universitet, Esbjerg og forfatteren, 2008

Redaktør: Eva Roth

Institut for Miljø- og Erhvervsøkonomi
IME WORKING PAPER 78/08

ISSN 1399-3224

Urs Steiner Brandt
Institut for Miljø- og Erhvervsøkonomi
Syddansk Universitet, Esbjerg
Niels Bohrs Vej 9-10
6700 Esbjerg
Tel.: 6550 4184
Fax: 6550 1091
E-mail: usb@sam.sdu.dk

Resumé

Denne note tager udgangspunkt i Stern Review. Rapporten er på ca. 700 sider, og jeg vil ikke kunne gennemgå alt i denne. Fokus bliver lagt på især to områder, for det første den beslutningsteoretiske diskussion, og hvordan den iboende usikkerhed anvendes. For det andet hvilken betydning innovation og udvikling af ny teknologi har for at håndtere klimaproblematikken. Det bliver dermed gennem disse metodologiske briller, jeg vil analysere rapporten og perspektivere dens hovedbudskab og den kritik, den har mødt. Endelig vil denne note forsøge at indplacere rapporten i den strøm af vidnesbyrd, konklusioner på baggrund af disse vidnesbyrd, partsindlæg, policy anbefalinger som næsten dagligt fremkommer vedrørende klimaspørgsmål.

En stor tak til Eva Roth for en kritisk gennemgang af artiklen. En tidligere version er blevet præsenteret ved en temauge for miljøplanlægningsstuderende på Syddansk Universitet, Campus Esbjerg.

1. Indledning

Stern rapporten fik megen presseomtale, og blev generelt mødt med stor bevågenhed, da den blev offentliggjort. Med udgangspunkt i Stern rapporten vil denne note gennemgå betydningen af forskellige måder at håndtere usikkerhed på og derefter diskutere, igen med udgangspunktet i Stern rapporten, udsagnene om, at hvis vi skal kunne mindske problemerne ved klimaændringer, skal der en massiv investering i udvikling og implementering af renere teknologier, både i forhold til energiproduktion og trafik. De to emmer vil være hovedtemaet for denne note.

Analyser af problemet om klimaændringer nødvendiggør en interdisciplinær tilgang, og forståelse af problemet og angivelse af løsninger kræver indsigt fra flere forskellige fagdiscipliner. Dette viser citat fra kapitel 13 (side 285):

“Science reveals the nature of the dangers and provides the foundations for the technologies that can enable the world to avoid them. Economics offers a framework that can help policymakers decide how much action to take, and with what policy instruments. It can also help people understand the issues and form views about both appropriate behaviour and policies. The scientific and economic framework provides a structure for the discussions necessary to get to grips with the global challenge and guidance in setting rational and consistent national and international policies.”

Hovedvægten i gennemgangen vil dog blive ud fra en økonomisk synsvinkel, og der vil blive lagt vægt på følgende 5 områder:

- 1) Den politiske virkelighed, i hvilken denne rapport bliver publiceret
- 2) Den komplekse problemstilling at planlægge klimapolitikker
- 3) Teknologiuudvikling
- 4) Beslutningstagernes håndtering af usikkerheden, der er tilstede i klimaproblematikken

5) Problematikken vedrørende diskonterings betydning for resultater og strategier

Jeg starter dog ud med en kort gennemgang af rapportens sammendrag.

1.1. Hovedkonklusionerne i rapporten

Hovedkonklusionen er: "The benefits of strong, early action on climate change outweigh the costs."

Videre angives, at det videnskabelige vidnesbyrd nu er så overbevisende, at klimaændringerne fremstår som en alvorlig global trussel, og derfor kræver et omgående globalt svar. Klimaændringer repræsenterer en enestående udfordring for økonomierne: det er den største og mest omfattende markedsfejl nogensinde. Responsen kræver vidtrækkende internationalt samarbejde indenfor mange områder, men især:

- Skabelse af prissignaler og markeder for CO₂
- ansporing af forskning i, og udvikling og udbredelse af renere teknologi
- understøtte tilpasning, især i udviklingslande

Den økonomiske analyse skal derfor være global, kunne håndtere lange tidshorisonter, være centreret om begreberne usikkerhed og risiko og undersøge mulighederne for store, ikke-marginale ændringer.

Hvad vi gør nu, har kun en begrænset effekt på klimaet i de næste 40 til 50 år. Dog konkluderes, at hvad vi vælger at gøre inden for de næste 10 til 20 år kan have dybdegående effekt på klimaet i den anden halvdel af dette århundrede og i det næste århundrede.

Ingen kan forudsige konsekvensen af de fremtidige klimaændringer med sikkerhed, men vi ved nok til at forstå de risici vi står overfor. At foretage betydelige handlinger for at reducere udledningerne, såkaldte afværgeforanstaltninger,

skal ses som en investeringsomkostning, der skal betales for nu og i nogle få fremtidige årtier, for at imødegå risikoen af meget alvorlige konsekvenser i fremtiden. Hvis disse investeringer gøres tilpas fornuftigt, vil omkostningerne være håndterbare, og der vil fremkomme en bred vifte af muligheder for vækst og udvikling i løbet af processen. For at dette kommer til at virke tilfredsstillende, skal politikerne fremme sande markedssignaler, løse markedsfejl, og fokusere på lighed og afdække risici. Dette er den konceptuelle ramme som denne rapport bygger på.

1.2. Hvad andre mener om rapporten

Den 10. februar 2007 kl. 16:03 på P1, blev rapporten diskuteret. Dette var oplægget:

”Klimaforandringerne er over os. Når vi kigger ud af vinduet, ser vi en vinter, som er mildere end nogen dansk vinter, vi kan mindes. Forskerne har i årtier fortalt os, at vi er ved at udføre et enormt ukontrolleret eksperiment med vejrsystemet på vores planet. Og med den seneste udgivelse fra FN's klimapanel (det såkaldte:”Intergovernmental Panel on Climate Change”, forkortet IPCC) understreges det, at klimaet virkelig er i forandring på grund af vores udledninger af CO₂. Alligevel hører vi gang på gang, at der er usikkerheder i deres forudsigelser. Hvordan kan det være sikkert og usikkert på samme tid. Hvad er det, de mener at vide og hvad mener de blot at tro?

Gigantiske økonomiske tab bliver konsekvensen hvis vi venter med at handle i forhold til klimaforandringerne. Det sammenlignes med en global økonomisk recession så slem som den store depression.

Det er tidligere verdensbankøkonom, nu regeringsrådgiver, Sir Nicolas Stern, der står bag den 700 sider store rapport, som jf. BBC har regnet ud, at klimaforandringerne vil koste 20 procent af den

globale økonomiske vækst = 6,98 trillioner US-dollars, hvis vi venter med at gøre nok. Den omkostning mindskes til 1 procent af BNP, hvis vi går i gang nu.”

Før vi går videre med analyserne, kan det være interessant kort at diskutere rapportens indplacering i forhold til det videnskabelige og politiske rum.

I Stern rapporten angives at (executive summery, side 1):

“This independent Review was commissioned by the Chancellor of the Exchequer, reporting to both the Chancellor and to the Prime Minister, as a contribution to assessing the evidence and building understanding of the economics of climate change.”

Der må dog bemærkes, at rapporten ikke selv foretager egentlige beregninger modsat hvad IPCC rapportererne gør, men rapporterer andres arbejder. En metode er videnskabelig acceptabel, hvis den giver et afbalanceret billede af, og en kritisk vurdering af tilgængelige og væsentlige resultater. Udvælgelsen af ”kildemateriale” angives af f.eks. Tol (2006), som selv har en stor publikation inden for området med vurdering af skadesomkostningerne, som selektivt og som understøttende en forudfattet hypotese (se nedenfor). Konklusionerne passer, ifølge Tol, godt sammen med Blairs ønske om at skabe en stærk Britisk klimaoffensiv, og det er også Blair regeringen, der har bestilt rapporten. Sidstnævnte indikerer, igen ifølge Tol, en vis afhængighed mellem en politik målsætning og konklusionerne i rapporten.

Rapporten er blevet mødt med to typer kritik. Den ene tager udgangspunkt i en vurdering af de anvendte metoder, og de konklusioner, der drages i rapporten. Denne vurdering er videnskabelig velbegrundet og kommer fra personer med faglig indsigt i emnet. En anden type kritik kommer fra personer med typisk politiske dagsordner, der ikke passer med rapportens konklusioner. (Modstandere af indgreb mod udledninger).

Et eksempel på førstnævnte kommer fra Tol (2006, citat fra side 4):

”In sum, the Stern Review is very selective in the studies it quotes on the impacts of climate change. The selection bias is not random, but emphasizes the most pessimistic studies. The discount rate used is lower than the official recommendations by HM Treasury. Results are occasionally misinterpreted. The report claims that a cost-benefit analysis was done, but none was carried out. The Stern Review can therefore be dismissed as alarmist and incompetent. This is not to say that climate change is not a problem, nor that greenhouse gas emissions should not be reduced. There are sound arguments for emission reduction. However, unsound analyses like the Stern Review only provide fodder for those skeptical of climate change and climate policy.”

På den anden side giver rapporten et andet syn på problemstillingen end IPCC rapporterne gør, idet Stern rapporten ud fra økonomisk teori analyserer problemet som beslutningstagning under usikkerhed, og anvender den økonomiske logik angående risiko, investeringer og forsikringer, som mangler i IPCC rapporter.

Et forsvar for Stern rapporten kommer fra Aaheim (2007). Han argumenterer for, at Stern rapporten medinddrager nyere forskning, som angiver at klimasystemet er mere følsomt end hidtil antaget. (Se nedenfor, eksempel 2 og 3). Endvidere lægges der vægt på, at skaderne ved “naturulykker” kan blive betydelige og ramme hårdt, især i fattige lande. Følgende 3 citater giver en god opsummering af Aaheims argumentation. (Alle tre citater er oversat fra norsk).

“Naturkatastrofer har været stedmoderligt behandlet tidligere fordi det er vanskeligt at forudsige hvor store omkostningerne sådanne ulykker medfører”. (Citat side 1).

“Omkostningerne ved klimaændringer ved vi meget lidt om. Der er muligt at Stern rapporten har lagt størst vægt på studier, som viser høje omkostninger, men begrundelsen kan være, at klimaændringerne ventes at blive større end tidligere antaget. Det er også usikkert hvor meget tilpasningen vil reducere virkningerne fra klimaændringerne. Med de økonomiske værktøjer, som tages i brug til sådanne studier, ser man bort fra vanskelighederne ved at tilpasse sig. Når sneen udebliver fra et vintersportssted, er det ikke bare at tage hotellet under armen og de ansatte i rygsækken og starte på ny på en solbeskinnet strand, sådan som modellerne egentligt forudsætter. Og når naturkatastroferne sker, er omkostningerne vanligvis mere omfattende end det der fremgår af forsikringsudbetalingerne”. (Citat side 2).

Stern rapporten adskiller sig fra mere traditionelle studier ved at hævde, at det kan betale sig at med kraftige reduktioner i dag, mens de andre studier mener at vi endnu har nogle år at give af. Men også folkene bag Stern rapporten skønner at det vil tage tid at få gennemført dette. Det som er vigtigt nu er at forstå, er, at det *skal* gøres. Det har de traditionelle økonomiske analyser ikke formidlet tilfredsstillende, men det har Stern rapporten”. (Citat side 3).

Derfor indeholder rapporten også gode, mest teoretiske afsnit angående håndteringen af klimaproblemstillingen. Og der er derfor denne note fokuserer på de økonomisk og beslutningsteoretiske afsnit i rapporten.

1.3. Indplacering af rapporten

Startskudet til at løfte klimaproblematikken over i den politiske arena var offentliggørelsen af Brundtland rapporten i 1987. Relativt hurtigt herefter blev IPCC grundlagt og den første rapport færdiggjort. Denne rapport lagde grunden til, at der ved Rio konferencen i 1992 blev enighed blandt 156 lande om FCCC (FNs rammekonvention om klimaændringer), som indeholdt en hensigts-erklæring om at stabilisere udledningen af drivhusgasser. Hovedideen med en sådan rammeaftale var at have en institution, hvis en egentlig protokol med bindende krav til landene blev nødvendig. Dette set-up var inspireret af de

succesfulde forhandlinger om udfasning af de ozonlagsnedbrydende stoffer, som i 1987 mundede ud i Montreal protokollen, som forpligtede landene til kraftige reduktioner af CFC-gasser.

Denne periode var præget af en positiv stemning blandt miljøforkæmpere, NGOere, politikere med ambitioner om en stærkere international indsats mod klimaændringer. Fornemmelsen var, at det var muligt at lave en aftale på klimaområdet, der ville gøre en forskel. Denne tro var blandt andet blevet skabt af succesen med Montreal protokollen. Samtidig var der, i hvert fald hos flertallet af befolkningen i Europa, en stor bevidsthed om miljø- og miljøproblemer, her i blandt klimaspørgsmålet. Alt dette fik en videnskabelig basis, da den første IPCC rapport blev fremlagt, og som videregav en videnskabelig funderet bekymring. Som bekendt udmøntede bestræbelserne sig i Kyoto protokollen, som i slutningen af 1997 stipulerede en 5% reduktion i udledningen af drivhusgasser i perioden 1990 til 2008-2012 for 38 industrialiserede lande. Forhandlingerne op til Kyoto var dog præget af uenighed især mellem USA og EU (Brandt og Svendsen 2002). Ifølge Bolin (2004) bar forhandlinger i Kyoto præg af, at landene beskyttede deres egeninteresse og deres fremtidige forhandlingspositioner, og stemningen af en global bevidsthed var forsvundet. Årsagen var blandt andet, at det gik op for regeringerne, at omkostningerne ved reduktionen kunne blive voldsomme, og langt overstige omkostningerne ved udfasningen af CFC-gasserne.¹

Efter Kyoto aftalen og med den efterfølgende fastlåste politiske situation især efter COP-6² mødet i Den Haag, 2000, hvor USA valgte at forlade Kyoto aftalen, bredte mismodet sig, samtidig med at andre politiske emner (måske især terrortruslen, efter 9/11) fyldte mere i folks bevidsthed.

1 Der er en del analytikere, der har angivet, at designet af Kyoto protokollen, med dens parallel til Montreal protokollen, især med faste reduktionsmål, har været medvirkende til Kyoto protokollens fiasko. Se f.eks. Barrett (2003).

2 Den sjette partskonference under FCCC, som blev afholdt i Den Haag, i november 2000, hvor mange af detaljerne i Kyoto protokollen skulle forhandles færdig.

En række ikke relaterede ekstreme vejrhændelser rundt om på jorden (som f.eks. stormen Katrina i USA, ekstremt varme somre men også oversvømmelser i Europa) sammenholdt med stadig flere synlige vidnesbyrd om at klimaændringerne er reelle, og som er kløgtigt gengivet i Al Gores: En ubekvem sandhed (Al Gore, 2006), har skabt en ny bevidsthed om klimatruslen. Men modsat Al Gore, er Stern rapporten mere teoretisk, og mindre "Hollywoodsk". Konklusionerne er dog på linje med Al Gore, men i forhold til IPCC, angiver Stern rapporten at der skal handles hurtigere og stærkere, end man må formode man ville gøre givet IPCC rapporter (IPCC, 2001 og IPCC, 2007).

Rapporten falder dermed godt i tråd med den nye bevidsthed om klimaændringer, der er opstået i løbet af det sidste års tid, men også med nyere forskning, der angiver, at klimaet muligvis er mere følsomt end hidtil antaget.

2. Klimaproblemet og medievirkeligheden

2.1. Mediedækningen og videnskabeligheden

Det kan diskuteres, om rapporten kan opfattes som et partsindlæg eller en videnskabelig rapport, set f.eks. i forhold til IPCC rapporter, som må anses for videnskabelige rapporter, med de krav der stilles hertil.

Det kan generelt være svært at adskille, hvad der er et partsindlæg og hvad der er egentlige videnskabeligt underbyggede udsagn, om der er tale om fejlbehæftede udsagn eller decideret strategisk misinformation. Et eksempel herpå er følgende seks fremførte udsagn som har været offentliggjort i diverse medier:

Eksempel 1: Skrækscenariet

"Den virkelige fare er, at den form for global opvarmning, som vi oplever lige nu, udløser en pludselig afkøling, som får den globale gennemsnits-temperatur til at falde med 5°C på ti år. Det bratte temperaturfald og de ledsagende tørker vil ødelægge størstedelen af det landbrug, som for

øjeblikket holder liv i seks milliarder af os, og mindst 90 procent af menneskeheden vil dø af sult eller krig i løbet af et årti.”

Kilde: Gwynne Dyer, klumme i information, 9 juli 2003

Eksempel 2: Klimaet måske mere følsomt end hidtil antaget

”Den øvre grænse for hvor meget klimaet kan opvarmes på grund af øget drivhuseffekt er muligvis langt højere end hidtidige beregninger har angivet. Iskappen på det vestlige Antarktis er begyndt at bryde op. Hvis den kollapser, vil vandstanden i havene stige med mindst fem meter. Britiske forskeres opdagelse har vakt opsigt på den klimakonference, som i denne uge afholdes i Exeter i Storbritannien, men det er ikke den eneste alarmerende oplysning. I sidste uge offentliggjorde det britiske videnskabelige tidsskrift "Nature" klimastudier baseret på modeller fra det britiske meteorologiske Hadley-center. Det fortæller, at en fordobling af CO₂-mængden i atmosfæren kan føre til langt større opvarmning end hidtil antaget. Helt op til 10-11 grader celsius”.

Kilder, DMI (2005) og DR (2005)

Eksempel 3: Måske har IPCC undervurderet vandstandsstigningerne

Ifølge Eigil Kaas, professor med speciale i meteorologi, oceanografi og geodæsi på Niels Bohr Institutet, så angiver IPCC et noget konservativt skøn over vandstandsstigningerne. Ifølge paleoklimatologiske målinger, var der ved sidste mellemistid, der begyndte ca. 131.000 år siden og bestod af en varmeperiode på ca. 3.000-4.000 år - efterfulgt af en hurtig afkøling og derefter en gradvis afkøling som gik over i næste istid, en global gennemsnitstemperatur på 3-4 grader over nutidens temperatur, svarende til IPCC ”bedst guess” over temperaturen i 2100. Her var vandstanden 4-6 meter over i dag. Dette er foruroligende, idet dette indikerer, at der muligvis er noget, vi ikke forstår.

Interview i DR1. Januar 2007

Eksempel 4: Misinformation som strategi

”The voters believe that there is no consensus about global warming amongst scientists. Should the public believe that there were scientific consensus, there view upon global warming change likewise. Therefore you must continue to make the lack of scientific knowledge a central part in the debate”.

Fran Luntz, central rådgiver for det republikanske parti, the guardian, 04.03.03

Eksempel 5: Påvirkning af forskere

Forskere og økonomer bliver viftet om næsen med 10.000 dollar (over 57.000 kroner), hvis de vil træde offentligt frem og bestride den nye rapport fra FN's Klimapanel.

Løftet om penge stammer fra den konservative amerikanske tænketank American Enterprise Institute (AEI), som er delvist finansieret af olieselskabet ExxonMobil. AEI har i et brev til en stribe forskere har tilbudt penge, hvis de vil påpege mangler i IPCC rapporten. Forskerne bliver også lokket med, at rejser og andre udgifter vil blive dækket.

The Guardian 02.02.2007

Eksempel 6: TV-dokumentar sår tvivl om klimaforandringer

Dokumentarprogrammet, som Danmarks Radio sender i aften, anfægter 20 års forskning i menneskets ansvar for den globale opvarmning. Programmet, som ifølge Berlingske Tidende er ”et langt partsindlæg, der gør op med den etablerede sandhed om, at menneskets afbrænding af kul, olie og gas medfører katastrofale klimaændringer”, er lavet af instruktøren Lars Mortensen.

– Jeg har ikke postuleret objektivitet i min film. Jeg har opsøgt en række forskere, som jeg finder kompetente og vigtige i debatten. At de er skeptiske, synes jeg er forfriskende for en debat som hovedsageligt giver indtryk af, at mennesket styrer klimaet. Men det gør mennesket, undskyld mig, altså ikke endnu. Og IPCC kommer så rigeligt til orde, ikke mindst i dagspressen, siger Lars Mortensen til Berlingske Tidende.

Kilder: Information 01.12.2007, Berlingske Tidende 01.12.2004

2.2. *Hype vs. misinformation: kampen for den politiske agenda*

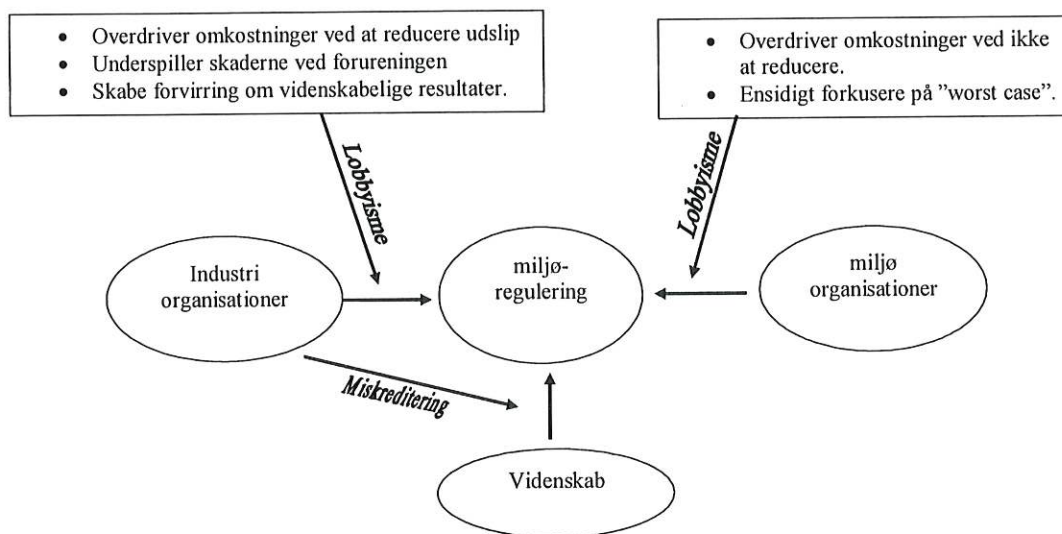
Debatten om klimaændringer har til tider været hård og uforsonlig, især mellem fortalere for akutte og kraftige indgreb mod vores fortsatte udledning af CO₂ udslip, og dem, der ikke ønsker nogen form for indgreb.

I flere bøger (f.eks. Dessau, 2006), beskrives, hvordan lobby aktivitet (især fra Global Climate Coalition)³ systematisk prøver at benægte eksistensen af klimaændringer. Sådanne udsagn blandes med ekspertudsagn, og det kan være svært at udrede de bagvedliggende dagordner. Den typiske argumentation har været, at udsagn om menneskets rolle i klimaændringer ikke er "bevist" videnskabeligt: "der findes ikke noget videnskabeligt grundlag". Miljøorganisationer beskyldes ofte for "klima-hype" for at fokusere ensidigt på usandsynlige scenarier, male skræmmebilleder, og tale om dommedag.

Interessegrupperinger forsøger at **udnytte usikkerheden** til at påvirke politikere til at ændre miljøreguleringen så denne tilgodeser gruppens egeninteresse. Nedenstående figur illustrerer nogle af de incitament og strategier, forskellige grupperinger står overfor og kan anvende.

3 The Global Climate Coalition was a group of mainly US businesses opposing immediate action to reduce greenhouse gas emissions. The group formed in 1989 as a response to several reports from the IPCC, Kilde, Wikipedia.

Figur 1. Skitse af den politiske beslutningsproces⁴



På den måde skal beslutningstagning ses som et kompliceret spil (samspil og modspil) mellem interessenter, den offentlige mening og beslutningstagerne.

Konklusionen er, at uanset hvilke indgreb der foretages, vil det være behæftet med store omkostninger. Men hvem, der skal bære hovedparten af omkostningerne, afhænger af hvilke tiltag der vælges. Derfor er der også meget på spil. Hvem der skal bære byrderne, er et politisk spørgsmål, og dette valg forsøges ganske naturligt påvirket af alle de grupperinger, der har del i de potentielle gevinster og omkostninger ved forskellige tiltag. Hvem af disse grupper har deres egen agenda. Som en almindelig person er det umådeligt svært at forholde sig til den informationsstrøm, der dagligt rammer os.

4 Alle figurer uden kildeangivelse er forfatterens egne.

3. Hvad er usikkerhed og hvad er usikkert

3.1. *Betragtninger om usikkerhed i miljøproblemer*

Det vil være på sin plads at diskutere, hvad der egentligt menes med usikkerhed. Nedenfor angives en mulig klassifikation af usikkerhed og relationen til klimaændringer.

Kompleksitet: Vanskeligheden i at identificere og kvantificere årsagssammenhænge mellem potentielle forårsagende medier (agenter) og den specifikke observerede effekt. Vanskeligheden kan føres tilbage til interaktion mellem agenter (synergier og antagonismer), lang tidsmæssig adskillelse mellem årsag og virkning, variationer mellem individer, intervenerende variable, og andet.

Usikkerhed: Ofte forårsaget af utilstrækkelig reduktion af kompleksiteten i modelleringen af årsag-virkningskæder. Det er essentielt at anmærke/ bemærke, at i en risiko vurderingskontekst, at menneskets viden altid er ufuldstændig og selektiv, og dermed bygger på usikre antagelser, vurderinger og forudsigelser.

F.eks. kan usikkerheden stamme fra

- Systematiske eller stokastiske fejl i modellering
- Effekter der ikke kan bestemmes a priori (stokastiske eller kaotiske elementer i klimaet)
- Systemgrænser (usikkerhed, som stammer fra begrænsede modeller and behovet for at fokusere på en begrænset mængde variable og parameter)
- Uvidenhed (usikkerhed, der stammer fra manglende viden)

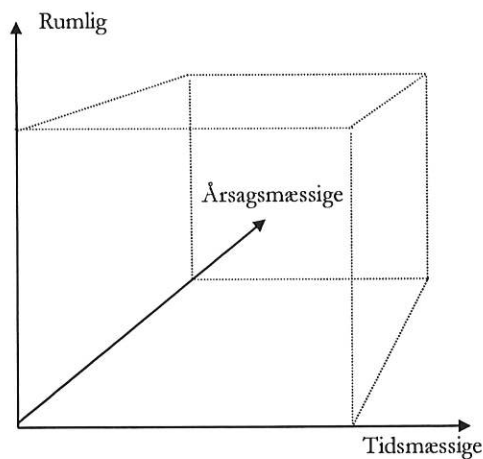
En anden måde at sammenholde usikkerhed og kompleksitet, er følgende, ved at lade usikkerheden strække sig ud i 3 dimensioner:

- Den rumlige dimension
- Den årsagsmæssige dimension
- Den tidsmæssige dimension

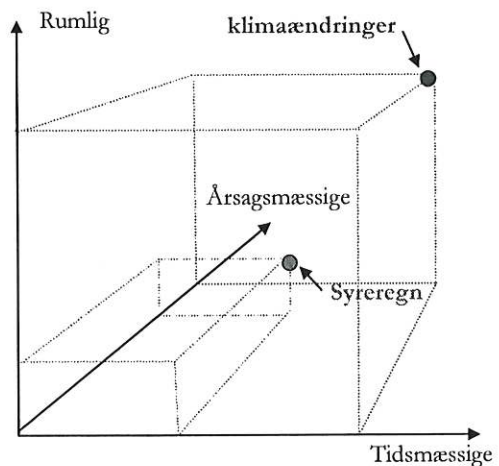
I den rumlige dimension vil usikkerheden vokse fra lokale over regionale til globale problemer, i den tidsmæssige vil usikkerheden vokse i forhold til den tidsmæssige afstand mellem initial årsag og afsluttede virkning. I den årsagsmæssige dimension vil usikkerheden vokse med antallet af og størrelsen af årsag-virkningskæder.

Problemet med klimaændringer har maksimal udstrækning i alle tre dimensioner, mens f. eks problemet med syreregn har en mindre udstrækning i alle tre dimensioner. Problematikken med klimaændringerne har dermed en maksimal kompleksitet. (Hvilket gør det ekstra svært at løse), som det fremgår af figurerne 2a og 2b.

Figur 2a. Miljøproblemers kompleksitet



Figur 2b. Sammenligning af to væsentlige Miljøproblemers topologi



Kilde: Egne figurer.

Det hævdes, at det bedste svar på usikkerhed er øget forskning. Det skal bemærkes, at ikke alle disse usikkerheder nødvendigvis fjernes over tid eller ved forøget forskning. Generelt set kan ny forskning resultere i 3 typer ny viden.

For det første, understøtte hidtidige resultater, dvs., reducerer usikkerheden kvalitativt, for det andet, falsificere hidtidige resultater, dvs., forøge usikkerheden kvalitativt og endelig, afsløre nye sammenhænge, dvs., forøge usikkerheden kvantitativt. (Dog vil der ud fra et beslutningsteoretisk synspunkt altid gælde, at mere information giver et bedre beslutningsgrundlag). Derudover er der også "ægte" usikkerhed, dvs., stokastiske processer, hvis udfald ikke kan forudsiges, og kompleksitet, der er så stor, at vi aldrig vil kunne modelleres den tilfredsstillende. I så fald bør man også acceptere dette, og indarbejde usikkerhederne i beslutningsprocesserne.

3.2. Men hvad er egentligt usikkert?

Der er ikke mere usikkerhed om, hvorvidt klimaændringer foregår, og at det helt eller delvist skyldes menneskelig aktivitet, og at fremtidens klima ændres hurtigt. Den grundlæggende naturvidenskabelige mekanisme er, indstråling af energi fra solen opvarmer jorden, og varmen udstråles som infrarød stråling, der stråles tilbage af drivhusgasserne. For en forøget mængde af drivhusgasser i atmosfæren vil der opstå en ny ligevægt (mellem indstråling og udstråling af energi på til og fra jorden) med en varmere global gennemsnitstemperatur.⁵

Der findes dog ikke på samme måde en samfundsvidenskabelig sandhed. F.eks. spørgsmålet om værdien (negative) af at isbjørnen uddør. Der findes ingen sandhed her angående betydning, andet end den vi mennesker tillægger det.⁶

Det er derimod tvivl om, hvorvidt det allerede observerede temperaturstigning fuldt ud kan henføres til udledning af menneskeskabt DHG, eller også kan tilskrives naturlige variationer i klimaet, eller andre effekter, som f.eks. solaktiviteten.⁷

5 På grund af især at verdenshavene langsomme opvarmning, vil selv en stabilisering af CO₂ indholdet i atmosfæren medfører temperaturstigning i mange årtier.

6 Samfundsøkonomien kan dog anviser konsistente metoder til en værdifastsættelse.

7 Højere solaktivitet medfører større solstråling, der reducerer kosmisk stråling. Mindre kosmisk stråling, færre skyer og højere global temperatur. Så den pt. høje solaktivitet medfører også

4. Teorien om klimaændinger ud fra miljøøkonomisk teori

Væsentlige parameter, der skal estimeres for at lave en økonomisk vurdering, omfatter:

- Vurdering af omkostninger ved udslipsreduktioner
- Vurderingen af skadesomkostninger ved forøget DHG i atmosfæren for forskellige scenarier
- Teknologiudviklingen og substitutionsmuligheder
- Muligheden for at frembringe udledningsreducerende (eller udledningsfrie) substitutter
- Muligheden for at disse alternativer er konkurrencedygtige
- Ikke politisk styret tilpasning

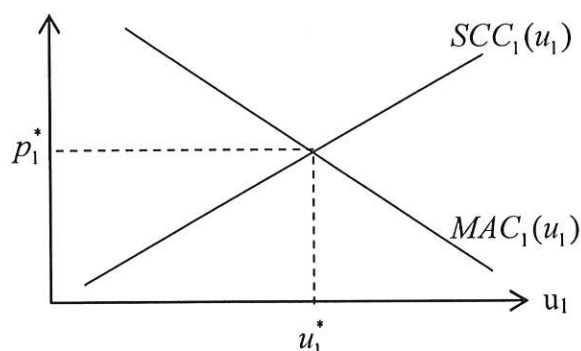
Det sidste punkt indeholder effekten af at der sker en tilpasning, f.eks. at folk flytter fra områder, hvor vandet stiger, eller at landbruget omlægger afgrøder osv. Det vil sige at omkostningerne må formodes at falde af denne grund, selv hvis klimapåvirkningen er uforandret.

4.1 *Teorien om klimacændinger ud fra miljøøkonomisk teori*

Men lad os tage udgangspunkt i det klassiske statiske billede for udledning af det optimale forureningsniveau.

globale temperaturstigninger. Det kan være svært lave en præcis spektralanalyse for at adskille de enkelte signaler.

Figur 3. Det optimale statiske forureningsniveau



Lad u_1 være udledningen i periode 1, mens $MAC_1(u_1)$ angiver de marginale reduktionsomkostninger for at nå et udledningsniveau på u_1 (målt i forhold til den situation, hvor ingen reduktion foretages). $SCC_1(u_1)$ angiver de marginale samfundsmæssige omkostninger ved udledningen. Figur 3 angiver den statiske version af et klassisk eksternalitetsproblem. Samfundsøkonomisk optimalt emissions niveau, hvor marginale sociale omkostninger (= marginale skadesomkostninger) ved udledning af CO_2 er lig med de marginale reduktionsomkostninger.

Men vi har at gøre med en "stock pollutant", medfører det, at SCC er summen af alle skader, nu og i fremtiden, af nutidig udledning. (Typisk med en henfaldsrate).⁸ Dette betyder, at udledningen i dag, medfører skader i en lang fremtid (her i en udiskonteret version):

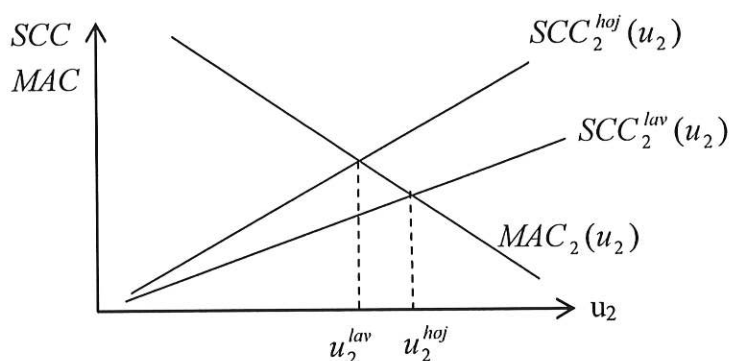
$$SCC_1(u_1) = \sum_{t=1}^{\infty} SCC_t(u_1)$$

Allerede med 2 perioder er billedet dermed mere kompliceret. Antag der er to mulige SCC kurver i periode 2, en høj og en lav. Af ovenstående kan

8 Udslip af drivhusgasser akkumuleres i atmosfæren. CO_2 udledning af fossile brændstoffer er blevet akkumuleret i undergrunden i millioner af år. Udslippet optages dog (netto) af havene og planter, men vil i princippet først være trukket ud af denne "let omsættelige" tilstand, når (hvis) den igen lagres, hvilket kan tage millioner af år. Dog kan mennesket hjælpe til her, ved f.eks. at lagre CO_2 i undergrunden (hvis der ikke sker udsivning på lang sigt), og skovrejsning.

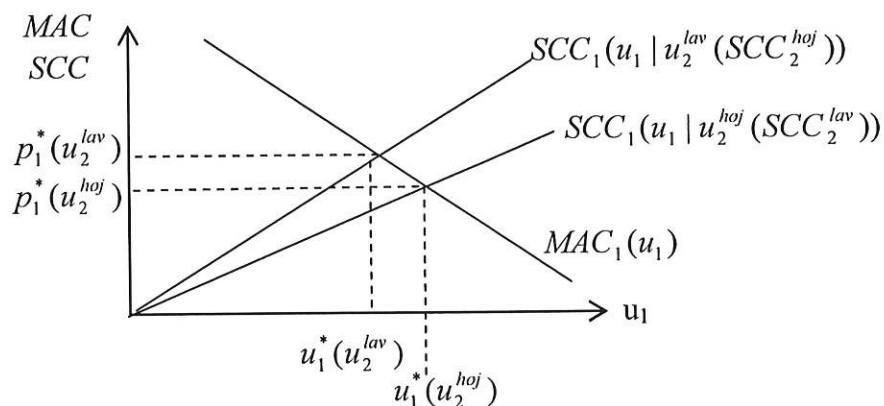
umiddelbart ses, at for samme udledning i periode 2, så vil de marginale skader af udledningen i periode 1 vokse, når SCC i periode vokser, hvilket, kombineret med logikken fra figur 3 medfører, at 1. periode udledningen bør reduceres. Men der er også en anden effekt: der vil i eksemplet med to mulige SCC kurver i periode 2, også være to optimale udledningsniveauer i periode 2, som det fremgår af figur 4.

Figur 4. To mulige SCC kurver i periode 2



Problemet er, at SCC i periode 1 afhænger også af u_2^* . Jo større udledning i periode 2, jo større bliver SCC_1 for samme udledning i periode 1. (Årsagen er, at marginal social omkostninger af udledningen vokser, jo større den samlede emission: en ekstra enhed udledt i periode 1 skader mere, når der udledes mere i periode 2), som det fremgår af figur 5.

Figur 5. Den komplekse intertemporale sammenhæng



Dette spiller så også ind på 2. periode, idet SCC_2 også er afhængig af 1. periode udslip, da der jo er tale om en "stock" eksternalitet.

Dette eksempel vedrører kun 2 perioder, men i virkeligheden er klimaproblemet, som allerede beskrevet, et problem, der strækker sig hundredevis af år ud i fremtiden. Vi kan dog udlede følgende generelle og relevante konklusioner:

Optimalt udledningsniveau i en periode er dermed afhængig af:

- Fremtidige marginale skadesomkostninger
- Fremtidige marginale reduktionsomkostninger inklusive fremtidig teknologiudvikling

Da disse er nødvendige for at kunne udlede stien for fremtidig optimal udledning.

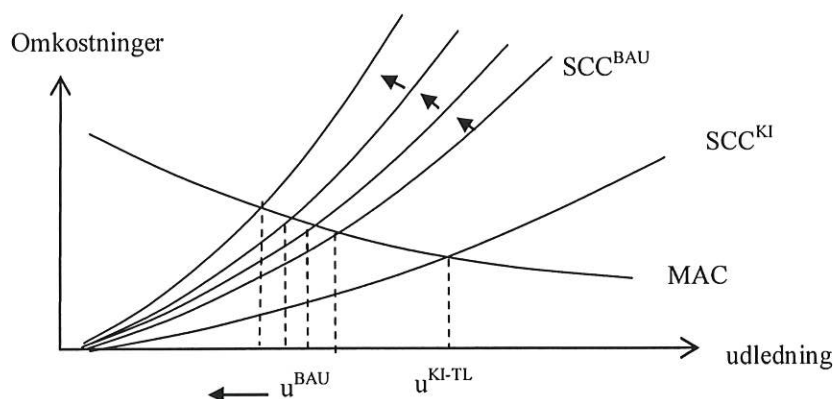
Det er jo også derfor, at IPCC anvender en række socioøkonomiske scenarier og betinger resultaterne på disse, da man ikke kan vide, hvilken retning de relevante sociale og økonomiske parametre bevæger sig.

Anvendes denne tankegang, så kan vi analysere forskellige problemstillinger. F.eks. kan vi analysere den fremtidige udvikling i reduktioner, givet forskellige politikker anvendes:

1. Kraftig indsats mod udledning her og nu (KI-strategi)
2. En vent og se holdning (BAU-strategi)

Givet den første strategi, så vil dette begrænse væksten i SCC-kurven over tid, og dermed vil der ske en stabilisering af udslip i fremtiden med en relativ konstant skyggepris på CO_2 i fremtiden.

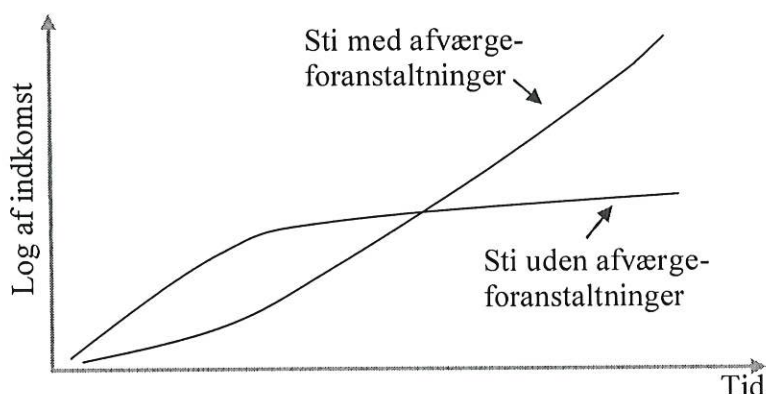
Figur 6. Udvikling af fremtidig optimalt reduktionsniveau som følge af nutidig strategi



Givet den anden strategi, så vil SCC kurven vokse eksplosivt i fremtiden, og dermed optimalt set påtvinge udlejerne drastiske reduktioner i fremtiden, som det er angivet i figur 6 og figur 7.

Men dette er dog ikke hele historien, da den formodede drastiske stigning i skyggeprisen sikkert også vil påvirke teknologiudviklingen i fremtiden, som yderligere komplicerer analysen. Især under BAU vil incitamentene til teknologiudvikling være større end under KI, medmindre der er større usikkerhed om fremtidig klimatiltag under BAU end under KI. (Se også afsnit 5).

Figur 7. Forskellige stier for fremtidige reduktioner



Meningen med denne gennemgang har været at vise den kompleksitet, en økonomisk analyse af klimaproblematikken skal forholde sig til. I de næste to afsnit går i dybden med to områder, der har særlig interesse for klimapolitikken, nemlig spørgsmålet om teknologiudviklingen og håndteringen af usikkerheden.

5. Teknologiudvikling

I rapportens kapitel 16 angives som hovedkonklusion, at hvis det ultimative mål er at stabilisere CO₂e indholdet i atmosfæren (på et niveau omkring 550ppm), vil et sådant stabiliseringsmål formodentligt kræve en reduktion på op til 60-80% af det nuværende udslip.⁹ For at dette kan realiseres, kræves der massive investeringer og implementering af nye, renere teknologier på områder el-produktion og el-forbrug og transport.

“Effective action on the scale required to tackle climate change requires a widespread shift to new or improved technology in key sectors such as power generation, transport and energy use. Technological progress can also help reduce emissions from

⁹ CO₂e: CO₂ ekvivalenter, hvor alle drivhusgassers drivhuspotentielle (dvs., hvor meget de bidrager til opvarmning i forhold til CO₂ for samme mængde og deres levetid i atmosfæren) omregnes til hvor meget CO₂ der udledes.

agriculture and other sources and improve adaptation capacity”, (side 347).

Rapporten anbefaler, at det er den private sektor, der spiller hovedrollen i R&D og teknologi udbredelsen, mens et tættere samarbejde mellem regeringer og industri yderligere vil stimulere udviklingen af en bred vifte af ”low carbon technologies” og reducere omkostningerne. Endvidere skal det offentlige skattepolitik designes, så de eksterne omkostninger beskattes (såkaldt carbon pricing), og regeringer skal sikre troværdige og langsigtede internationale aftaler om klimapolitik.

Rapporten argumenterer dog for, at dette ikke er nok. Den generelle konklusion i rapporten er, at teknologiudvikling indeholder væsentlige usikkerheder, såkaldte ”learning curve” effekterne materialiserer sig kun langsomt, og den potentielle profitabilitet for nye teknologier afhænger af tilstedeværelsen af netværks-eksternalitetseffekter. Derudover er teknologiudvikling et offentligt gode med de komplikationer, dette medfører. (Se definitionen på offentligt gode på side 23). Hvis udvikling af ny renere teknologi gøres til et privat gode, f.eks. ved hjælp af patentrettigheder, så vil det hæmme udviklingen og patenteres der ikke, vil ressourcer til udvikling blive underudbudt. En af hovedkonklusionerne er at sætte priserne rigtig (f.eks. at prissætte eksternaliteter) vil ikke være nok, og støtte i den tidlige fase (forskning) vil være nødvendig.

5.1. Innovation, definition

Innovation er den succesfulde udnyttelse af ideer. Miljømæssige innovationer kan defineres som innovationer, der indgår i miljømæssige teknologier eller processer, som enten kan kontrollere udledningen af forurenede stoffer, eller ændre produktionsprocesserne med det formål at reducere eller forhindre udslip. Disse teknologier har den særlige egenskab, at de helt eller delvist bevarer/beskytter miljøet, og dermed har kendetegn som et offentlige gode. Innovation er central for reduktion af teknologiers omkostninger. Ifølge rapporten er en bedre forståelse af denne komplekse proces nødvendig for at

udvikle politikker, som vil opmuntre virksomheder til at levere fremtidens lav-emissions teknologier.

Freeman (1992) identificerer fire typer af innovation i relation til teknologisk udvikling:

- Forbedring af eksisterende teknologier (incremental innovation): Omfatter den kontinuerlige forbedring af eksisterende teknologier (f.eks. højere effektivitet af kulfyrede kraftværker)
- Radikale innovationer: Nye "udviklinger", som kan føre til signifikante afvigelser fra tidligere produktionsmetoder (f.eks. hybrid biler)
- Ændringer i teknologiske systemer: Beskriver situationer, hvor en klynge af radikale innovationer influerer på flere brancher i en økonomi (f.eks. lav emissions økonomi)
- Ændring i det "teknologisk-økonomiske" paradigme: Situation, hvor en ny teknologi påvirker alle andre brancher i økonomien (f.eks. internettet)

Der må næsten nødvendigvis gælde, at hvis det ovenstående ambitiøse reduktionsmål skal nås, så kræver det innovationer på alle disse niveauer.

Udviklingen af nye teknologier, kan opfattes som en proces, hvor den rette betegnelse burde være R&D&D&D for research, development, demonstration and diffusion (deployment).

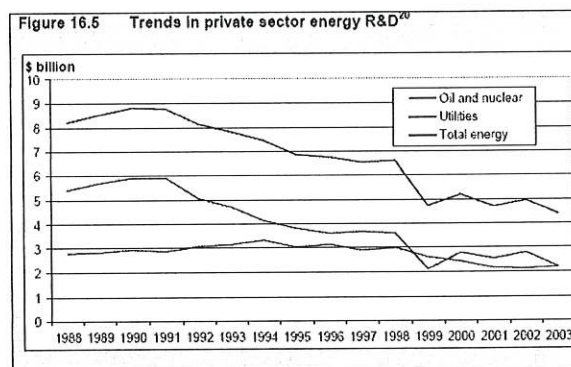
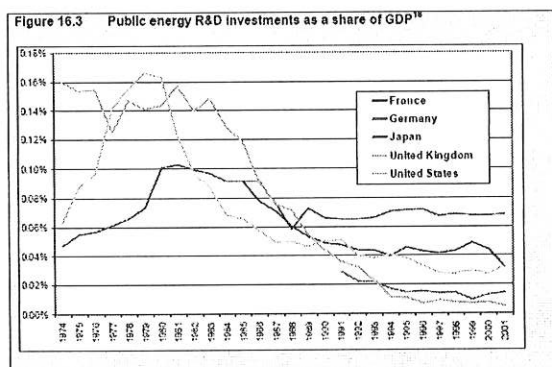
- Research: for den grundlæggende forskning, udvikling af ideer
- Development: fra ide til skabelse af et produkt
- Demonstration: omfatter præsentation af produkt, prøveanvendelser i mindre skala
- Diffusion (deployment): spredning i markedet og voksende markedsandel

Rapportens kapitel 16 beskæftiger sig mest med sidstnævnte, nemlig spredningen i markedet, og diskuterer også vigtigheden og nødvendigheden af offentlig indgriben og støtte i innovations-processen.

5.2. Problemerne ved udvikling af ny teknologi

Figur 8 er en kopi af figur 16.3 og figur 16.4 i Stern review, som viser udviklingen i den offentlige og den private investering i sektoren. Figureerne viser en faldende investeringstendens for investeringerne over de sidste 20-25 år.

Figur 8. Udvikling i den offentlige og private investering i R&D i energisektoren



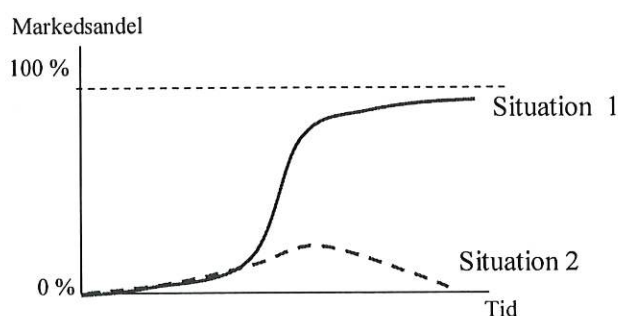
Kilde: Stern rapport, kopi af figurene 16.3 og 16.4 i Stern review.

Rapporten oplister en række årsager til, at der historisk er observeret et lavt og faldende niveau af R&D i energisektoren:

- 1) "Læringsprocesser" i sektoren er vigtige, men er langsomme
- 2) Manglen på niche markeder (homogene produkter)
- 3) Manglen på konkurrence, og i en højt reguleret omgivelser, med risiko aversion
- 4) Udviklingen er kontinuerlig og reducerer "the potential benefits of intellectual property rights"
- 5) Barrierer fra Infrastrukturen
- 6) Markedsforvridninger, subsidier for fossile brændsler

Generelt gælder, at det private afkast af R&D i energi sektoren er relative lav. Figur 9 nedenfor viser den typiske udvikling af markedsandelen for et nyt produkt/teknologi, hvor markedsandelen i en lang fase kun vokser marginalt, men på et tidspunkt kommer der en kritisk fase, hvor teknologien enten hurtigt slår igennem, eller langsomt dør ud. (tænk på el-bilen eller den elektriske, eller andre typer el-biler).

Figur 9. Mulige udviklinger i markedsandelen af ny teknologi



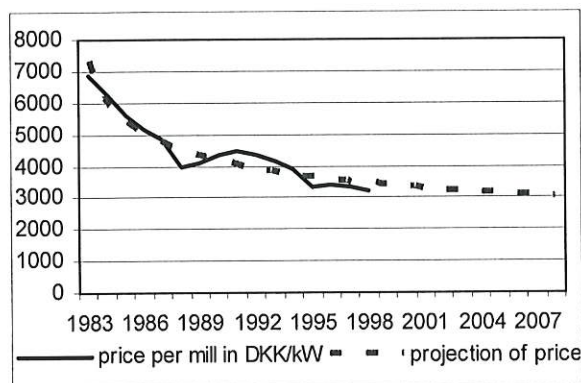
Grundlæggende vil det være svært i den indledende innovationsfase at kunne identificere, hvilken af disse to stier en ny udviklet teknologi vil følge. Dermed er der stor en grundlæggende usikkerhed i denne type investeringer. Ifølge rapporten gælder dette i særlig grad for teknologier i energisektoren, hvor tidshorisonterne er meget lange. (For vindmøller har det taget over 20 år for at nærme sig omkostningsniveauet for kulfyrede kraftværkers strøm). I det følgende afsnit ser vi på betydningen af at internalisere de eksterne omkostninger med udgangspunkt i "learning curve" tilgangen.

5.3. Switch points

Brandt og Svendsen (2006) udleder en "learning curve" for danske vindmøller. Den fuldt optrukne linje angiver de eksakte værdier, mens den stiplede linje angiver en udglattet fremskrevet udvikling. Hovedårsagen til faldet i omkostningerne kan henføres til, at møllerne bliver større. Der er ikke taget højde for, at udvikling af havvindmøller kan få omkostningerne til at falde

mere, således at den fremskrevne kurve undervurderer den virkelige udvikling (dog er dette endnu sikkert).

Figur 10. Prisen på en strøm fra en vindmølle (DKK/kW, 1980 priser)

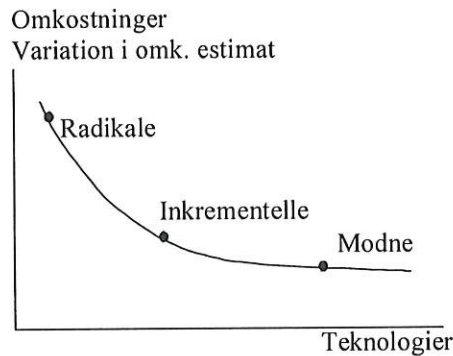


Kilde: Brandt, U.S. and G.T. Svendsen (2006).

Teknologiudvikling kan derfor følge to spor: det første er en gradvis forbedring som giver et kontinuerligt fald i enhedsomkostningerne, det andet er deciderede spring fra et niveau til et andet (eller en pludselig ændret hældning) som følge af introduktion af en ny teknologi.

I en mere generel sammenhæng gælder, at jo mere uprøvet en teknologi er, jo store er variansen på estimatet af prisen (af energien, den producerer).

Figur 11. Positionen af teknologier på "learning curve"



Kilde: Brandt, U.S. and G.T. Svendsen (2006).

Ifølge Grübler et al., (1999) kan teknologierne opdelingen ofte i tre grupper, som det ses af figur 11.¹⁰ Den modne teknologi har vid udbredelse og velkendte specifikationer (f.eks. gas turbiner, gasturbiner med efterfølgende dampturbine og konventionelle kulfyrede kraftværk). Sådanne teknologier kan blive ændret eller forbedret under pres fra konkurrence, men både omkostningsstrukturen og energieffektivitetsniveauet er relativt stabilt.

Den inkrementelle teknologi har højere omkostninger og eksisterer i niche markeder (Biomasse kraftværker (biomass power plant), kulgasifikationsanlæg med gas/dampturbine (coal combined-cycle power plant), atomkraftværker og vind turbiner). De har et potentiale for højere effektivitet og potentiale for omkostningsreduktioner, hvis investering og udvikling fortsætter.

Den radikale teknologi er, per definition, ikke udbredt, men åben for radikale forbedringer i præstation og omkostninger (f.eks., geotermale kraftværker, sol termale kraftværker og solceller).

5.4. CO₂ afgifter og dynamisk omkostningseffektivitet

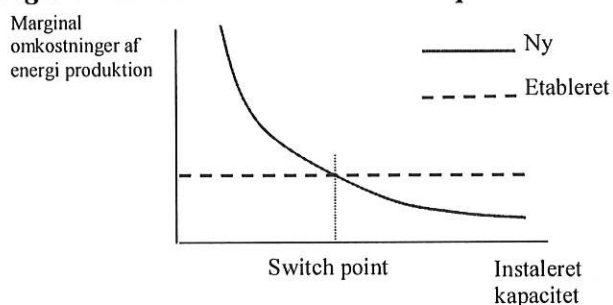
Tages udgangspunkt i standard neoklassisk teori, får vi følgende konklusion:

¹⁰ Grübler et al. (1999) angiver estimater for forskellige typer teknologier omkostninger og variationer.

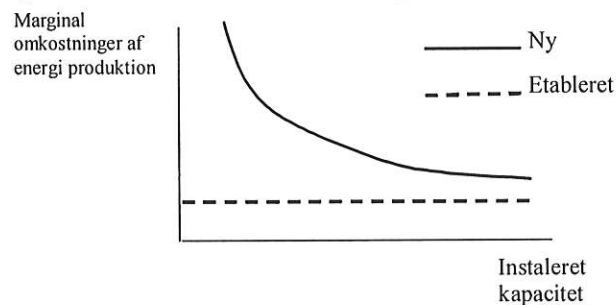
”In the absence of any other market failures, introducing a fully credible carbon price path for applying over the whole time horizon relevant for investment would theoretically be enough to encourage suitable technologies to develop. Profit-maximizing firms would respond to the creation of the path of carbon prices by adjusting their research and development efforts in order to reap returns in the future.” (Side 348).

Figur 11 er uden hensyn til de eksternalter, der frembringes ved anvendelse af teknologien.¹¹ Ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv bør de forskellige teknologier afspejle de sande priser (dvs., både de private -, men også de eksterne omkostninger).

Figur 12a. Situation med et switch point



Figur 12b. Situation uden switch point



Manglende inddragelse af den miljømæssige eksternalitet medfører et underudbud eller langsommere udvikling af de renere teknologier. Figureerne 12a og 12b viser, at i forhold til en etableret teknologi, (en såkaldt mature teknologi), kan der eksistere et ”switch point”, hvorefter den nye teknologi er konkurrencedygtig i forhold til den etablerede teknologi. I figur 12b er omkostningsfaldet ikke nok til at gøre den nye teknologi konkurrencedygtig.

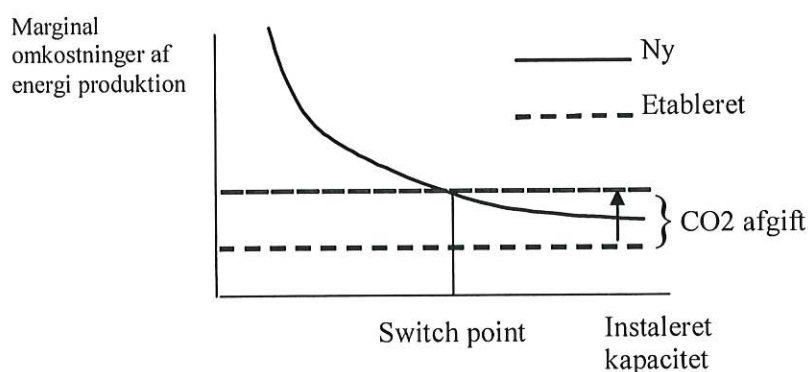
Effekten af en CO₂ afgift er gengivet i figur 13. Tag udgangspunkt i situationen i figur 12b. Givet at den nye teknologi er CO₂ neutral, mens den etablerede ikke

11 Eksternaliteter: vedrører en handling: en handling frembringer en externalitet, hvis handlingen (utilsigtet) ændrer velfærd hos en eller flere andre agenter, og der ikke fuldt ud betales kompensation herfor.

er det, så vil marginalomkostningerne på den etablerede teknologi forøges, og det bliver mere sandsynligt, at den nye teknologi bliver konkurrencedygtig. Dermed bliver der også større incitamenter til at indlede mere R&D, da det forventede afkast af denne investering bliver større.

I situationen i figur 12a vil en CO₂-afgift rykke switch point til venstre, så den renere teknologi hurtigere vil blive konkurrencedygtig.

Figur 13. CO₂ afgift favoriserer CO₂-neutral teknologi



En af konklusionerne i rapporten er, at langsigte troværdige reduktionsmål er essentielle for at gøre udviklingen af ny (CO₂ – reducerende) teknologi attraktiv for den private sektor. Reduktionsmål vil generelt skabe en skyggepris på udledningen af CO₂, samtidig vil langsigtede troværdige mål reducere usikkerheden med hensyn til innovationsprocessens afkast.¹²

12 Beregninger foretaget af IEA bestyrker dette resultat. En af konklusionerne i IEA rapporten er, at: "Climate policy uncertainty, all other premises being equal, slows down the introduction of new technologies when compared to conventional ones, because it adds an additional risk to other large existing ones – the risk premiums for new technologies can be as high as 40% of capital investment cost for a power plant." Fra Press release (IEA/PRESS(07)7, Paris, 24 April 2007).

5.5. *Er støtte til teknologiudvikling nødvendig?*

At sætte priserne rigtig vil ikke være nok, og støtte i den tidlige fase (forskning) vil være nødvendig. Dette skyldes først og fremmest følgende ”markedsfejl” i teknologiudvikling:

- Innovation og produktion af viden er offentlige goder
- Innovation og produktion af viden indeholder positive eksternaliteter
- Teknologiudvikling indeholder stærke netværkseksternalitetseffekter

Definitionen på et offentligt gode: Er en vare, men til forskel for almindelige varer har den følgende karakteristika.

- Ikke rivaliserende (nonrival): en persons forbrug af et gode reducerer ikke andre personers forbrugsmuligheder
- Ingen mulighed for eksklusion (nonexcludable): ingen kan udelukkes fra at forbruge godet

Dette til forskel fra et privat gode, som er rival and excludable. Dvs., har man købt varen, har man fuld råderet over den, og ingen anden kan forbruge denne vare (gensalg også mulig). Problemer ved denne type gode er finanseringen (det er svært at finde personers sande betalingsvilje) og incitamentet til free riding (villigheden til at forbruge varen er større end viljen til at betale til en sådan vares frembringelse).

Information er på mange måder et offentligt gode, og det er udvikling af innovationer også. Som udgangspunkt gælder, at hvis private producerer offentlige goder, bliver disse underudbudt. Hvis man ikke kan få det fulde afkast af investingen i innovation, vil der ikke innoveres så meget.

”Government intervention is justified when there is a departure between social and private cost, for example, when private firms do not consider an environmental externality in their investment

decisions, or when the benefits are very long-term (as with climate change mitigation) and outside the planning horizons of private investments. Private firms focus on private costs and benefits and private discount rates to satisfy their shareholders. But this can lead to a greater emphasis on short-term profit and reduce the emphasis on innovations and other low-carbon investments that would lead to long-term environmental improvements.”

Følgende løsningsforslag angiver rapporten:

- 1) Patentering (eller hemmeligholdelse)
- 2) Offentlig finansering af innovation

Fordele ved det første er at det beskytter udvikleren økonomisk men ulempen er, at det kan dæmpe innovationsprocessen, idet det kan hinder konkurrenter i at bygge på hinandens erfaringer. (Låser innovationsproccen fast).

Dette skyldes, at udvikling af teknologi også indeholder “positive eksternaliteter”, og positive spillovers. Angående design af systemer af intellektuelle ejendomsrettigheder, er det især vanskeligt i områder, hvor udviklingsprocessen er kumulativ, som i informationsteknologier. (Innovation bygger her ofte ovenpå eksisterende erfaringer og ideer, hvilket også skal ses ved den lange udviklingsproces, der er for disse teknologier, og som er grundlaget for learning curve). Et sidste punkt er, at patenter kan tænkes anvendt som strategiske barrierer for potentielle konkurrenter, med deraf følgende negative effekter på den samlede innovationsproces.

Den anden brede kategori er direkte støtte fra regeringer. Hovedkonklusionen i rapportens kapitel 16 er, at det offentlige skal spille en mere aktiv rolle, ikke som udvikler, men som understøtter af R&D (+ deployment), ved i første række at skabe bedre betingelser og incitamentter for udvikling og udbredelse af nye teknologier. Her tænkes især på støtte til grundforskning (universiteterne) i teknologiudvikling.

Argumenterne herfor findes i følgende citater fra Stern Review, side 362:

“OECD (2005) found that economic growth was closely linked to general private R&D, not public R&D, but that public R&D plays a vital role in stimulating private spending. R&D collaboration between the public and private-sector is one way of reducing the cost and risks of R&D.”

“Governments also fund the education and training of scientists and engineers. Modelling for this review suggests that the output of low-carbon technologies in the energy sector will need to expand nearly 20-fold over the next 40-50 years to stabilise emissions, requiring new generations of engineers and scientists to work on energy-technology development and use. The prominent role of the challenge of climate change may act as an inspiration to a new generation of scientists and spur a wider interest in science.”

Derimod er der en vis reservation mod den type støtte, der skal hjælpe spredningen af de nye teknologier (deployment). En sådan støtte er generelt finansieret ved en overvæltning af omkostningerne på forbrugerne. Det gælder f.eks. EU plan om tvungen anvendelse af biobrændsel og alternativ energi.¹³ Ifølge rapporten skal dette opfattes som subsidier (og bør derfor være kritisk overfor dette).

13 One of the main energy policy targets of the EU is to double the share of the Renewable Energy Sources (RES) in gross inland consumption, from 5.4% in 1997 up to 12.0% by 2010. Various legislative actions have been undertaken in order to facilitate this target the most important of which are:

- to promote the renewable electricity generation by increasing the production from 14.0% in 1997 up to 21,0% by 2010 for EU 25 corresponded to 22.1% for EU 15 (Directive 2001/77/EC).
- to promote the biofuels for transport applications by replacing diesel and petrol up to 5.75% by 2010 (Directive 2003/30 EC) with the accompanying detaxation of biofuels (modification of the taxation of energy products and electricity directive 2003/96/EC).

Kilde: http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/index_en.htm.

Et sidste område, hvor rapporten påpeger, at det offentlige bør træde til, er at afhjælpe problemerne i situationer, hvor teknologiudvikling kan forventes at indeholder stærke netværkseksternalitets-effekter. En netværkseksternalitet eksisterer, når det gælder, at jo flere lande der bruger en given teknologi, jo større bliver incitamenterne for de resterende lande også til at benytte disse teknologier. Årsagen er, at når der "udskiftningsomkostninger", så vil købere være tilbageholdende med at købe en teknologi som låser dem fast, og kan gøre dem til "plejehjem" for en forfejlet teknologi.

Derfor vil forskning og udvikling profitere af tilstedeværelsen af lande som er villige til at aftage denne nye teknologi (og dermed kan agere som et forsøgssområde). Effekten kunne være at bevæge sig ned af den negativt hældende "learning curve", og gøre teknologien konkurrencedygtig til flere lande, og dermed generere endnu flere positive eksternaliteter. Dette støtter argumentet for at lave en international aftale om teknologiudvikling og støtte til teknologiudbredelse ved at aftale teknologistandarder. Se f.eks. Barrett, 2003.

6. Usikkerheder og ekstreme hændelser

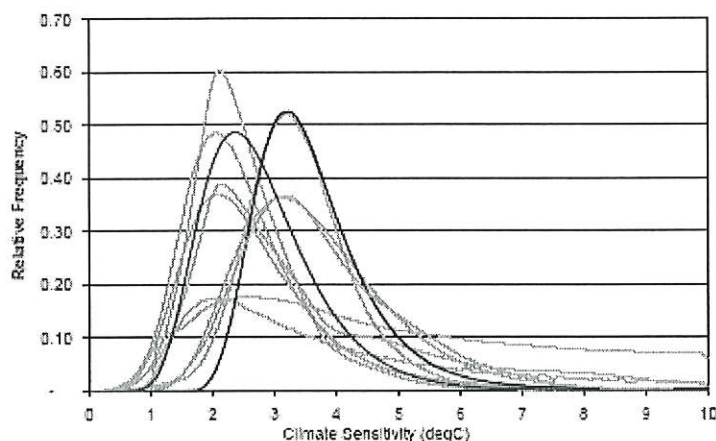
Stern rapporten bruger meget tid på at beskrive at beslutningstagere, der skal planlægge politikker i forbindelse med (og for at afværge) de menneskebe klimaændringer, skal operere i situationer med stor usikkerhed med muligheder for ekstrem hændelser (om end med en lille sandsynlighed). Endvidere giver den en beskrivelse af, hvordan denne usikkerhed manifesterer sig.

6.1. Klimafølsomhed

Usikkerheden i de estimer, klimamodeller angiver, kan opgøres i klimafølsomhed, der defineres som en sandsynlighedsfordeling over temperaturstigninger som følge af en fordobling af CO₂e indholdet i atmosfæren i forhold til pre-industrielt niveau.

Figuren 14 er fra Stern Review og angiver ifølge denne, de nyeste estimater over hvor følsom klimaet er ved en fordobling af CO₂ indholdet i atmosfæren (i forhold til pre-industrielt niveau).

Figur 14. Estimer for klimafølsomhed



Kilde: Stern rapport (Part I: Climate Change – Our Approach, side 8-9).

Nedenstående udklip fra rapporten viser, hvordan figuren skal læses (Stern Review, side 8): ”For example, eleven recent studies suggest only between a 0% and 2% chance that the climate sensitivity is less than 1°C, but between a 2% and 20% chance that climate sensitivity is greater than 5°C. These sensitivities imply that there is up to a one-in-five chance that the world would experience a warming in excess of 3°C above pre-industrial even if greenhouse gas concentrations were stabilised at today’s level of 430 ppm CO₂e.”

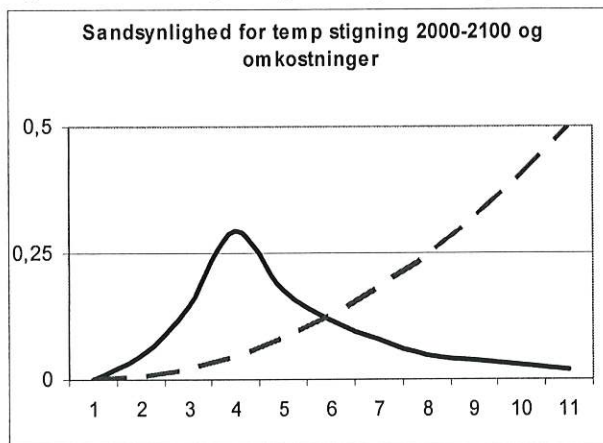
6.2. Ekstreme hændelser

Figuren ovenfor lægger op til en beskrivelse af ekstreme hændelser, dvs., hændelser der har en lille sandsynlighed for at forekomme, men hvis de gør, vil have en store negative konsekvenser. Generelt defineres risikoen ved en hændelse som:

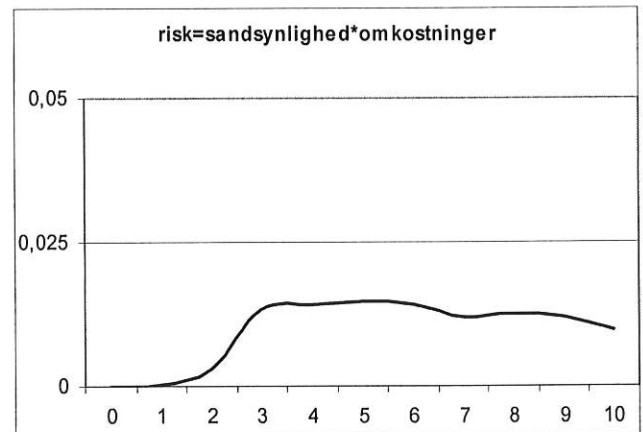
Risiko = konsekvens ved en hændelse * sandsynligheden for at denne hændelse indtræffer

Et andet element i denne diskussion er derfor, at selv om hændelser har en lille sandsynlighed for at fremkomme, så kan den tilknyttede risiko være stor, som nedenstående eksempel viser. Antag, at der er voksende marginale skader ved forøgelse af temperaturen. I figurerne 15a og 16a angiver den røde (stiplede) kurve de totale omkostninger som funktion af temperaturstigning i forhold til et pre-industrielt temperaturniveau. Den blå (fuldt optrukne) kurve angiver sandsynlighedsfordelingen over fremtidige temperaturstigninger. I figurerne 15b og 16b til højre er beregnet risikoen, som defineret ovenfor.

Figur 15a. Mulig temperaturfordeling 1

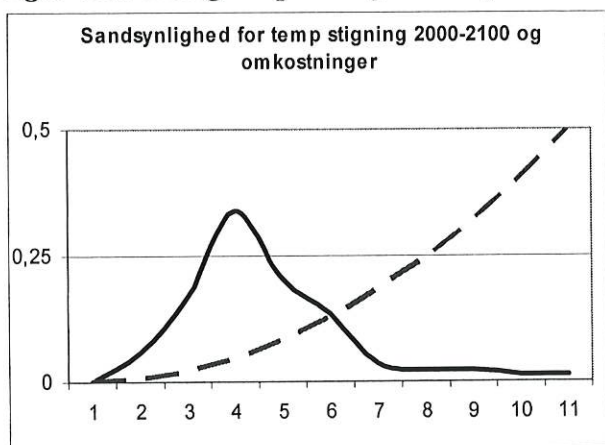


Figur 15b. Risiko ved temperaturfordeling 1

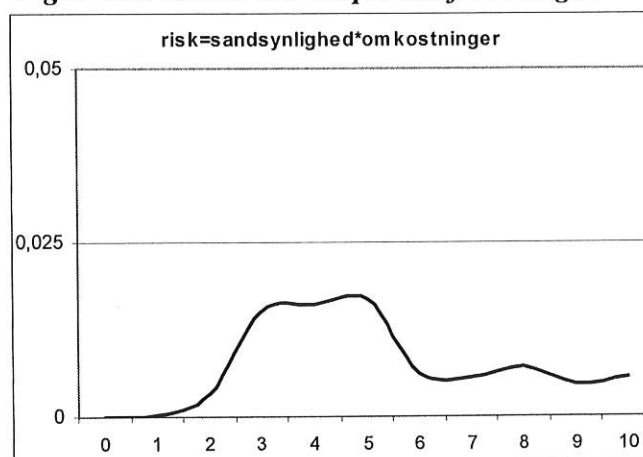


Det ses i dette eksempel, at selv om det kun er 21% sandsynligt at temperaturen stiger med mere end 5 grader, ligger 57% af risikoen i dette interval.

Figur 16a. Mulig temperaturfordeling 2



Figur 16b. Risiko ved temperaturfordeling 1



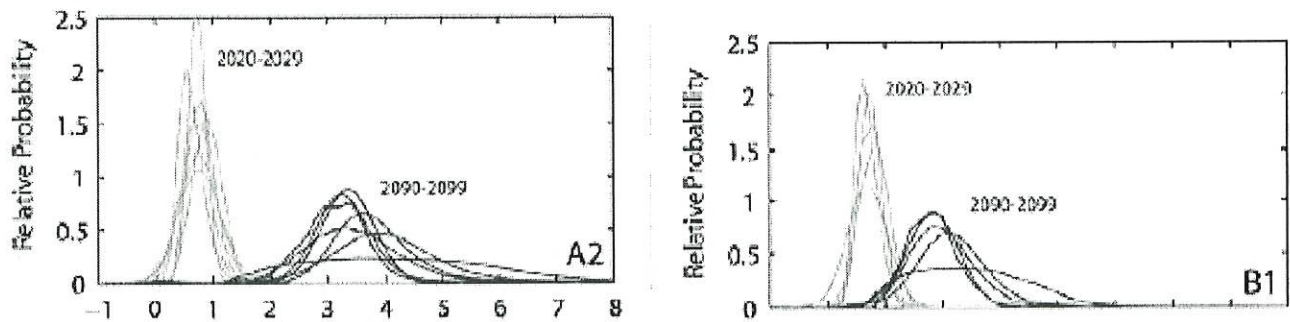
Det andet eksempel (figur 16a) matcher bedre de sandsynligheder, der er angivet i Stern rapporten, og her gælder, at selv om der her kun er 10% sandsynligt at temperaturen stiger med mere end 5 grader, ligger 36% af risikoen i dette interval. Resultatet her bygger på, at skadesomkostningsfunktionen er (eksponentielt) voksende. Dette er der heller ikke meget tvivl om.

Dette eksempel har haft som mål at vise, at hvis der kun fokuseres på de "mest sandsynlige" hændelser, så ignoreres store dele af risikoen, og vil derfor betyde et bias i beslutningsgrundlaget.

6.3. Set i forhold til IPCC rapporten

Figureerne nedenfor angiver de nyeste estimater fra IPCC (2007). Inspektion af figurene viser ikke umiddelbart en støtte til konklusionerne fra Stern Review, at store dele af risikoen ligger ved høje temperatur, selv om der er en vis 'hale' ud mod højere temperaturer.

Figur 17. IPCC estimer af klimafølsomhed for udvalgte scenarier



Kilde: IPCC WG1 AR4 Report, Summary for policy makers, side 15.

IPCCs holdninger til ekstrem hændelser fremgår af følgende citat:

“The equilibrium climate sensitivity is a measure of the climate system response to sustained radiative forcing. It is *likely* to be in the range 2 to 4.5°C with a best estimate of about 3°C, and is *very unlikely* to be less than 1.5°C. Values substantially higher than 4.5°C cannot be excluded, but agreement of models with observations is not as good for those values.
IPCC (2007, side 2)

Af IPCC rapportens forskellige scenarier kan vi se, at der ikke nogen speciel indikation på, at fordelingerne trækker en hale ud mod meget høje temperaturer, som det fremgår af tabel 3.

Tabel 3. IPCC scenarier for projekterede global overflade gennemsnitstemperatur i slutningen af de 21. århundrede

IPCC Scenario	Best guess	Likely low	Likely high
B1	1,8	1,1	2,9
A1T	2,4	1,4	3,8
B2	2,4	1,4	3,8
A1B	2,8	1,7	4,4
A2	3,4	2	5,4
A1F1	4	2,4	6,4
gennemsnit	2,8	3,1	

Fra tabel SPM-3, WG1, IPCC (2007).

Ovenstående citat fra IPCC og tallene fra tabel 3 kan dermed tolkes som, at IPCC ikke tager hensyn til lav sandsynlighed (og dermed formodentlig store konsekvenser) af den grund, at det videnskabelige grundlag for sådanne hændelser er for lidt forstået til, at det bør (kan) indgå i beslutningsprocessen.

Citatet fra IPCC på foregående side skal holdes op imod dette udsagn af Henry (2006):

Henry (2006, side 10):

“If a decision-maker a priori rejects as ‘scientifically unsound’ any act which is not unambiguous, that means that he sticks to the maximization of a von Neumann – Morgenstern expected utility on the set of acts which are scientifically unambiguous. In so doing, he neglects a large array of scientific information which, however uncertain, might be reliable and decisive. In short, we can say that ‘optimizing on the set of acts which are scientifically unambiguous is not optimal’.”

Henry argumenterer for, at dette netop skete i BSE problemstillingen. Spørgsmålet her var, om BSE og CJD (Creutzfeldt-Jacob disease) kan kobles sammen? Eksperimenter på mus viste at de kunne. Konklusionen af Henry (2006, side 3):

“The foundations were by no means complete – the experimental data were still limited and not all the relevant molecular events had been elucidated – but they appeared to constitute a significant subset of an ideally satisfactory set of experimental data and theoretical elements; and they were coherent. What Dr. Prusiner proposed at the time was a piece of nonprobabilistic uncertain science, however sufficiently convincing to scientifically support the decision to bar English beef from being consumed in the European Union”.

Umiddelbart virker dette udsagn som en støtte til Stern rapporten i forhold til IPCC, at man ikke bør ignorere de dele af problemet, hvor der hersker stor uvidenhed.

6.4. *Beslutninger under usikkerhed, teoretiske overvejelser*

Betragt nu følgende mere generelle beslutningskriterium, inspireret af Bretteville (1999), som er en (mulig) operationalisering af Henrys betragtninger:

$$\text{Max}_A \{ \gamma E_{S^1} W(A, S^1) + (1 - \gamma) \min_{S^2} W(A, S^2) \}$$

Lad S^1 være de kendte tilstande (kendt med hensyn til sandsynlighed for at hændelsen indtræffer og for konsekvensen, hvis hændelsen indtræffer), mens S^2 tilstande, hvor der hersker mere end usikkerhed (dvs., hvor enten konsekvenserne ikke helt er forståede, eller sandsynlighederne ikke kendte). A er sættet af alternativer og W er en velfærdsfunktion. $\text{Max}_A E_{S^1} W(A, S^1)$ angiver, at planlægger vælger maksimering af forventet nytte over S^1 . $\text{Max}_A \min_{S^2} W(A, S^2)$ angiver, at planlæggeren vælger maksimin over S^2 (vælger den handling, hvor det højest

mulige tab minimeres). Bemærk, at hvis den værste konsekvens ved en handling overhovedet ikke er muligt at beskrive, så kan dette kriterium ikke anvendes.

Beslutningskriteriet angiver nu, at beslutningstageren skal vælge den handling, som maksimerer en vægtet sum af det forventede nyttemaksimeringskriteriet og maximin kriteriet.

Dermed er essensen af dette beslutningskriterium, at det samvejer "risk management" (= risiko reduktion) med traditionel velfærdsmaksimering. $\gamma \in [0,1]$ er en politisk valgt parameter, som måler hvor stor vægt ikke helt forståede hændelser skal vægtes. (Da det samtidig er mest sandsynlig, at de mest ekstreme hændelser bedst kan beskrives ved S^2 , svarer det til at vurdere, hvor stor betydning ekstreme hændelser skal tillægges, og dermed også hvor stor vægt skal tillægges risiko reduktion).

IPCC har sat $\gamma = 1$, mens Henry argumenterer for at den bør sættes til mindre end 1.¹⁴

Anvendes et sådant kriterium, kommer vi nærmere på Stern rapportens konklusioner. Spørgsmålet er så, om et beslutningskriterium bør indeholde en subjektiv komponent?

7. Konkluderende bemærkninger

7.1. Diskontering

Det største kritikpunkt, der fra videnskabelig side er blevet rejst mod rapporten, er dens anvendelse af en lav diskonteringsrente.

14 Dette kan være en måde at opsummere den politiske arena på, men kan også rationalisere forskellige valg, ud fra en subjektiv sandsynlighedsvurdering (som tillid jo er!).

I denne type analyse defineres social velfærd som ”nytten af forbrugsmulighederne”, og diskontering måler værdien af fremtidig vs. nutidig forbrug.

Der er, ifølge rapporten, to årsager til diskontering:

- 1) Tilstedeværelsen af aftagende marginalnytte af forbrug i fremtiden: rigere i fremtiden, derfor nyttetilvæksten af ekstra forbrug mindre i fremtiden end i dag
- 2) Den rene tidspræference (utålmodighed): Tab af nytte af at udskyde forbrug: fremtidig forbrug mindre værd end nuværende forbrug

Rapporten argumenterer for, at den anden type diskontering diskriminerer mod fremtidige generationer, da det jo pga. den lange tidshorisont er deres forbrug vi vægter mod nuværende generationers forbrug. Hvilket ikke er ”grundlaget” for at tale om utålmodighed.

Rapporten ser derfor bort fra denne type diskontering, men ikke den første type, som kan anvendes i en intergenerationel sammenhæng.

Betydningen af størrelsen af diskonteringsrenten er især vigtig ved klimadebat-ten på grund af den lange tidshorisont. Som et eksempel, lad os beregne nutids-værdien af 100 kr. om hundrede år. Nutidsværdien (NTV) af 100 kr. om hundrede år, med renten r beregnes som.¹⁵

Tabel 4. Eksempel på diskontering

R	NTV
2%	13,8
3%	5,2
4%	2,0

¹⁵ $NTV = \frac{100}{(1+r)^{100}}$.

Som det ses, er betydningen af at vælge mellem f.eks. 2 og 4% i rente meget stor. Dette skal ses i relation til, at i klimaproblemet falder omkostninger (i forbindelse med reduktion) typisk meget tidligere end gevinsterne fra denne reduktion. Derfor gælder, at jo lavere diskonteringsrente, jo større reduktionsniveau vil være optimalt. Valg af lav diskonteringsrente støtter rapportens konklusion om at gevinsten langt overstiger omkostningerne ved en markant indgreb mod udledningen af DHG nu og her.

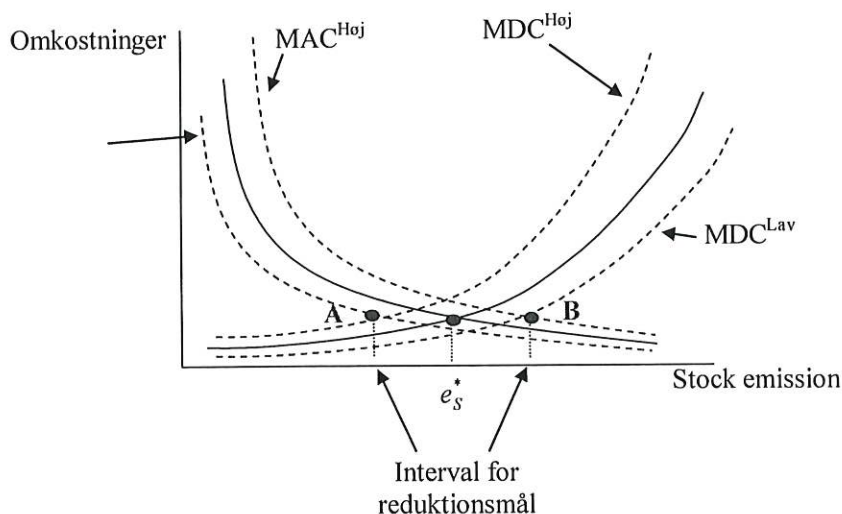
Ofte løses dette dilemma ved en følsomhedsanalyse over forskellige diskonteringsrenter, men dette er dog ikke foretaget i rapporten.

7.2. Lidt om rapportens konklusioner

Rapporten anbefaler et stabiliseringsniveau på 450-550 ppm CO₂e. Et sådant stabiliseringsmål vil formodentligt kræve en reduktion på op til 60-80% af det nuværende udslip. (Dette svarer nogenlunde til (med usikkerheden in mente) ikke at acceptere en temperatur stigning på over 2 grader globalt (et mål, som EU har foreslået som international målsætning)).

Men hvorfor et så stort spænd i anbefalingerne. Dette skyldes, at da både reduktionsomkostningerne og skadesomkostningerne er ukendte, (eller i hvert fald usikre), kan det helt præcise reduktionsmål ikke defineres, men anbefales at ligge mellem punkt A og punkt B (se figur 18), som angiver henholdsvis højeste og laveste optimale stabiliseringsniveau. (Hvor e_s^* angiver optimalt stabiliseringsniveau under fuld information).

Figur 18: Interval for målsætning under usikkerhed



Derfor kan et præcist stabiliseringsmål ikke angives, men derimod et interval, som vist i figuren. Det væsentlige i denne forbindelse er, som allerede nævnt i afsnit 4, at der udstikkes (aftales) en *troværdig, langsigtet international strategi* for reduktion af drivhusgasser. På grund af usikkerheden gør det ikke så meget, om det er et interval eller ej. Når der kommer ny information, kan målene justeres. Denne strategi vil være med til at reducere den politiske risiko, som investorerne i ny teknologi står overfor, og det må derfor forventes, at reduktion af denne usikkerhed fører til større investering i udvikling af renere teknologi.

Rapporten anbefaler, at der allerede nu tages fat for at nå dette mål. Logikken er, at ved BAU nås de 550ppm allerede om ca. 20 år, derfor er reduktioner så tidligt som muligt nødvendig, også fordi SCC vokser over tid.

Et andet af de problemer der rejses i rapporten er, at jo længere tid der ventes, jo større bliver sandsynligheden for at ekstreme (stor skala) ændringer vil opstå (typisk irreversible ændringer).

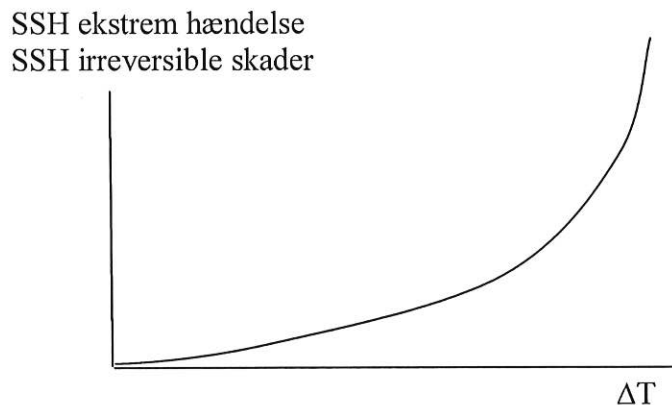
7.3. *Tilpasning er nødvendig, men må ikke erstatte reduktionsudslip*

Til sidst vil jeg, igen med udgangspunkt i Stern Review diskutere udsagnet om, at tilpasning er nødvendig, og de eventuelle komplikationer, der kan opstå ved for ensidigt at fokusere på tilpasningsstrategien.

I stedet for at reducere udslip, kunne en anden strategi være, at sprede indsatsen mod klimaændringerne til også at omfatte foranstaltninger for at begrænse skaderne ved anvendelse af en tilpasningsstrategi. Det kunne være at bygge højere diger, dyrke nye afgrøder, anlægge nybyggeri ved vandet med hensyntagen til højere vandstand, og i sidste ende, flytte befolkninger væk fra truede områder (hvilket i princippet kan ske helt automatisk).

Tilpasning vil være nødvendig, når ændringer er uundgåelige, men må ikke ukritisk erstatte reduktionsudslip. Dette skyldes, at disse to typer strategier er ikke nødvendigvis substitutter når det gælder at fjerne/reducere risikoen.

Figur 19: Hypotetisk sammenhæng mellem ændring i temperaturen og sandsynlighederne for ekstreme hændelse og irreversible skader



Dette kan vises med udgangspunkt i figur 19. Her angiver ΔT ændringer i temperaturen i forhold til nuværende niveau. Man må forvente, at sandsynlighederne for ekstreme hændelser ved voksende temperaturstigninger. Det kan være smeltning af Grønlands indlandsis, regionale tørke, brande, eller

ørkendannelse osv. Derudover gælder, at jo hurtigere temperaturen stiger, jo sværere bliver det at tilpasse sig. Dette gælder også for naturen.

Dermed kan tilpasningsstrategien give en falsk tryghed. For at tage et ekstremt eksempel. I stedet for at reducere CO₂ udslip, bygges højere diger. Det højere CO₂ indhold i atmosfæren får temperaturen til at stige, hvorved stormfloder bliver kraftigere, og muligvis overskyldes det højere dige af en kraftigere stormflod. Hvis CO₂ indholdet var blevet stabiliseret, ville selv det lavere dige ikke være blevet overskyldt. Dvs., når man skal vurdere omkostninger/gevinst ved et de to tiltag, skal man også vurdere effekten på ekstreme hændelser, hvorved tilpasning bliver mindre attraktiv som et middel for at reducere klima risikoen.

Tilpasning er en optimal strategi, når skaderne er uundgåelige, (f.eks. når vandstanden uundgåelig vil stige som følge af den allerede forhøjede CO₂ indhold i atmosfæren) men eller skal det overvejes, hvordan manglende reduktioner påvirker sandsynligheden for ekstreme hændelser og sandsynligheden for irreversible skader.

7.4. Afsluttende bemærkning

Om rapporten er en videnskabelig baseret eller et partsindlæg er ikke helt klart, men sikkert er det, at rapporten er god at blive klog på, som jeg håber denne note har kunnet dokumentere, og når alt kommer til alt, ligger dens konklusioner ikke langt fra den nyeste IPCC rapportens konklusioner, som er, at vi skal handle nu. Det er sidste udkast for at handle, med mindre vi ønsker at spille terninger med vores klodes fremtid.

8. Litteratur

- [1] Aaheim (2007), 'Stern rapporten om klimaendringern: forskning eller hysteri?' Cicero (<http://cicero.uio.no/webnews.asp?id=10813>).
- [2] Barrett, S., (2003), *Environment and Statecraft, the Strategy of Environmental Treaty-Making*. Oxford University Press, Oxford.
- [3] Bolin, B. (2007), *Four Professional Perspectives, The view of a scientist in the process*. In Sjostrom, G. (ed): 'Facilitation of the climate talks, dealing with stumbling blocks, Climate Change Negotiations: A Guide to resolving disputes and facilitating multilateral cooperation' forthcoming at Earthscan.
- [4] Brandt, U. S. and G.T. Svendsen (2002), 'Hot air in Kyoto, cold air in The Hague- the failure of global climate negotiations', *Energy Policy*, **30**, 1191-1199.
- [5] Brandt, U.S. and G.T. Svendsen (2006), 'Climate Change Negotiations and First-Mover Advantage: The case of the Wind Turbine Industry', *Energy Policy*, **34**, 1175-1184.
- [6] Camilla Bretteville, C. (1999), 'Decision criteria under uncertainty and the climate problem', Cicero Working Paper, 1999:10, University of Oslo.
- [7] Dessau, N. (2006), *Den Globale Opvarmningen*, Pax forlag A/S, Oslo.
- [8] Freeman, C. (1992), 'The economics of hope', New York, Pinter Publishers.
- [9] Gore, Al (2006), *An Inconvenient Truth: The Planetary Emergency of Global Warming and What We can do about it*, New York: Rodale Books.

- [10] Grübler, A., A.N. Nakicenovic and D.G. Victor (1999), 'Dynamics of Energy Technologies and Global Change', *Energy policy*, 27, 247-308.
- [11] Henry, C. (2006), 'Decision-Making Under Scientific, Political and Economic Uncertainty', working paper, Cahier n° DDX-06-12, Ecole Polytechnique, Paris.
- [12] IPCC (2001), 'Climate change 2001: summary for policymakers, A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change', Cambridge: Cambridge University Press.
- [13] IPCC (2007), IPCC WG1 AR4 Report (<http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>).
- [14] OECD (2005), 'Innovation in the business sector working paper 459' Paris: OECD, available from [http://www.oilis.oecd.org/olis/2005doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/5d1216660b7d83dcc12570ce00322178/\\$FILE/JT00195405.PDF](http://www.oilis.oecd.org/olis/2005doc.nsf/43bb6130e5e86e5fc12569fa005d004c/5d1216660b7d83dcc12570ce00322178/$FILE/JT00195405.PDF).
- [15] Stern Review on the Economics of Climate Change, http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm.
- [16] Tol, R. (2006), The Stern Review of the Economics of Climate Change, a Comment, Economic and Social Research Institute, Hamburg, Vrije and Carnegie Mellon Universities, October 30, 2006.

Department of Environmental and Business Economics
Institut for Miljø- og Erhvervsøkonomi (IME)

IME WORKING PAPERS

ISSN: 1399-3224

Issued working papers from IME

Udgivne arbejdsrapporter fra IME

No.

1/99	Frank Jensen Niels Vestergaard Hans Frost	<i>Asymmetrisk information og regulering af forurening</i>
2/99	Finn Olesen	<i>Monetær integration i EU</i>
3/99	Frank Jensen Niels Vestergaard	<i>Regulation of Renewable Resources in Federal Systems: The Case of Fishery in the EU</i>
4/99	Villy Søgaard	<i>The Development of Organic Farming in Europe</i>
5/99	Teit Lüthje Finn Olesen	<i>EU som handelsskabende faktor?</i>
6/99	Carsten Lynge Jensen	<i>A Critical Review of the Common Fisheries Policy</i>
7/00	Carsten Lynge Jensen	<i>Output Substitution in a Regulated Fishery</i>
8/00	Finn Olesen	<i>Jørgen Henrik Gelting – En betydende dansk keynesianer</i>
9/00	Frank Jensen Niels Vestergaard	<i>Moral Hazard Problems in Fisheries Regulation: The Case of Illegal Landings</i>
10/00	Finn Olesen	<i>Moral, etik og økonomi</i>

11/00	Birgit Nahrstedt	<i>Legal Aspect of Border Commuting in the Danish-German Border Region</i>
12/00	Finn Olesen	<i>Om Økonomi, matematik og videnskabelighed - et bud på provokation</i>
13/00	Finn Olesen Jørgen Drud Hansen	<i>European Integration: Some stylised facts</i>
14/01	Lone Grønbæk	<i>Fishery Economics and Game Theory</i>
15/01	Finn Olesen	<i>Jørgen Pedersen on fiscal policy - A note</i>
16/01	Frank Jensen	<i>A Critical Review of the Fisheries Policy: Total Allowable Catches and Rations for Cod in the North Sea</i>
17/01	Urs Steiner Brandt	<i>Are uniform solutions focal? The case of international environmental agreements</i>
18/01	Urs Steiner Brandt	<i>Group Uniform Solutions</i>
19/01	Frank Jensen	<i>Prices versus Quantities for Common Pool Resources</i>
20/01	Urs Steiner Brandt	<i>Uniform Reductions are not that Bad</i>
21/01	Finn Olesen Frank Jensen	<i>A note on Marx</i>
22/01	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>Hot air in Kyoto, cold air in The Hague</i>
23/01	Finn Olesen	<i>Den marginalistiske revolution: En dansk spire der ikke slog rod?</i>
24/01	Tommy Poulsen	<i>Skattekonkurrence og EU's skattestruktur</i>
25/01	Knud Sinding	<i>Environmental Management Systems as Sources of Competitive Advantage</i>
26/01	Finn Olesen	<i>On Machinery. Tog Ricardo fejl?</i>
27/01	Finn Olesen	<i>Ernst Brandes: Samfundsspørgsmaal - en kritik af Malthus og Ricardo</i>
28/01	Henrik Herlau Helge Tetzschner	<i>Securing Knowledge Assets in the Early Phase of Innovation</i>
29/02	Finn Olesen	<i>Økonomisk teorihistorie Overflødig information eller brugbar ballast?</i>

30/02	Finn Olesen	<i>Om god økonomisk metode – beskrivelse af et lukket eller et åbent socialt system?</i>
31/02	Lone Grønbæk Kronbak	<i>The Dynamics of an Open Access: The case of the Baltic Sea Cod Fishery – A Strategic Approach -</i>
32/02	Niels Vestergaard Dale Squires Frank Jensen Jesper Levring Andersen	<i>Technical Efficiency of the Danish Trawl fleet: Are the Industrial Vessels Better Than Others?</i>
33/02	Birgit Nahrstedt Henning P. Jørgensen Ayoe Hoff	<i>Estimation of Production Functions on Fishery: A Danish Survey</i>
34/02	Hans Jørgen Skriver	<i>Organisationskulturens betydning for vidensdelingen mellem daginstitutionsledere i Varde Kommune</i>
35/02	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>Rent-seeking and grandfathering: The case of GHG trade in the EU</i>
36/02	Philip Peck Knud Sinding	<i>Environmental and Social Disclosure and Data-Richness in the Mining Industry</i>
37/03	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>Fighting windmills? EU industrial interests and global climate negotiations</i>
38/03	Finn Olesen	<i>Ivar Jantzen – ingeniøren, som beskæftigede sig med økonomi</i>
39/03	Finn Olesen	<i>Jens Warming: den miskendte økonom</i>
40/03	Urs Steiner Brandt	<i>Unilateral actions, the case of international environmental problems</i>
41/03	Finn Olesen	<i>Isi Grünbaum: den politiske økonom</i>
42/03	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>Hot Air as an Implicit Side Payment Arrangement: Could a Hot Air Provision have Saved the Kyoto-Agreement?</i>

43/03	Frank Jensen Max Nielsen Eva Roth	<i>Application of the Inverse Almost Ideal Demand System to Welfare Analysis</i>
44/03	Finn Olesen	<i>Rudolf Christiani – en interessant rigsdagsmand?</i>
45/03	Finn Olesen	<i>Kjeld Philip – en økonom som også blev politiker</i>
46/03	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>Bureaucratic Rent-Seeking in the European Union</i>
47/03	Bodil Stilling Blichfeldt	<i>Unmanageable Tourism Destination Brands?</i>
48/03	Eva Roth Susanne Jensen	<i>Impact of recreational fishery on the formal Danish economy</i>
49/03	Helge Tetzschner Henrik Herlau	<i>Innovation and social entrepreneurship in tourism - A potential for local business development?</i>
50/03	Lone Grønbæk Kronbak Marko Lindroos	<i>An Enforcement-Coalition Model: Fishermen and Authorities forming Coalitions</i>
51/03	Urs Steiner Brandt Gert Tinggaard Svendsen	<i>The Political Economy of Climate Change Policy in the EU: Auction and Grandfathering</i>
52/03	Tipparat Pongthanapanich	<i>Review of Mathematical Programming for Coastal Land Use Optimization</i>
53/04	Max Nielsen Frank Jensen Eva Roth	<i>A Cost-Benefit Analysis of a Public Labelling Scheme of Fish Quality</i>
54/04	Frank Jensen Niels Vestergaard	<i>Fisheries Management with Multiple Market Failures</i>
55/04	Lone Grønbæk Kronbak	<i>A Coalition Game of the Baltic Sea Cod Fishery</i>

56/04	Bodil Stilling Blichfeldt	<i>Approaches of Fast Moving Consumer Good Brand Manufacturers Product Development “Safe players” versus “Producers”: Implications for Retailers’ Management of Manufacturer Relations</i>
57/04	Svend Ole Madsen Ole Stegmann Mikkelsen	<i>Interactions between HQ and divisions in a MNC - Some consequences of IT implementation on organizing supply activities</i>
58/04	Urs Steiner Brandt Frank Jensen Lars Gårn Hansen Niels Vestergaard	<i>Ratcheting in Renewable Resources Contracting</i>
59/04	Pernille Eskerod Anna Lund Jepsen	<i>Voluntary Enrolment – A Viable Way of Staffing Projects?</i>
60/04	Finn Olesen	<i>Den prækeynesianske Malthus</i>
61/05	Ragnar Arnason Leif K. Sandal Stein Ivar Steinshamn Niels Vestergaard	<i>Actual versus Optimal Fisheries Policies: An Evaluation of the Cod Fishing Policies of Denmark, Iceland and Norway</i>
62/05	Bodil Stilling Blichfeldt Jesper Rank Andersen	<i>On Research in Action and Action in Research</i>
63/05	Urs Steiner Brandt	<i>Lobbyism and Climate Change in Fisheries: A Political Support Function Approach</i>
64/05	Tipparat Pongthanapanich	<i>An Optimal Corrective Tax for Thai Shrimp Farming</i>
65/05	Henning P. Jørgensen Kurt Hjort-Gregersen	<i>Socio-economic impact in a region in the southern part of Jutland by the establishment of a plant for processing of bio ethanol</i>
66/05	Tipparat Pongthanapanich	<i>Options and Tradeoffs in Krabi’s Coastal Land Use</i>
67/06	Tipparat Pongthanapanich	<i>Optimal Coastal Land Use and Management in Krabi, Thailand: Compromise Programming Approach</i>

68/06	Anna Lund Jepsen Svend Ole Madsen	<i>Developing competences designed to create customer value</i>
69/06	Finn Olesen	<i>Værdifri samfundsvidenskab? - nogle refleksioner om økonomi</i>
70/06	Tipparat Pongthanapanich	<i>Toward Environmental Responsibility of Thai Shrimp Farming through a Voluntary Management Scheme</i>
71/06	Finn Olesen	<i>Rational Economic Man og Bounded Rationality – Nogle betragtninger over rationalitetsbegrebet i økonomisk teori</i>
72/06	Urs Steiner Brandt	<i>The Effect of Climate Change on the Probability of Conservation: Fisheries Regulation as a Policy Contest</i>
73/06	Urs Steiner Brandt Lone Grønbæk Kronbak	<i>Robustness of Sharing Rules under Climate Change. The Case of International Fisheries Agreements</i>
74/06	Finn Olesen	<i>Lange and his 1938-contribution – An early Keynesian</i>
75/07	Finn Olesen	<i>Kritisk realisme og post keynesianisme.</i>
76/07	Finn Olesen	<i>Aggregate Supply and Demand Analysis – A note on a 1963 Post Keynesian Macroeconomic textbook</i>
77/07	Finn Olesen	<i>Betydningen af Keynes' metodologi for aktuel makroøkonomisk forskning – En Ph.D. forelæsning</i>
78/08	Urs Steiner Brandt	<i>Håndtering af usikkerhed og betydningen af innovationer i klimaproblematikken: Med udgangspunkt i Stern rapporten</i>