

KAPITEL III

BÆREDYGTIGHED: BALANCE MELLEM GENERATIONER

III.1 Indledning

Bæredygtigheds- begrebet på den internationale dagsorden

Med Brundtland-kommissionens rapport fra 1987 og Rio-deklarationen fra 1992 blev begrebet bæredygtig udvikling sat på den internationale dagsorden. Bæredygtighedsbegrebet er affødt af en bekymring for, at den nuværende økonomiske fremgang sker på bekostning af en nedslidning af naturen i et omfang, der truer fremtidige generationers levevilkår. Ved at fokusere på bæredygtighed understreges det dermed, at økonomisk vækst ikke skal finde sted for enhver pris. Formålet med dette kapitel er at vurdere bæredygtighedsbegrebet og specielt sætte fokus på, hvordan det kan præciseres og gøres praktisk anvendeligt med udgangspunkt i den økonomiske disciplin.

Bæredygtighed et spørgsmål om fordeling

I afsnit III.2 præciseres bæredygtighedsbegrebet, og det understreges, at bæredygtighed dybest set er et spørgsmål om fordeling mellem generationer. I hvor høj grad, der skal tages hensyn til kommende generationer, er et etisk spørgsmål, og derfor kan der ikke forventes universel enighed om en konkret bæredygtighedsmålsætning. Derfor kan der heller ikke konstrueres et enkelt mål, som alene kan fortælle, om en given udvikling er bæredygtig. Det kan dog alligevel have stor værdi at forsøge at operationalisere bæredygtighedsbegrebet, men det er nødvendigt at specificere klart, hvilket grundlag vurderingen hviler på.

Kan bæredygtighed vurderes ud fra miljøindikatorer?

Information om samspillet mellem mennesket og naturen kan sammenfattes i de såkaldte miljøindikatorer, som er fysiske nøgletal for centrale miljøproblemer. Der kan være flere formål med at opstille miljøindikatorer, men ikke sjældent fremføres eksplicit behovet for at kunne vurdere, om en udvikling er bæredygtig. I afsnit III.3 diskuteres mulighederne for at belyse bæredygtighed med fysiske miljøindikatorer. Det konkluderes, at den naturvidenskabelige viden, der ligger bag indikatorerne, giver nødvendig, men ikke i sig selv tilstrækkelig information til at vurdere, om udviklingen overordnet set er bæredygtig.

Behov for et økonomisk bæredygtigheds mål

I erkendelse af manglerne ved udelukkende at basere bæredygtighedsvurderingen på miljøindikatorer diskuteres det i afsnit III.4, hvordan man kan konstruere en samlet indikator for bæredygtighed. Den økonomiske disciplin kan bidrage til at belyse bæredygtighed i kraft af et begrebs- og analyseapparat, hvor naturen opfattes som en del af den formue, der er afgørende for fremtidige generationers levevilkår. En økonomisk fortolkning af bæredygtighed er, at den samlede nationale formue, som en generation lader gå i arv til den næste, ikke må være mindre end den formue, den pågældende generation selv fik i arv. Nedslidning af naturen og dens ressourcer kan opfattes som afskrivninger på den del af vores nationalformue, der blandt økonomer kaldes naturkapitalen. En anden form for formueændring, der ikke medregnes i det sædvanlige opsparingsbegreb, er investeringer i den såkaldte humankapital, bl.a. gennem uddannelse samt forskning og udvikling. Ændringen i nationalformuen i bred forstand kaldes ægte opsparing. Hvis en udvikling skal være bæredygtig, må den ægte opsparing som minimum ikke være negativ.

Slid på naturen opvejes tilsyneladende af formuevækst på andre områder

Den nettoopsparing, der beregnes i nationalregnskabet, har i Danmark været positiv og udgjort omkring 5 pct. af nettonationalproduktet (NNP) i perioden 1986-96. Den ægte opsparing findes ud fra nettoopsparingen ved at korrigere for ændringer i naturkapitalen og humankapitalen. I beregningerne er der kun taget højde for ændringer i naturkapitalen i form af udvindingen af olie og naturgas i Nordsøen, udslippet af drivhusgasser og udslippet af visse luftforurenende stoffer. Ved at korrigere nettoopsparingen for disse ændringer findes, at den ægte opsparing i Danmark har udgjort omkring 2,5 pct. af NNP i den be-

tragede periode. Det synes rimeligt at antage, at den positive korrektion for udviklingen i humankapital svarer til mindst 5 pct. af NNP. Beregningerne peger således i retning af, at den nuværende påvirkning af naturen ikke vil forhindre, at fremtidige generationer kan opnå mindst lige så stor velfærd som de nulevende. Dog må denne konklusion ses i lyset af usikkerheden i beregningerne og de naturpåvirkninger, det ikke har været muligt at medtage.

Ægte opsparing må suppleres med indikatorer for kritisk naturkapital

Beregningen af den ægte opsparing bygger på en antagelse om, at de enkelte kapitaltyper er substituerbare, dvs. at de kan erstatte hinanden. Selvom der sker en forringelse af naturkapitalen, kan udviklingen således godt være bæredygtig. Det forudsætter blot, at der investeres tilstrækkeligt meget i de øvrige kapitaltyper. Denne helt centrale substitutionsantagelse er ikke uproblematisk, og ægte opsparing bør derfor kun bruges som bæredygtighedsindikator for forholdsvis små ændringer i naturkapitalen. For visse af naturens funktioner, især de livsunderstøttende, findes der givetvis en nedre kritisk grænse, som det vil være forbundet med store negative konsekvenser at overskride. I forsøget på at operationalisere bæredygtighed er det en væsentlig opgave at identificere sådanne kritiske nedre grænser eller såkaldt kritisk naturkapital, dvs. naturkapital, som er uerstattelig. Kritisk naturkapital unddrager sig dermed kravet om afvejning mellem gevinster og omkostninger. I det omfang, nogle dele af naturkapitalen er kritiske, skal den ægte opsparing under alle omstændigheder suppleres med fysiske miljøindikatorer for udviklingen i disse typer naturkapital.

Mangel på viden gør det svært at operationalisere bæredygtighedsbegrebet

Alt i alt må det konkluderes, at det er en vanskelig opgave at operationalisere bæredygtighedsbegrebet. Mulighederne for at afgøre, om den danske udvikling er bæredygtig, begrænses i høj grad af mangel på viden om helt centrale natur- og samfundsvidenskabelige forhold. Sammenhængene er meget komplekse, og derfor er der stor usikkerhed knyttet til at opgøre miljøeffekterne af den menneskelige adfærd og til at vurdere, hvilke konsekvenser miljøforringelser vil have for menneskelig behovstilfredsstillelse i fremtiden. Analyser af bæredygtighed er således uløseligt forbundet med usikkerhed.

Tekniske fremskridt er centrale...

Mulighederne for at opnå en bæredygtig udvikling vil i høj grad afhænge af fortsat teknologisk udvikling. Historisk har tekniske fremskridt spillet en stor rolle for stigningen i den menneskelige velfærd, og tekniske fremskridt kan i princippet gøre det muligt på en og samme tid at sikre økonomisk vækst og løse, eller i alt fald afhjælpe, visse miljøproblemer, jf. afsnit III.5. Den teknologiske udvikling kan dog også i sig selv give anledning til nye miljøproblemer, og selvom tekniske fremskridt historisk har været af stor betydning, er det ingen naturlov, at de automatisk vil løse alle væsentlige problemer i fremtiden.

...men løser ikke alle problemer

Usikkerhed og irreversibilitet kan begrunde brug af forsigtighedsprincippet

Forsigtighedsprincippet er en af grundpillerne i dansk miljøpolitik. I afsnit III.6 argumenteres der for, at forsigtighedsprincippet kan forsvares som rationelt beslutningskriterium ved regulering af de miljøproblemer, der er karakteriseret ved usikkerhed og irreversibilitet. Graden af usikkerhed og irreversibilitet er afgørende for, hvor stor en risikopræmie vi bør betale for at minimere risikoen for store miljøkatastrofer i fremtiden. Drivhuseffekten er et eksempel på et miljøproblem, hvor skaderne potentielt kan være meget store og irreversible. Med udgangspunkt i illustrative simulationer med den empirisk funderede DICE-model, der søger at integrere økonomiske og naturvidenskabelige sammenhænge, vises det, at usikkerhed og irreversibilitet spiller afgørende ind på den indsats, der i dag bør gøres for at imødegå den menneskeskabte drivhuseffekt.

III.2 Hvad er bæredygtighed?

Bæredygtighed: Lighed inden for og mellem generationer

Begrebet bæredygtighed fik for alvor sit gennembrud med Brundtland-kommissionens rapport, jf. World Commission on Environment and Development (1987). Bæredygtighed blev her defineret som en udvikling, hvor opfyldelsen af de nulevende generationers behov ikke sker på bekostning af fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov. Denne overordnede målsætning blev endvidere suppleret med et krav om, at alle skal have deres basale behov opfyldt. Dermed bliver bæredygtighed grundlæggende til et spørgsmål om fordeling både inden for den enkelte generation og mellem generationer.

Bæredygtigheds- begrebet tømt for reelt indhold

Siden Brundtland-kommissionens rapport er bæredygtighedsbegrebet blevet anvendt på mange måder og i talrige sammenhænge, hvorfor det er blevet mere eller mindre tømt for reelt indhold. Det skyldes nok til dels, at Brundtland-kommissionens definition kan fortolkes på mange måder. Der er derfor et behov for at få præciseret definitionen af bæredygtighed, og nogle af de mere mere principielle overvejelser nævnes i det følgende.¹

Kun menneskers velfærd tillægges værdi

Brundtland-kommissionens definition af bæredygtighed tager udgangspunkt i menneskelig behovstilfredsstillelse. Dvs. den bygger på en verdensopfattelse, hvor naturen kun tillægges en værdi i det omfang, den bidrager til menneskers velfærd. Modstykket hertil er en naturcenteret verdensopfattelse, hvor eksempelvis dyr tillægges en selvstændig værdi, der er uafhængig af deres værdi for mennesker. En sådan forskel i verdensopfattelse vil uundgåeligt føre til meget forskelligartede vurderinger af, hvad der skal til for at sikre bæredygtig udvikling. Det naturcenterede udgangspunkt kan således i sin yderste konsekvens nødvendiggøre store indskrænkninger i den menneskelige aktivitet. Da det er den menneskecentrede verdensopfattelse, der hovedsagelig præger verden i dag, er udgangspunktet også i dette kapitel menneskelig velfærd. Det er dog værd at bemærke, at selv med en menneskecentreret verdensopfattelse kan etiske overvejelser om dyrevelfærd, biodiversitet mv. påvirke menneskers vurdering af naturens værdi.

Menneskelige behov er mangfoldige og svære at måle

Mennesker har mange behov, og mange af dem er vanskelige at definere præcist og ikke mindst at kvantificere. Dermed åbner Brundtland-kommissionens definition for mange og til dels subjektive opfattelser af, hvornår de menneskelige behov kan siges at være opfyldt, og dermed om den nuværende udvikling er bæredygtig eller ej. Hvis bæredygtighed skal være et praktisk anvendeligt begreb, må det første skridt derfor være at få afgrænset de menneskelige behov på en præcis og i princippet målbar måde. Dernæst må man afgøre, hvordan de forskellige behov kan sammenvejes, hvilket er påkrævet for at kunne vurdere, om den samlede behovsopfyldelse vokser eller falder over tid.

1) Derimod omtales kun et fåtal af de mange eksisterende bæredygtighedsdefinitioner. I 1989 fandtes der mindst 50, og siden er dette tal sandsynligvis blevet mangedoblet, jf. Pezzey (1992, 1997).

**Generations
behovsopfyldelse:
Gennemsnitlig
eller total?**

Ligeledes er der flere muligheder for at definere, hvad der menes med en generations behovstilfredsstillelse. Er der tale om den gennemsnitlige behovsopfyldelse pr. indbygger, eller er der tale om summen af individernes behovsopfyldelse? Umiddelbart er det vel mest tiltalende med et mål pr. indbygger, men en ensidig fokusering på den gennemsnitlige velfærd kan være problematisk. Reduktioner i befolkningen pga. f.eks. krige eller epidemier vil eksempelvis ofte gøre det lettere at opnå en bæredygtig udvikling efterfølgende. Forskellen mellem gennemsnitlig og total velfærd har dog mindre betydning, hvis der forventes en nogenlunde konstant befolkning i fremtiden, hvilket synes at være en rimelig antagelse i en dansk sammenhæng.

**Bæredygtighed
forudsætter
udryddelse af
fattigdom**

Fokuseringen på den gennemsnitlige behovstilfredsstillelse kan imidlertid let komme til at overskygge det krav om opfyldelse af basale behov, som Brundtland-kommissionen også stiller til en bæredygtig udvikling. Basale behov kan opfattes som en slags fattigdomsgrænse, og begrebet spillede allerede i 1970'erne en central rolle for fattigdomsbekæmpelsen i udviklingslandene, jf. Pyatt (1991). At udryddelsen af fattigdom er en integreret del af en bæredygtig udvikling, følger naturligt af ønsket om at sikre alle mennesker en rimelig velfærd både nu og i fremtiden.

**Men betyder det
også øget lighed?**

En anden fortolkning af kravet om basal behovsopfyldelse er, at bæredygtig udvikling forudsætter en forholdsvis ligelig fordeling inden for de enkelte generationer. Dermed kan diskussionen om bæredygtighed blive udvidet med endnu en dimension, men vi dog har valgt at se bort fra denne. Dette kan delvis forsvares ud fra en betragtning om, at så længe den gennemsnitlige velfærd ikke falder, må det være op til den enkelte generation selv at finde ud af, hvordan de fordeler den mellem sig. Mens dette kan være et rimeligt argument i nationale betragtninger, er det mere problematisk i et globalt perspektiv, idet der ikke findes mekanismer, der effektivt sikrer, at vindere kompenserer tabere.²

2) Denne mangel føjer eksempelvis et ekstra aspekt til diskussionen om drivhuseffekten, der forventes at ramme de fattigere lande i syd forholdsvis hårdt, jf. IPCC (1996).

Hvad er en rimelig fordeling mellem generationer?

Det næste spørgsmål, som Brundtland-kommissionens definition rejser, er, hvad der menes med, at nutidig behovsopfyldelse ikke må ske på bekostning af fremtidig behovsopfyldelse. Dette krav vedrører fordelingen mellem nulevende og fremtidige generationer, og det kan også fortolkes på flere måder. Inden for økonomien anvendes især tre fortolkninger, jf. Pezzey (1997).

Tre fortolkninger af lighed mellem generationer

Den første fortolkning tager udgangspunkt i det konstante velfærdsniveau, der maksimalt kan opretholdes i al fremtid. Bæredygtighed kræver så, at den faktiske velfærd ikke i nogen periode overstiger dette maksimum, idet en sådan overskridelse vil medføre, at mindst en fremtidig generation ikke kan opnå den maksimale velfærd. Opgaven for hver enkelt generation bliver dermed at komme så tæt på maksimum som muligt uden at overskride det. Den anden og meget brugte fortolkning er, at velfærden skal være ikke-aftagende over tid. Enhver generation skal dermed være mindst lige så godt stillet, som den generation, der levede umiddelbart før. Den tredje mulighed er, at alle fremtidige generationer blot skal kunne opnå en velfærd, der overstiger et givet minimumsniveau. Selvom disse tre fortolkninger alle er i overensstemmelse med Brundtland-kommissionens definition af bæredygtighed, stiller de meget forskellige krav til de nulevende generationer.

Fokus på naturens betydning for behovsopfyldelse

Ud over fordelingsaspektet var det især overvejelserne om naturens betydning for menneskelig behovsopfyldelse, der kom i fokus med Brundtland-kommissionens rapport. Disse overvejelser udsprang af en bekymring for, om fortsat økonomisk vækst ville føre til en så kraftig udnyttelse af naturen, at det på længere sigt ville blive umuligt at opretholde det nuværende velfærdsniveau. Kommissionen pointerede på den baggrund, at miljømæssige hensyn bør inddrages på lige fod med økonomiske hensyn i analyser af menneskelig velfærd.

Mulighederne for at erstatte natur med anden kapital er afgørende

Netop naturens betydning for den menneskelige velfærd er et af de mest kontroversielle spørgsmål i debatten om bæredygtighed. Specielt er der stadig stor uenighed om, hvorvidt eller i hvilket omfang naturen kan erstattes af eksempelvis menneskeskabt kapital på en måde, der ikke reducerer velfærden. Opfattelserne spænder her fra, at de fleste typer af natur er uerstattelig, til at menneskeheden er i stand til at løse alle problemer, når de op-

står, jf. Common og Perrings (1992). Dette er de to ekstreme synspunkter, og der findes naturligvis mange mellemformer. Derfor skelnes der inden for økonomi mellem stærk bæredygtighed, hvor der antages at være begrænsede muligheder for at erstatte natur med menneskeskabt kapital, og svag bæredygtighed, hvor der findes erstatninger for de fleste former for naturkapital.

Vurderinger af bæredygtighed forbundet med usikkerhed

Et særligt forhold i denne diskussion er, at ikke al natur kan genskabes, hvis den først er forsvundet. Ofrer vi i dag en del af naturen til fordel for et højere materielt forbrug, fratager vi samtidig fremtidige generationer deres muligheder for at få glæde af denne natur. Selvom dette valg kan være hensigtsmæssigt ud fra nutidens behov og ønsker, er det ikke sikkert, at de fremtidige generationer vil være enige i denne afvejning mellem materielt forbrug og natur. Dette illustrerer, at vurderinger af bæredygtighed er uløseligt forbundet med usikkerhed. Bæredygtighed vedrører udviklingen langt ud i fremtiden, og forudsigelser med en sådan tidshorisont er altid noget spekulative. Usikkerheden vedrører ikke blot udviklingen i de menneskelige ønsker, men også den teknologiske udvikling, effekterne af mange miljøproblemer mm. Dermed bliver det vigtigt at afklare, hvilke beslutningsregler vi i lyset af usikkerheden skal følge i dag for bedst muligt at sikre en bæredygtig udvikling.

Bæredygtighed er et globalt spørgsmål, men der er også behov for nationale opgørelser

Mange af de problemer, der knytter sig til miljøtilstanden og anvendelsen af jordens ressourcer, er globale. Umiddelbart er det derfor mest oplagt at se på den globale udvikling, og dette er da også udgangspunktet for mange definitioner og vurderinger af bæredygtighed, jf. eksempelvis Daly (1996) og Hanley mfl. (1997). Det er imidlertid muligt at konstruere bæredygtigheds-mål for et enkelt land uden at kende de globalt bæredygtige niveauer for alle former for ressourceudnyttelse og forurening. Dermed bliver informationsbehovet mindre, og samtidig er der god grund til at fokusere meget på national bæredygtighed. Især fordi mange af de indgreb, der er nødvendige for at sikre global bæredygtighed, må foretages af de nationale regeringer.

National bæredygtighed nødvendig, men ikke tilstrækkelig til at sikre global bæredygtighed

Nationale opgørelser vil dog kun være meningsfulde, hvis de er konsistente med en globalt bæredygtig udvikling. Bl.a. skal der gælde, at hvis udviklingen i alle lande på grundlag af nationale opgørelser vurderes at være bæredygtig, så er den globale udvikling også bæredygtig. Senere redegøres der for, hvilke krav det stiller til de nationale opgørelser. Imidlertid er det ikke oplagt, hvordan der kan tages højde for globale fattigdoms- og fordelingsaspekter i nationale opgørelser af bæredygtighed. Kan udviklingen i Danmark f.eks. være bæredygtig, når der er fattige i udviklingslandene? Sådanne spørgsmål understreger behovet for, at alle lande både hver for sig og i fællesskab fører en politik, der er i overensstemmelse med ønsket om en globalt bæredygtig udvikling.

Effektiv regulering en forudsætning for størst mulig velfærd

Analysen af bæredygtighed belyser først og fremmest, om vi i tilstrækkelig grad tilgodeser fremtidige generationer. Det er imidlertid vigtigt at bemærke, at en bæredygtig udvikling ikke er ensbetydende med, at alt er bedst muligt. Ofte vil samfundet samlet set kunne opnå en velfærdsgevinst, hvis en effektiv offentlig regulering sikrede en mere hensigtsmæssig udnyttelse af naturens ressourcer. Bæredygtighed er således et minimumskrav, der ikke giver en entydig anvisning på, hvad der er den bedst mulige udvikling i fremtiden. Der kan være mange fremtidige udviklingsforløb, der lever op til en given definition af bæredygtighed, men som i varierende grad opfylder de nulevende og fremtidige generationers behov. Det er derfor en vigtig opgave at udpege det forløb, som giver den størst mulige behovstilfredsstillelse.

Bæredygtighed kan ikke måles med et enkelt tal

Sammenfattes det ovenstående, er det oplagt, at begrebet bæredygtighed er både vanskeligt at definere og svært at operationalisere. Det skyldes bl.a., at dækkende analyser af bæredygtighed forudsætter viden om de måder, hvorpå økonomiske aktiviteter udnytter og påvirker naturen, samt om de måder, hvorpå ændringer i naturen påvirker den økonomiske aktivitet og menneskelige velfærd. Bæredygtighedsbegrebets mange dimensioner betyder også, at det er usandsynligt, at der kan konstrueres et enkelt mål, der alene kan fortælle, om en given udvikling er bæredygtig eller ej. Omvendt er der oplagt et behov for at finde metoder, hvorpå den eksisterende information kan sammenfattes i et overskueligt antal mål, som på et mere overordnet niveau kan antyde, om udviklingen er bæredygtig.

Pragmatisk tilgang til bæredygtighed i dette kapitel

Analyserne i dette kapitel bygger på en pragmatisk tilgang til bæredygtighed. Det betyder eksempelvis, at bæredygtighedsbegrebet undertiden gradbøjes, selvom en udvikling strengt taget kun kan være enten bæredygtig eller ikke-bæredygtig. Brugen af gradbøjning skyldes bl.a., at empiriske analyser af bæredygtighed hviler på et fundament, der ikke er så solidt, at de kan bære meget håndfaste eller entydige konklusioner. Endvidere er der lagt vægt på, at bæredygtighed defineres på en måde, der kan operationaliseres gennem opstillingen af empiriske mål.

III.3 Indikatorer for naturressourcer og miljø

Naturen har tre væsentlige funktioner for mennesket

Bæredygtighedsbegrebet er affødt af en frygt for, at naturen belastes i et omfang, der truer kommende generationers levevilkår. Uanset hvordan bæredygtighed operationaliseres, er det derfor klart, at naturen må spille en central rolle. Naturen bidrager på forskellig vis til at tilfredsstille menneskets behov og kan ud fra denne synsvinkel siges at have tre overordnede funktioner, jf. f.eks. Pearce og Turner (1990). Naturen er således:

- Leverandør af ressourcer til produktion og forbrug
- Behandler og nedbryder af forurening
- Direkte kilde til velfærd bl.a. via den rekreative værdi og den livsunderstøttende funktion

Brug af naturen på én måde reducerer mulighederne for at bruge den på andre måder

Disse tre anvendelser af naturen er konkurrerende, da brug af naturen på én måde kan forringe mulighederne for at bruge den på andre måder. Det gælder både inden for en afgrænset periode og over tid. Eksempelvis lægger anvendelse af jorden til grusgrave eller produktion af landbrugsprodukter beslag på et areal, som alternativt kunne være anvendt til rent rekreative naturområder. Udslip af luftforurenende stoffer og brug af pesticider kan have en negativ effekt på menneskers sundhed og dermed deres velfærd. Kvælstofudvaskningen fra bl.a. landbruget kan forårsage iltsvind i ferskvande og indre farvande og dermed true fiskebestandene. En anden trussel mod fiskebestandene er overfiskeri, der kan føre til, at bestandene kommer ned under en kritisk størrelse og dermed ikke kan opretholdes på længere sigt.

Miljøindikatorer sammenfatter viden om centrale miljøproblemer

Information om dele af samspillet mellem mennesket og naturen kan sammenfattes i de såkaldte miljøindikatorer, som er fysiske nøgletal for centrale miljøproblemer. Der kan være flere formål med at opstille og publicere miljøindikatorer, men ikke sjældent fremføres eksplicit behovet for at kunne vurdere, om en udvikling er bæredygtig, jf. f.eks. OECD (1994).

Kan bæredygtighed belyses ud fra miljøindikatorer?

Formålet med dette afsnit er at se på de problemer, der er forbundet med at belyse bæredygtighed med udgangspunkt i fysiske indikatorer, herunder at sætte fokus på nogle af de usikkerhedsmomenter, der er knyttet til at opgøre miljø- og naturressourcebelastningen. Hensigten med afsnittet er ikke at give en omfattende beskrivelse af den danske miljøtilstand og miljøbelastning. En sådan kan findes andetsteds, jf. f.eks. Holten-Andersen mfl. (1998). En del af diskussionen vil dog tage afsæt i konkrete eksempler, der er udvalgt ud fra deres evne til at illustrere væsentlige problemstillinger samt ud fra deres relevans for resten af kapitlet.

Miljøindikatorer kan henføres til miljøtemaer

Bl.a. under henvisning til bæredygtighedsbegrebet er der internationalt både i OECD- og FN-regi arbejdet med at udvikle og systematisere miljøindikatorer, jf. OECD (1994) og DPCSD (1996). For at overskueliggøre informationerne henføres miljøindikatorerne til såkaldte miljøtemaer.³ Disse miljøtemaer vil i høj grad afspejle, hvad der står på den politiske dagsorden, og sikrer derfor ikke nødvendigvis en fyldestgørende beskrivelse af samspillet mellem natur og menneske.⁴

- 3) IOECD-regi opereres der med følgende miljøtemaer: Drivhuseffekt, ozonlagsnedbrydning, eutrofiering (overgødsning), forsurening, miljøfremmede stoffer, bymiljø, biodiversitet, kulturlandskab, affald, vand, skov, fisk og jorderosion, jf. OECD (1994). De første ni temaer knytter sig til forurening og naturens evne til at nedbryde forurening, mens de sidste fire tager udgangspunkt i naturen som leverandør af ressourcer.
- 4) Et alternativ til at klassificere indikatorerne efter miljøtema er at tage udgangspunkt i de enkelte samfundssektors miljøpåvirkninger. Som grundlag for at vurdere om den nationale udvikling er bæredygtig, er denne tilgang mindre hensigtsmæssig, da det er den samlede miljøpåvirkning, der er afgørende, snarere end de enkelte sektors bidrag.

PSR-konceptet

For det enkelte miljøtema kan indikatorerne yderligere kategoriseres ud fra det såkaldte PSR-koncept (pressure-state-response), der oprindeligt blev udtænkt i OECD-regi og siden har fundet vid anvendelse. I PSR-konceptet ligger der en skelnen mellem belastningsindikatorer, som eksplicit fokuserer på miljøpåvirkningen, tilstandsindikatorer, der angiver belastningens konsekvenser for miljøtilstanden, og responsindikatorer, der viser samfundets reaktioner på miljøproblemerne.⁵ I praksis er en entydig skelnen mellem belastnings-, tilstands- og responsindikatorer dog ikke altid mulig. Eksempelvis kan et faldende SO₂-udslip både opfattes som en belastningsindikator og som en responsindikator, der afspejler den samfundsmæssige indsats for at mindske belastningen.

Både tilstands- og belastningsindikatorer kan i princippet belyse bæredygtighed

I bæredygtighedssammenhæng er det især miljøets tilstand, der betyder noget. Det synes umiddelbart at pege på behovet for tilstandsindikatorer. For mange miljøproblemer med en væsentlig tidsmæssig dimension er de aktuelle belastningsindikatorer dog et bedre mål for den fremtidige miljøtilstand end de aktuelle tilstandsindikatorer, der i højere grad afspejler fortidens synder. Skaden forbundet med en given belastning afhænger imidlertid af, hvilken tilstand miljøet er i som udgangspunkt, og under alle omstændigheder kræves derfor kendskab til den naturvidenskabelige sammenhæng mellem miljøbelastning og miljøtilstand. Ofte vil en enkelt indikator kun fortælle en del af historien. Hvorvidt det er udviklingen i en belastnings- eller en tilstandsindikator, der mest hensigtsmæssigt belyser bæredygtighed for det enkelte miljøtema, må afhænge af en konkret vurdering i hvert enkelt tilfælde. Der vil dog være en tendens til i relativt stor udstrækning at anvende belastningsindikatorer, da disse ofte er lettere at måle, jf. OECD (1994).

- 5) Et alternativ til PSR-konceptet er DPSIR-konceptet (driving force-pressure-state-impact-response), hvor der mere eksplicit fokuseres på samspillet mellem økonomiske og sociale forhold og miljø. Ud over belastnings- og tilstandsindikatorer ses der på de aktiviteter i samfundet, der virker som drivkræfter (driving force) for miljøbelastningen, og på de tilbagespilseffekter (impact), miljøtilstanden har på økonomien. En variant af DPSIR-konceptet ligger bag FN's arbejde med at udvikle økonomiske, sociale og miljømæssige indikatorer for bæredygtighed, jf. DPCSD (1996).

Kriterier for valg af indikator

Et tilstrækkeligt nuanceret billede af et givet miljøproblem forudsætter ofte brug af mere end én miljøindikator. Af overskuelighedshensyn bør det dog tilstræbes at minimere antallet af indikatorer, og det er derfor væsentligt, hvordan de udvælges. OECD opererer med tre overordnede kriterier for valg af miljøindikatorer, jf. OECD (1994). Ud over det helt grundlæggende krav om, at indikatorerne skal være målbare, pointeres det også, at de skal være analytisk velfunderede. Endelig skal indikatorerne være nyttige og politisk relevante. Det dækker bl.a. over, at de skal fokusere på væsentlige sammenhænge, at de skal være letforståelige og i stand til at belyse udviklingen over tid, samt at de skal være knyttet til et referenceniveau, f.eks. i form af en miljømæssig målsætning, der gør det muligt at vurdere, om den beskrevne udvikling er god eller dårlig. I praksis vil det sjældent være muligt at få opfyldt alle disse krav til en indikator. Eksempelvis vil måleproblemer ofte sætte en grænse for, i hvor høj grad de andre kriterier kan opfyldes.

Dansk eksempel på miljøindikatorer

Et eksempel på nogle almindeligt anvendte miljøindikatorer gives i tabel III.1. Disse indikatorer er sammenfattet fra den nyeste danske miljøindikatorpublikation, jf. Miljø- og Energiministeriet (1998). For at lette overblikket har vi klassificeret indikatorerne som hhv. belastnings- og tilstandsindikatorer i overensstemmelse med PSR-konceptet.⁶ Miljø- og Energiministeriets miljøindikatorpublikation består af udvalgte indikatorer fra en mere omfattende rapport om samspejlet mellem menneske og natur, jf. Holten-Andersen mfl. (1998). Miljø- og Energiministeriets kriterier for valg af indikatorer fremstår dog ikke klart. Da der er tale om udvalgte indikatorer, giver de ifølge sagens natur ikke noget fuldstændigt billede af de enkelte miljøtemaer. F.eks. er det valgt i miljøindikatorpublikationen kun at beskrive den fotokemiske luftforurening ved luftens ozonindhold, som er en tilstandsindikator. Det skyldes ikke, at man ikke kan opgøre belastningsindikatorer for dette miljøtema, men afspejler blot det valg, Miljø- og Energiministeriet har truffet ved udvælgelsen af indikatorer.

6) I Miljø- og Energiministeriets miljøindikatorpublikation findes der også enkelte indikatorer, der bedst kan klassificeres som responsindikatorer. Det gælder f.eks. antal fredede fortidsminder, der hører hjemme under miljøtemaet "landskabet".

Tabel III.1 Miljø- og Energiministeriets udvalgte indikatorer for miljøtemaer

Tema	Belastning	Tilstand
Drivhuseffekt	Udslip af CO ₂ (globalt og i Danmark)	Global gennemsnitstemperatur
Ozonlags- nedbrydning	Forbrug af ozonlags- nedbrydende stoffer	Ozonlagets tykkelse
Forsuring	Udslip af SO ₂ , NO _x	Overskridelse af tålegrænser for skov Nåletab
Fotokemisk luftforurening		Luftens ozonindhold
Grundvand	Forbrug af grundvand til drikkevand	Grundvandspejlets højde Vandboringer med nikkel Nitratindholdet i grundvandet Pesticider i grundvandet
Vandløb og søer	Udslip af fosfor	Miljøtilstand i vandløb Søvandets klarhed
Havet	Tilførsel af fosfor og kvælstof Andele af silde-, torske- og rødspættebestanden der fanges i løbet af et år	Områder med iltsvind Bestanden af sild, torsk og rødspætter Antallet af badeforbud
Landskabet		Bestanden af syv typiske fugle Odderbestanden Jagtudbyttet som indikator for bestanden af jagtbare dyr
Byernes miljø	Trafikarbejdet i byer	Luftens koncentration af NO ₂ Antal trafikuheld Samlet parkareal

Anm.: I Miljø- og Energiministeriets miljøindikatorpublikation opereres der både med miljøtemaer og sektorer, men da fokus her er på miljøtemaer, er kun disse medtaget. Af overskuelighedshensyn skelnes der mellem belastnings- og tilstandsindikatorer. Denne skelnen foretages ikke eksplicit i miljøindikatorpublikationen. Da der er tale om udvalgte miljøindikatorer, giver de ikke en udtømmende beskrivelse af årsagssammenhængene for de enkelte miljøtemaer.

Kilde: Sammenstillet på grundlag af Miljø- og Energiministeriet (1998).

Kan bæredygtighed belyses med miljøindikatorer?

Hvis et system af miljøindikatorer skal danne udgangspunkt for at vurdere, om en given udvikling er bæredygtig, melder der sig to spørgsmål. Dels om den enkelte indikator kan relateres til bæredygtighed, dels hvordan de mange indikatorer kan sammenfattes til et samlet billede. Nogle af de problemer, der kan opstå i relation til det enkelte miljøtema, såsom valg af indikator og fortolkning af målsætning, illustreres ved eksempler nedenfor, men først diskuteres nogle af de principielle aspekter forbundet med at belyse bæredygtighed ud fra fysiske indikatorer.

Kan målsætninger og grænseværdier gives en bæredygtighedsfortolkning?...

Udviklingen i den enkelte miljøindikator vurderes ofte i forhold til et referenceniveau i form af en eksisterende grænseværdi eller reduktionsmålsætning. I det omfang sådanne politiske pejlemærker afspejler en overordnet bæredygtighedsvurdering, kan der tales om bæredygtig udnyttelse af enkelte dele af naturen, hvis indikatoren ligger på den rigtige side af referenceniveauet. Hvis indikatoren omvendt ligger på den forkerte side af referenceniveauet, kan en bevægelse i retning af referenceniveauet tages som et udtryk for, at udviklingen går i bæredygtig retning. En forudsætning for at kunne give afvigelsen i forhold til referenceniveauet nogen form for bæredygtighedsfortolkning er dog, at målsætningen eller grænseværdien afspejler bæredygtige miljøkrav.

...nej næppe

I praksis er det usandsynligt, at målsætninger og grænseværdier fuldt ud afspejler bæredygtighedshensyn. Snarere fremkommer de enkelte målsætninger isoleret fra hinanden ved en pragmatisk proces, der involverer politikere, videnskabsfolk og interesseorganisationer, og hvor det ud over hensynet til fremtiden også spiller ind, hvad der anses for at være en fornuftig miljøpolitik nu og her. At en miljøindikator ligger tæt på en målsætning, kan derfor ikke uden videre tages som tegn på bæredygtighed.

Eksempel på beregning af et miljøindeks

Selv hvis grænseværdier og målsætninger for de enkelte miljøindikatorer kunne gives bæredygtighedsfortolkninger, vil et sæt af miljøindikatorer ikke umiddelbart kunne bruges til at vurdere, om den samlede udvikling er bæredygtig. Hvis en sådan samlet vurdering ønskes, er der behov for at kunne sammenfatte den information, der ligger i de enkelte indikatorer. Hammond mfl. (1995) argumenterer for, at et samlet miljøbelastningsindeks vil være et nyttigt supplement til de enkelte belastningsindikatorer

og illustrerer, hvordan et miljøindeks kan konstrueres med udgangspunkt i målsætningsbestemte vægte. Ideen er lanceret af det hollandske statistikbureau og går ud på at relatere belastningsindikatorer for de enkelte miljøtemaer til en målsætning på området. Udtrykt i en ækvivalent, der tillader summering på tværs af miljøtemaer, fortolkes afvigelsen mellem faktisk belastning og målsætning derpå som et mål for størrelsen af det pågældende miljøproblem. Denne vægtning er dog helt arbitrær, idet der ikke er noget belæg for at tillægge en procentvis afvigelse fra en målsætning samme værdi for forskellige miljøtemaer.

Miljøindeks næppe af selvstændig interesse

I det hele taget kan der sættes spørgsmålstegn ved værdien af overhovedet at konstruere et samlet miljøindeks. Hvis udgangspunktet er en form for stærk bæredygtighed, hvor der fokuseres på de enkelte miljøtemaer, vil der næppe opnås ekstra information ved at aggregere indikatorerne på tværs af miljøtemaer. Hvis omvendt miljøindikatorer skal indgå i prioriteringsovervejelser eller i en overordnet vurdering af, om en bestemt udvikling er bæredygtig, er det under alle omstændigheder ikke nok blot at sammenveje de enkelte miljøtemaer, da naturhensynet kun er et aspekt af bæredygtighed.

Drivhuseffekten: Et globalt og langsigtet miljøproblem

Drivhuseffekten som langsigtet og globalt miljøproblem

Drivhuseffekten fra jordens atmosfære er i sig selv et naturligt fænomen og en nødvendig forudsætning for at opretholde en tilstrækkelig høj temperatur på jorden. Når drivhuseffekten kaldes et miljøproblem, skyldes det, at udslippet af visse stoffer, de såkaldte drivhusgasser, kan forstærke den naturlige opvarmning og dermed forårsage menneskeskabte klimaændringer. De vigtigste drivhusgasser er kuldioxid (CO_2), metan (CH_4) og lantergas (N_2O) samt en gruppe af kemiske stoffer, der også har en nedbrydende effekt på ozonlaget. De fleste af stofferne har lang levetid i atmosfæren, hvilket giver drivhusproblemet en væsentlig tidsdimension og en grad af irreversibilitet, da en eventuel reduktion i udslippet først vil have en mærkbar effekt efter en længere årrække. Da drivhuseffekten er et miljøproblem af global karakter, kræver det en international løsning. En sådan løsning søges opnået inden for rammerne af FN's klimakonvention.

**IPCC's vurdering:
Mennesket påvirker
det globale klima**

Da klimaet udviser høj grad af naturlig variation, kan det være vanskeligt at påvise en menneskeskabt ændring. FN's klimapanel, IPCC, har dog i sin seneste rapport konkluderet, at der er en sknelig menneskelig påvirkning af det globale klima, jf. IPCC (1996). Det betyder, at den observerede stigning i den globale gennemsnitstemperatur over de sidste 100 år ikke kun har naturgivne årsager.

**Drivhusgassernes
effekt udtrykkes ved
deres globale
opvarmnings-
potentiale**

Da flere forskellige stoffer bidrager til drivhuseffekten, er en sammenvejning nødvendig for at finde en samlet belastningsindikator. En sådan sammenvejning kan ske ved at vægte udslippet af de forskellige drivhusgasser med deres globale opvarmningspotentiale (GWP). Stoffernes globale opvarmningspotentiale fastlægges i forhold til CO₂, der tillægges en vægt på 1. Disse naturvidenskabeligt baserede GWP-vægte er ikke entydige. Således er valget af tidshorisont afgørende for deres indbyrdes størrelsesforhold, da de forskellige drivhusgasser har forskellig levetid i atmosfæren. Uanset hvilken tidshorisont der opereres med, er CO₂ den vigtigste drivhusgas i Danmark, jf. tabel III.2. Det samme gælder på globalt plan. De andre drivhusgasser har ganske vist højere effekt pr. kg udslip, men det mere end opvejes af den store mængde CO₂.

Tabel III.2 Danmarks udslip af tre væsentlige drivhusgasser i 1996, faktisk og GWP-vægtet med forskellige tidshorisonter

		Andel af samlet belastning ved forskellig tidshorisont		
	Faktisk udslip	20 år	100 år ^a	500 år
	Mio. ton	-----	Pct. -----	
CO ₂	72,64	72,8	85,2	93,8
CH ₄	0,43	23,8	10,5	3,6
N ₂ O	0,01	3,4	4,4	2,6

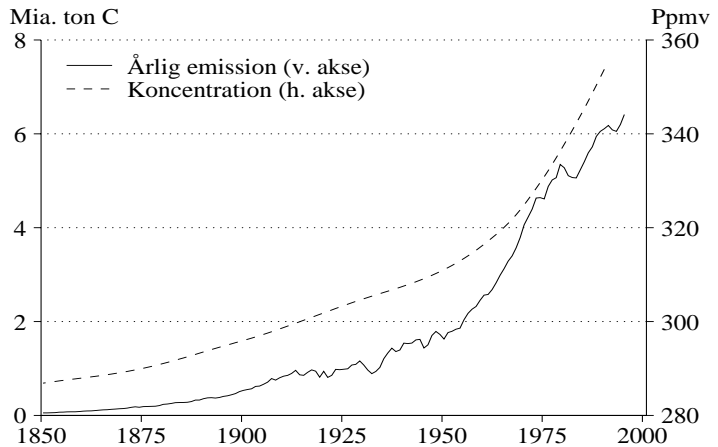
a) Internationalt opereres som oftest med en tidshorisont på 100 år.

Kilde: DMU, *Corinair-databasen*, Holten-Andersen mfl. (1998) og egne beregninger.

Stigende CO₂-koncentration i atmosfæren

Det betyder ikke noget for den globale opvarmning, hvor på jorden udslippet af drivhusgasser finder sted. Derfor kan det globale drivhusgasudslip bruges som belastningsindikator uden skelen til, hvorfra udslippet stammer. Det globale CO₂-udslip er stadigt stigende, jf. figur III.1. Det er imidlertid ikke drivhusgasudslippet i sig selv, der er problematisk, men den koncentration af stofferne, der optræder i atmosfæren, og i sidste ende den globale temperaturstigning, dette kan forårsage. Parallelt med stigningen i CO₂-udslip er også CO₂-koncentrationen i atmosfæren steget markant. Hvor CO₂-koncentrationen i atmosfæren før industrialiseringen var omkring 280 ppmv (millionte dele af rumfanget), er den i dag 360 ppmv.

Figur III.1 Det globale CO₂-udslip og CO₂-koncentration i atmosfæren



Anm.: Enheden ppmv angiver millionte dele af rumfanget.

Kilde: Holten-Andersen mfl. (1998).

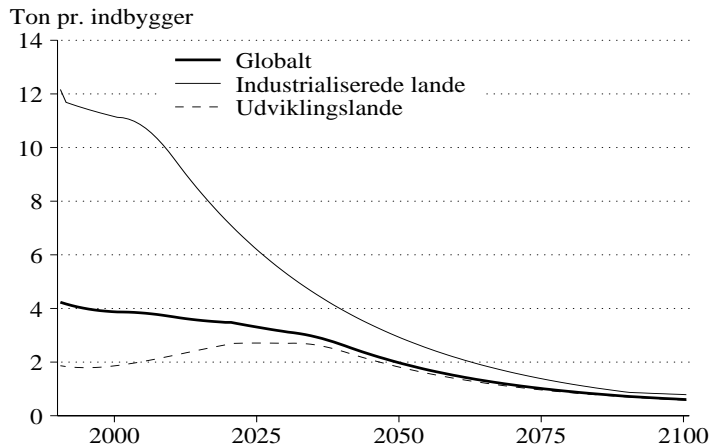
Drivhuseffektens konsekvenser

I en fremskrivning af udviklingen frem mod år 2100 forudsiger IPCC en global temperaturstigning på omkring 2 grader, jf. IPCC (1996). Virkningerne af en sådan temperaturstigning er vanskelige at forudsige, men omfatter bl.a. en vandstandsstigning på 50 cm, ændrede nedbørsforhold og ændrede vilkår for plantevæksten samt større udsving i klimaet med flere ekstreme episoder. I fremskrivningen når CO₂-koncentrationen og dermed klimaet ikke at blive stabiliseret inden for den betragtede tids-horisont. IPCC har også opstillet en række scenarier, som viser, hvilke udslipsreduktioner der skal til for at stabilisere atmosfærens CO₂-koncentration på forskellige niveauer. På basis af disse scenarier vurderer IPCC, at det er urealistisk at forestille sig, at menneskeskabte temperaturstigninger kan undgås.

Dansk CO₂-udslip skal potentielt reduceres markant

Energistyrelsen har gennemført et regneeksempel, som viser, hvilke reduktioner der kræves i hhv. i- og u-lande, hvis atmosfærens CO₂-indhold skal stabiliseres på 450 ppmv, dvs. 25 pct. over det nuværende niveau, jf. Miljø- og Energiministeriet (1996). Forudsat at de teknologier, der introduceres i i-landene, kan overføres til u-landene med 20 års forsinkelse, skal CO₂-udslippet i i-landene halveres i forhold til 1990-niveau omkring år 2030, hvorefter der skal ske yderligere reduktioner, jf. figur III.2. For Danmark vil det indebære, at CO₂-udslippet pr. indbygger skal reduceres fra de nuværende 12 ton til 1,2 ton i år 2100. Det svarer til en reduktion på 90 pct. Uafhængigt af internationale forpligtelser har Danmark en national målsætning om, at udslippet af CO₂ skal reduceres med 20 pct. i år 2005 i forhold til 1988-niveau.

Figur III.2 Tilladte emissioner hvis atmosfærens CO₂-indhold skal stabiliseres på 450 ppmv



Kilde: Miljø- og Energiministeriet (1996).

Eksempel på brug af begrebet “det økologiske råderum”

I beregningseksemplet vil CO₂-udslippet pr. indbygger være stort set det samme for i- og u-lande i år 2100. Dette er i overensstemmelse med kravet om, at enhver verdensborger skal have ret til sin del af det økologiske råderum. Det svarer i denne sammenhæng til på længere sigt at udlede den samme mængde CO₂ som alle andre. Generelt defineres det økologiske råderum som “den mængde naturressourcer, der kan bruges pr. år, uden at vi forhindrer fremtidige generationer i at få adgang til den samme mængde og kvalitet”, jf. Miljø- og Energiministeriet (1995). Det vil dog have drastiske konsekvenser at fortolke begrebet helt bogstaveligt. Bl.a. ville det indebære, at brug af udtømmelige ressourcer slet ikke kan forsvares, da ethvert forbrug nu og her reducerer de fremtidige forbrugsmuligheder.

Den danske CO₂-målsætning og bæredygtighed

Hvis den danske CO₂-målsætning bruges som målestok for, i hvor høj grad den danske udvikling er bæredygtig i relation til drivhusproblemet, er det således væsentligt at være opmærksom på flere forhold. For det første er CO₂ kun en blandt flere drivhusgasser. For det andet er en reduktion på 20 pct. næppe tilstrækkelig på længere sigt. For det tredje er det en nødvendig forudsætning for at kunne give en dansk målsætning en bæredygtighedsfortolkning, at alle andre lande også reducerer deres CO₂-udslip.⁷ Hvordan denne globale indsats skal udmøntes i de enkelte lande er i bund og grund et fordelingsmæssigt spørgsmål.

Skal CO₂-udslippet tilskrives forbrug eller produktion?

En sidste kommentar, der her skal knyttes til den danske CO₂-målsætning, udspringer af Danmarks eksport af el til Norge og Sverige. Ofte korrigeres det danske CO₂-udslip for elhandel med udlandet. Dvs. at CO₂-udslippet forbundet med produktion af den eksporterede el ikke medregnes i det danske CO₂-udslip. Da heller ikke Norge og Sverige medregner udslippet i deres CO₂-opgørelser, fører det til, at en del af det faktisk forekommende udslip forsvinder ud af statistikken. Hvilken opgørelsesmetode der er mest hensigtsmæssig, rejser det centrale spørgsmål om, hvorvidt en negativ miljøeffekt bør tilskrives produktion eller forbrug i en verden med handel på tværs af landegrænserne. Uanset hvilken tilgang der vælges, er det vigtigt, at opgørelsen sker konsistent på tværs af lande. Den danske målsætning knytter sig til det korrigerede udslip, men Danmark er det eneste land, der opgør sit CO₂-udslip på denne måde, jf. IEA (1998).⁸

- 7) Det danske CO₂-udslip udgør mindre end 0,5 pct. af det globale udslip, og en dansk indsats vil derfor ikke i sig selv bidrage mærkbart til en samlet global reduktion i CO₂-udslippet. Det kan dog tænkes, at en separat dansk målsætning via signalværdien kan fremme en samlet global indsats.
- 8) Fra 1988 til 1997 udviser det danske CO₂-udslip en stigning på 11 pct. for det faktiske udslip mod en reduktion på godt 6 pct., når der korrigeres for elhandel og temperaturudsving, som influerer kraftigt på behovet for opvarmning, jf. Energistyrelsen (1998b). Det er indlysende, at udsigterne til at leve op til målsætningen om at reducere udslippet med 20 pct. inden år 2005, afhænger stærkt af, hvordan udslippet opgøres.

Lokal og grænseoverskridende luftforurening

Luftforurenende stoffer bidrager til mange miljøproblemer

Flere luftforurenende stoffer bidrager til både lokale og regionale miljøproblemer. Således bidrager bl.a. svovldioxid (SO_2) kvælstofoxider (NO_x), kulbrinter (HC), kulilte (CO) og partikler til den lokale luftforurening, i og med at de tæt ved forureningskilderne kan give sundhedsskader og fremme nedbrydning af f.eks. bygninger. Luftforureningen på et givet sted er dog ikke kun knyttet til den lokale forurening, da stofferne ofte kan spredes over lange afstande og forårsage skader langt fra den oprindelige forureningskilde. Det gælder f.eks. for SO_2 og NO_x , der kan skabe forsurningsproblemer. Sammen med kulbrinter bidrager NO_x også til dannelse af fotokemisk luftforurening i form af forhøjede ozonkoncentrationer, der kan være sundhedsskadelige.

Grænseværdier for luftens indhold af SO_2 , NO_x og svævestøv

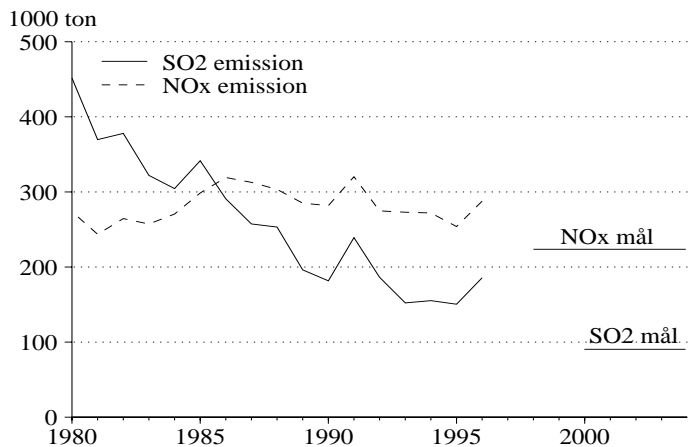
Referenceniveauer for luftforureningen kan knyttes enten til udslippet af forurenende stoffer eller til koncentrationen af forurenende stoffer i luften. I Danmark er der fastsat grænseværdier for luftens indhold af SO_2 , NO_x og svævestøv. Disse bindende grænseværdier, der er baseret på EU-direktiver, er begrundet med hensynet til folkesundheden og suppleres af nogle vejledende grænseværdier, anbefalet af verdenssundhedsorganisationen WHO. Da der er en væsentlig variation i luftens indhold af de forurenende stoffer, er grænseværdierne ikke fastsat som absolut bindende grænser, men som grænser der højst må overskrides for en vis procentdel af målingerne.⁹

9) Eksempelvis opereres der for NO_x med en grænseværdi i form af en 98-fraktil af timemiddelværdierne over et år på 200 mikrogram NO_2 pr. m^3 luft. Det svarer til, at niveauet på 200 mikrogram NO_2 pr. m^3 luft højst må overskrides i 175 timer i løbet af et år, jf. Danmarks Statistik (1994).

Danmark har også underskrevet en række aftaler om at reducere forurenende udslip

Ud over at operere med sådanne grænseværdier for luftens indhold af forurenende stoffer har Danmark underskrevet en række internationale aftaler om at reducere udslippet af de forurenende stoffer, der bidrager til den regionale luftforurening.¹⁰ Det europæiske SO₂-udslip er reduceret markant siden 1975, jf. Holten-Andersen mfl. (1998). Samme udvikling er sket i Danmark, jf. figur III.3. Det europæiske NO_x-udslip steg frem til slutningen af 1980'erne, hvorefter der er sket et fald på 14 pct. Med undtagelse af et kortvarigt fald efter den anden oliekrise har det danske NO_x-udslip været stigende frem til 1986, hvorefter der er sket en stabilisering med en faldende tendens i første halvdel af 1990'erne.

Figur III.3 Udslip af SO₂ og NO_x samt reduktionsmål



Kilde: DMU, *Corinair-databasen*, og Holten-Andersen mfl. (1998).

10) Danmark har inden for rammerne af ECE, FN's økonomiske kommission for Europa, forpligtet sig til inden år 2000 at reducere SO₂-udslippet med 80 pct. i forhold til 1980-niveau, senest i 1998 at reducere NO_x-udslippet med 30 pct. i forhold til et år i perioden 1980-86, og senest i 1999 at reducere udslippet af kulbrinter med 30 pct. i forhold til 1985.

Grænse- overskridende luftforurening

En reduktion i det danske udslip vil dog ikke i særlig udtalt grad reducere den danske miljøbelastning, da den største del af depositionen stammer fra udlandet. Det er således kun 20 pct. af den svovl, som havner i Danmark, der stammer fra danske kilder, jf. tabel III.3. En betydelig del af den afsatte svovl stammer fra Tyskland og Storbritanien. Tilsvarende er det kun 11 pct. af emissionen i Danmark, der rent faktisk afsættes i Danmark. En stor del af forureningen blæser således ud af landet, bl.a. til Sverige. Alt i alt er Danmark nettoeksportør af svovlforurening, da danske kilder udleder større mængde svovl, end der afsættes på dansk område. Også for kvælstofoxider og ammoniak er Danmark nettoeksportør, jf. Danmarks Statistik (1997). Det grænseoverskridende element for nogle af de luftforurenende stoffer indebærer, ligesom for CO₂-problematikken, at de danske målsætninger ikke uden videre kan gives bæredygtighedsfortolkninger uden skelen til, hvilken indsats der gøres i udlandet.

Tabel III.3 Emission fra og deposition af luftbåren svovl 1995

	Dansk emission afsat i forskellige lande		Emission fra forskellige lande afsat i Danmark	
	-- Ton S --	-- Pct. --	-- Ton S --	-- Pct. --
I alt	61.300	100	34.400	100
Danmark	6.700	11	6.700	20
Sverige	7.500	12	300	1
Storbritanien	400	1	6.900	20
Tyskland	3.800	6	6.200	18
Polen	3.500	6	3.400	10
Europæiske del af tidl. Sovjet	7.100	12	500	1
Havområder	26.300	43	1.500	4
Andet	6.000	10	8.900	26

Anm.: Der ses kun på den del af udslippet, der stammer fra eller afsættes i det område, der er dækket af det internationale måleprogram EMEP.

Kilde: Danmarks Statistik (1997).

Målsætninger kan ikke fastsættes uafhængigt af hinanden

Flere af de luftforurenende stoffer bidrager til mere end et miljøproblem, deres skadevirkninger optræder ikke uafhængigt af hinanden, og skaderne afhænger af, hvor udslippet finder sted. I praksis er det derfor ikke nemt at fastlægge hensigtsmæssige reduktionsmålsætninger. Eksempelvis skal en ideel målsætning for NO_x både afspejle de lokale sundhedsskader og de regionale skader samt tage højde for, at bidraget til den fotokemiske luftforurening afhænger af udslippet af kulbrinter.

Kortsigtede miljøproblemer har mindre betydning for bæredygtighed

For de regionale og især de lokale luftforureningskomponenter er tidshorizonten ikke så lang som for eksempel CO₂-problemet. Der er dermed ikke samme grad af irreversibilitet knyttet til de forurenende udslip, og dermed bliver reduktionsmålsætningerne måske mere et spørgsmål om at reducere de negative eksterne effekter for de nulevende generationer end om at sikre hensynet til fremtidige generationer. I det omfang de negative følger af sundhedsskader optræder engang i fremtiden i form af øget dødelighed og lavere produktivitet, er det dog klart, at fremtidige generationers forbrugsmuligheder påvirkes.

Pesticider og grundvand

Pesticiders negative miljøeffekter

Pesticider anvendes bl.a. i landbruget til bekæmpelse af ukrudt, sygdomme og skadedyr. Brugen af pesticider er forbundet med mulige skadevirkninger som følge af, at der kan forekomme rester af pesticider i fødevarerne, samt at pesticiderne under og efter brugen kan spredes til andre dele af miljøet, herunder til grundvandet, der leverer mere end 99 pct. af drikkevandet i Danmark. Pesticider er under mistanke for at være kræftfremkaldende og for at kunne give hormonskader hos mennesker. Endvidere kan pesticidanvendelsen forringe levevilkårene for den vildtlevende flora og fauna.

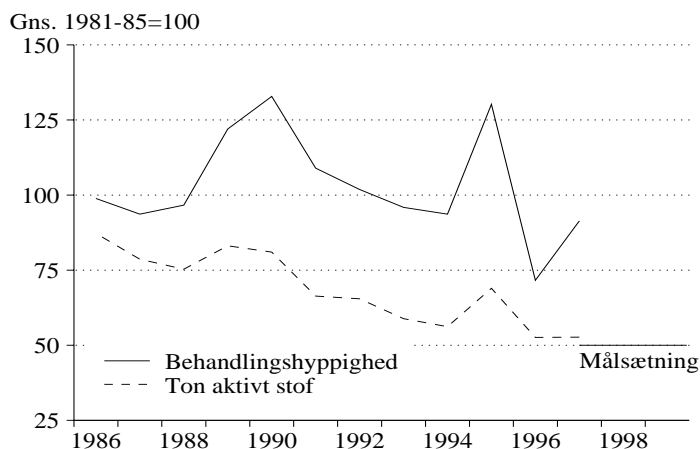
**Pesticidhandlings-
planens mål:
Halver forbruget
målt i ton...**

Pesticidernes påvirkning af miljøet er kompleks, og alene det store antal forskellige stoffer gør det vanskeligt at finde en tilstrækkelig god belastningsindikator. I forsøg på at tage højde for pesticidernes miljøbelastning indeholder pesticidhandlingsplanen fra 1986 derfor to delmålsætninger. Pesticidhandlingsplanens ene delmålsætning er at reducere forbruget af pesticider målt som ton aktivt stof med 50 pct. inden 1997 i forhold til gennemsnittet for perioden 1981-85. Forbruget af pesticider målt som ton aktivt stof er da også faldet markant siden midten af 1980'erne og nærmer sig målet om en reduktion på 50 pct., jf. figur III.4. Det bør i øvrigt bemærkes, at den betydelige reduktion i salget af pesticider fra 1995 til 1996 skal ses på baggrund af det store salg i 1995, hvor en varslet afgiftsstigning fra indgangen til 1996 medførte forudgående opkøb til lager.

**...og målt ved
behandlings-
hyppigheden**

Reduktionen i pesticidforbruget hænger sammen med, at mange af de nye pesticider er mere koncentrerede end tidligere anvendte midler og derfor kan give den samme effekt ved lavere doseringer. For at sikre en reduktion i miljøbelastningen er det således ikke tilstrækkeligt at reducere forbruget målt som mængden af aktivt stof. Pesticidhandlingsplanens anden delmålsætning er derfor at halvere behandlingshyppigheden, som er et mål for, hvor mange gange hver enkelt mark kan sprøjtes i løbet af et år, hvis man sprøjter med den anbefalede dosis. Den procentvise reduktion i behandlingshyppigheden er en hel del mindre end den procentvise reduktion i mængden af aktivt stof, og der er endnu et godt stykke til målsætningen om en reduktion på 50 pct. Pesticidhandlingsplanens målsætninger er en illustration af, at det kan være vanskeligt at finde en enkelt belastningsindikator, der på tilfredsstillende vis beskriver miljøbelastningen.

Figur III.4 Landbrugets forbrug af pesticider



Anm.: Ved behandlingshyppighed forstås det gennemsnitlige antal gange markerne kan sprøjtes i løbet af et år med den solgte mængde pesticider, hvis der sprøjtes med den anbefalede dosis. Målsætningen om at halvere forbruget gælder både for forbruget målt i ton og målt ved behandlingshyppigheden.

Kilde: Danmarks Statistik, *Statistiske Efterretninger, Miljø*.

Fund af pesticider i drikkevand

Grænseværdien for indholdet af pesticider i drikkevand er 0,1 mikrogram pr. liter for et enkelt pesticid og 0,5 mikrogram pr. liter for summen af pesticider. I modsætning til de grænseværdier, der opereres med for luftforurening, er grænseværdierne for pesticider absolutte i den forstand, at de i princippet aldrig må overskrides. Et af formålene med grundvandsovervågningen, der blev etableret i slutningen af 1980'erne, er at overvåge pesticidindholdet i grundvandet. Som led i grundvandsovervågningen undersøges vandprøver for indholdet af otte pesticider.¹¹ Indtil videre er der fundet spor af en eller flere af disse i 12 pct. af vandprøverne, og grænseværdien på 0,1 mikrogram pr. liter er

11) De mange fund af pesticider i grundvandsboringer har nu ført til, at der undersøges for langt flere end de hidtidige otte stoffer.

overskredet i ca. 4 pct., jf. Holten-Andersen mfl. (1998). Det vand, der drikkes i dag, er hovedsagelig dannet i perioden 1950-70. Som følge af den store mængde pesticider, der er anvendt siden da, kan der forventes et højere pesticidindhold i grundvandet fremover.

Grænseværdiernes fortolkning

Grænseværdierne for indholdet af pesticider i drikkevand er fastsat i EU's drikkevandsdirektiv fra 1980. På daværende tidspunkt kunne man med de eksisterende analysemetoder ikke måle et pesticidindhold på mindre end 0,1 mikrogram pr. liter. Grænseværdien er således udtryk for, at der slet ikke bør være pesticider i drikkevandet, jf. Miljø- og Energiministeriet (1995). Det vil altså sige, at man for enhver pris skal være sikret rent, eller i alt fald pesticidfrit, drikkevand direkte fra undergrunden. Det har således været en erklæret dansk målsætning, at vandet skal kunne drikkes i urensset stand. Rent grundvand bliver dermed opfattet som kritisk for menneskelig velfærd. En væsentlig opgave i forbindelse med at analysere bæredygtighed er at identificere sådan kritisk naturkapital.

Irreversibilitet og forsigtighedsprincippet

Det er væsentligt at overveje, ud fra hvilke hensyn man kan argumentere for grænseværdier, der i virkeligheden er så lave, at de reelt svarer til et krav om, at der slet ikke er forurening. Pesticidernes sundhedsskader har ikke karakter af akut giftighed, med mindre der er tale om dramatiske overskridelser af grænseværdierne. Snarere er der tale om langtidseffekter, dvs. om skader ved at udsættes for lave koncentrationer af pesticider gennem en længere periode. Der er meget stor usikkerhed forbundet med at vurdere omfanget af disse skader. Samtidig er tidsselementet meget udtalt, da der går lang tid, før pesticiderne overhovedet når ned til grundvandet. Når de først er der, vil det til gengæld vare lang tid, før de atter er borte, så der er også tale om en væsentlig grad af irreversibilitet. Der er ikke den samme grad af irreversibilitet knyttet til den pesticidpåvirkning, mennesker udsættes for gennem forbrug af frugt og grønt, hvilket kan være et argument for, at grænseværdierne for pesticider i fødevarer er højere end grænseværdien for indholdet af pesticider i drikkevand. I hvor høj grad kombinationen af irreversibilitet og usikkerhed lægger op til brug af forsigtighedsprincippet diskuteres videre i afsnit III.6.

Olie og naturgas: Eksempel på udtømmelig ressource

Udtømmelige ressourcer bør udvindes hensigtsmæssigt

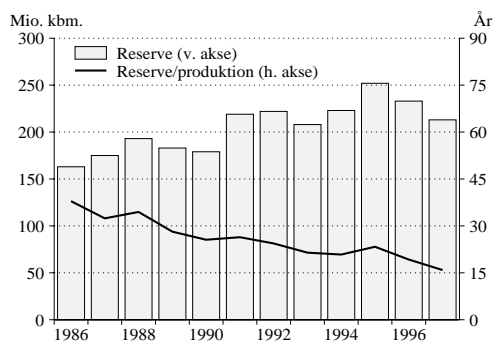
Karakteristisk for de udtømmelige ressourcer, der omfatter bl.a. metaller samt fossile brændsler som olie og naturgas, er, at de ikke genopbygges inden for en overskuelig tidshorisont, hvorfor de udtømmes, i takt med at de forbruges. Det giver derfor ikke mening at have en målsætning om, at ressourcerne skal bevares uændret, da det ikke muliggør forbrug overhovedet, hvilket gør ressourcerne værdiløse. Derimod kan det diskuteres, hvorvidt udvindingshastigheden er hensigtsmæssig.

Vurdering af de danske olie- og gasreserver varierer meget

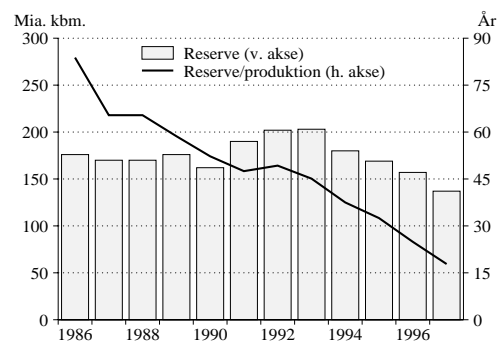
Primo 1998 er de danske oliereserver opgjort til 213 mio. m³, mens gasreserverne er opgjort til 137 mia. m³, jf. Energistyrelsen (1998a). I forhold til opgørelsen året før er olie- og gasreserverne nedskrevet med henholdsvis 8 pct. og 13 pct. De kendte oliereserver er dog nu 30 pct. højere end i 1986. Nye oliefund har således hidtil mere end opvejet den årlige indvinding, jf. figur III.5. Gasreserverne er til gengæld lavere end i 1986. Fortsætter udvindingen på samme niveau som i 1997, vil de kendte danske olie- og gasreserver række de næste 16 år. Dette såkaldte reserve/produktionsforhold er for både olie og naturgas reduceret markant siden 1986 som følge af den stærkt stigende udvinding.

Figur III.5 Danske olie- og gasreserver samt reserve/produktionsforhold

a. Olie



b. Naturgas



Kilde: Energistyrelsen, *Danmarks olie og gasproduktion*.

De samlede beholdninger af fossile brændsler kendes ikke

De samlede danske beholdninger af olie og naturgas er ukendte, og det ligger derfor i sagens natur, at det er vanskeligt at definere en hensigtsmæssig udvindingstakt. De opgjorte olie- og naturgasreserver udgør en del af de samlede ukendte beholdninger og svarer til den mængde olie og naturgas, der vurderes at kunne indvindes på dansk territorium over en årrække. I Energistyrelsens terminologi defineres reserverne som “de mængder olie eller gas, der inden for en overordnet økonomisk ramme kan indvindes med kendt teknologi”, jf. Energistyrelsen (1998a). Kravet om anvendelse af kendt teknologi indebærer, at de opgjorte reserver kun udgør en mindre del af de påviste mængder af olie og naturgas. Den teknologiske udvikling kan derfor føre til en opjustering af reserverne.

Priserne spiller ind på reserverne

Hvor stor en andel af de kendte reserver, det kan betale sig at udvinde, afhænger også i høj grad af de eksisterende olie- og naturgaspriser. Energistyrelsens reserveopgørelser omfatter en del af de fund, som ikke er vurderet at være kommercielle med de nuværende priser. At indvindingen skal kunne ske inden for en overordnet økonomisk ramme, betyder dog formodentlig, at produktionen skal kunne betale sig ved priser, der ikke afviger markant fra de eksisterende. Priserne og forventninger til fremtidige priser kan også påvirke de påviste beholdninger ved at ansøre til ny efterforskning. Både de påviste reserver, de reserver, der kan indvindes med kendt teknologi, og de reserver, det er rentabelt at udvinde, kan således variere betydeligt over tid. Det er dog en uomgængelig kendsgerning, at der er en øvre grænse for opjusteringsmulighederne, da de samlede olie- og naturgasbeholdninger er begrænsede.

Ressource- og miljøforhold hænger sammen

Ligesom for CO₂-problemet giver det ikke mening at tale om bæredygtig udvinding af fossile brændsler på nationalt plan. Når de danske beholdninger til sin tid er opbrugt, vil der stadig være reserver tilbage i resten af verden til mange års brug, og det er disse samlede globale reserver, der er afgørende for, om der opstår global knaphed på fossile brændsler i fremtiden.¹² I bæredygtighedssammenhæng er udvinding og brug af fossile brændsler dog ikke kun interessant ud fra en ressourcebetragtning. Brug af fossile brændsler er forbundet med udslip af CO₂ og belaster dermed atmosfæren og øger risikoen for en global opvarmning. En bæredygtig udnyttelse af olie- og gasreserverne bør derfor tage højde for både reduktionen i den fremtidige ressourcebeholdning og belastningen af det fremtidige miljø.

Skov: Eksempel på en fornybar ressource

Fornybare ressourcer kan overudnyttes

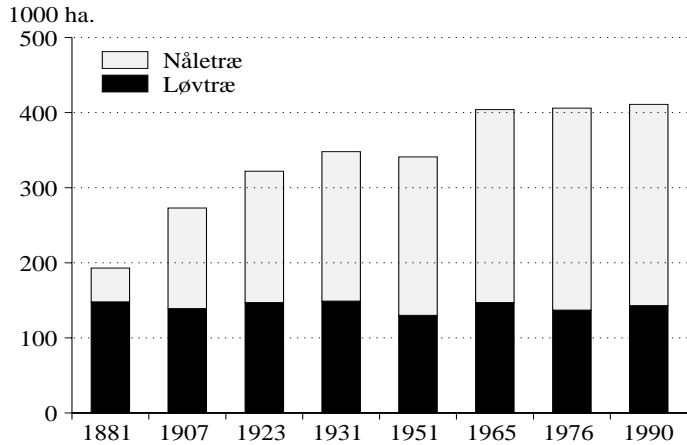
De fornybare ressourcer som bl.a. vand, skove samt dyre- og planteliv er karakteriseret ved, at forbruget af dem ikke nødvendigvis leder til en permanent reduktion i ressourcens størrelse, da der sker en løbende fornyelse. Det er således i princippet muligt at opretholde et positivt forbrug af ressourcerne til evig tid. Mange af de fornybare ressourcer kan dog udnyttes så kraftigt, at de ikke længere kan genopbygges, fordi beholdningen når ned under en kritisk størrelse.

10 pct. af Danmarks areal dækket af skov

I slutningen af 1700-tallet var det skovbevoksede areal i Danmark helt nede på et par procent som følge af stærk træhugst. Det gav fra begyndelsen af 1800-tallet anledning til en omfattende skovtilplantning, jf. Miljø- og Energiministeriet (1995). Denne indsats er et tidligt eksempel på dansk miljøregulering. Gennem de sidste godt 100 år er det skovbevoksede areal mere end fordoblet, jf. figur III.6. Stigningen kan henføres til en forøgelse af arealet med nåletræer. Fra at udgøre hovedparten af skovarealet i 1881 udgør løvtræerne derfor kun en tredjedel i 1990. Skovene udgjorde i 1990 omkring 10 pct. af Danmarks areal. Med skovloven fra 1989 er det et mål at sikre yderligere en fordobling af skovarealet inden for 80-100 år.

Figur III.6 Det bevoksede skovareal i Danmark

12) Her lades en eventuel politisk målsætning om at sikre selvforsyning med brændsler ude af betragtning.



Kilde: Danmarks Statistik, *Statistisk årbog*.

Skovene har flere funktioner

Det er ikke kun skovarealet, der har betydning for den værdi, skovene har for mennesker, men også arten og kvaliteten af skoven. Skove repræsenterer en fornybar ressource, som har værdi både i sin egenskab af leverandør af træ, og fordi den repræsenterer et økosystem. Ofte vil der være tale om en afvejning mellem kommerciel og ikke-kommerciel værdi, da rent kommerciel skovdrift ofte har et fattigere økosystem. Skoven har således flere funktioner, hvilket gør det vanskeligt at opstille et enkelt bæredygtigheds mål knyttet til skove. Der blev da også i 1994 udarbejdet en strategi for bæredygtig skovdrift, som opstiller hele 18 kriterier, der alle skal opfyldes for at sikre en bæredygtig udvikling af skovdriften, jf. Miljø- og Energiministeriet (1995).

Afsluttende bemærkninger

Et indikatorsystem kan ikke uden videre bruges til at vurdere bæredygtighed

Den foregående diskussion har vist, at der er mange problemer forbundet med at bruge miljøindikatorer til at vurdere, om en udvikling er bæredygtig. Dels er det ikke indlysende, hvordan et indikatorsystem skal gives en samlet bæredygtighedsfortolkning, dels er mange af de fysiske sammenhænge meget komplekse, hvorfor fokusering på relativt få indikatorer kan give et

for unuanceret billede af situationen. Endelig er der stor grad af usikkerhed forbundet med at opgøre miljøproblemerne, hvilket vil være et problem for enhver forsøg på at operationalisere bæredygtighedsbegrebet. Selvom et miljøindikatorsystem i sig selv ikke umiddelbart kan bruges til at vurdere, om en udvikling er bæredygtig, rummer indikatorerne dog information, som er uundværlig for en sådan vurdering.

Målsætningerne burde ikke være uafhængige

Et af de problemer, der er knyttet til brug af et miljøindikatorsystem, er at give den enkelte indikators afvigelse fra et referenceniveau en bæredygtighedsfortolkning. Mange af problemerne hænger uløseligt sammen. Således kan udtømming af de fossile ressourcer ikke analyseres uafhængigt af konsekvenserne for drivhuseffekten, de forskellige luftforurenende stoffers virkninger er ikke uafhængige, skoven leverer både ressourcer i form af tømmer og rekreative værdier. Dette samspil mellem naturens tre funktioner gør det problematisk at belyse det enkelte miljøtema separat og dermed også at give de enkelte målsætninger en bæredygtighedsfortolkning. I praksis er det dog klart, at målsætningerne kan have værdi som operationelle pejlemærker for udviklingen.

Det er ikke åbenlyst hvordan miljøproblemerne kan sammenvejes

Et andet problem, der er knyttet til at give indikatorsystemet en bæredygtighedsfortolkning, består i, at det ikke umiddelbart kan lade sig gøre at sammenveje de enkelte informationer. Ganske vist er det muligt at få et mål for den samlede belastning af atmosfæren med drivhusgasser ved at sammenveje de enkelte drivhusgasser, men sådanne naturvidenskabeligt baserede vægte kan kun anvendes til at sammenveje miljøindikatorer ud fra deres relative bidrag til det samme miljøproblem. De kan eksempelvis ikke benyttes til at sammenveje indikatorer for drivhuseffekten og ozonlagsnedbrydning. Sammenvejning af forskellige miljøproblemer er således ikke mulig inden for rammerne af den naturvidenskabelige disciplin.

III.4 Økonomiske mål for bæredygtig udvikling

Økonomiske mål for bæredygtighed inddrager kun forhold, der kan kvantificeres

De økonomiske mål for bæredygtig udvikling inddrager udelukkende forhold, som kan kvantificeres. Selvom dette indebærer, at væsentlige aspekter af den menneskelige behovstilfredsstillelse ikke fanges, er en eller anden form for kvantificeret tilnærmelse til de sande menneskelige behov bedre end intet mål. Kun ved opstillingen af empiriske mål er det muligt at afgøre, om udviklingen over tid er bæredygtig.

Priser som udgangspunkt for måling af bæredygtighed

Det er dog ikke tilstrækkeligt at kvantificere de enkelte forhold. De skal også kunne sammenvejes til et aggregeret mål for bæredygtighed. Sammenvejning er bl.a. nødvendig for at kunne afveje fordele og ulemper i de tilfælde, hvor en øget behovstilfredsstillelse på et område sker på bekostning af behovstilfredsstillelse på andre områder. En af vanskelighederne ved at foretage en sammenvejning består i at bestemme, hvilke vægte der skal tildeles så forskelligartede forhold som materielt forbrug, udtømning af naturressourcer, miljøbelastning mm. Inden for økonomien argumenteres der for, at sammenvejningen mest hensigtsmæssigt kan foretages vha. priser.

Anvendelsen af priser ikke uden problemer...

Da der ikke eksisterer priser for alle relevante forhold, herunder mange miljøgoder, forudsætter de økonomiske mål, at disse forhold værdisættes ved indirekte at estimere en række priser. Desuden skal man være opmærksom på, at markedssystemet på en række områder er ufuldkomment, hvorfor de markedsbestemte priser ikke generelt afspejler godernes samfundsmæssige knaphed og en tilstrækkelig hensyntagen til fremtidige generationer.

...men stadig bedste alternativ

Når prisbaserede vægte alligevel foretrækkes, skyldes det, at alternativerne er mere arbitrære. Alle politiske indgreb må i det mindste indirekte være begrundet med, at fordelene ved indgrebet overstiger ulemperne. Indførelsen af strammere miljøregler må således bygge på en vurdering af, at de miljømæssige gevinster er større end de omkostninger, der er forbundet med at opfylde de strammere regler. Men dermed er der indirekte sat en "pris" på miljøet, idet prisen må være mindst lige så høj, som det man betaler for at opnå miljøforbedringen. Det er imidlertid usikkert, om de priser, der indirekte kan udledes af de politiske beslutninger, er konsistente over tid og på tværs af sektorer, og om de afspejler den underliggende samfundsmæssige værdi. For at sikre at politiske indgreb baseres på en fornuftig afvejning af fordele og ulemper, må man forsøge at værdisætte naturens ydelser bedst muligt, givet den foreliggende viden om samspillet mellem økonomi og natur.

Lang tradition for at supplere og korrigere nationalregnskabet

De prisbaserede bæredygtighedsmål tager udgangspunkt i det traditionelle nationalregnskab og ligger i forlængelse af en lang tradition for at supplere og korrigere de eksisterende nationalregnskaber. Når der længe har været gjort forsøg på at korrigere de velkendte nationalregnskabsbegreber, skyldes det et ønske om at nå frem til et bedre mål for velfærd. Nationalregnskabet inddrager f.eks. hverken den produktion, der finder sted i hjemmet, værdien af fritid eller naturens rolle for menneskelig velfærd. Endvidere inkluderer nationalregnskabets forbrugsopgørelse udgifter til bl.a. uddannelse og køb af varige forbrugsgoder, som mere naturligt kunne klassificeres som investeringer. Endelig kan der argumenteres for, at en række udgifter ikke bør indregnes i et velfærdsmål. Argumentet er, at en del af udgifterne til eksempelvis sundhedsvæsenet og miljøbeskyttelse er defensive i den forstand, at de er nødvendige for blot at fastholde et givet velfærdsniveau. I praksis er det dog vanskeligt at operationalisere en sådan skelnen mellem defensive forbrugsudgifter på den ene side og offensive eller velfærdsskabende udgifter på den anden side.¹³

13) For en mere fyldestgørende beskrivelse af, hvordan man kan opnå et bedre velfærdsmål gennem korrektioner af BNP, henvises til Jensen (1995).

**Alene “grønne”
korrektioner
overvejes her**

Da det ligger uden for rammerne af dette kapitel at redegøre for alle de mulige korrektioner af nationalregnskabet, er det valgt at begrænse de mere principielle overvejelser til de korrektioner, der er nødvendige for at tage højde for naturens indflydelse på velfærden. Disse korrektioner leder frem til såkaldte “grønne” nationalregnskaber, jf. Atkinson mfl. (1997) og Møller (1996).¹⁴ De principielle overvejelser tager udgangspunkt i nettonationalproduktet (NNP), dvs. BNP fratrukket forbruget af fast realkapital.

**NNP kan gives en
velfærdsøkonomisk
fortolkning**

NNP er interessant som udgangspunkt, fordi det kan gives en velfærdsøkonomisk fortolkning, der skaber en sammenhæng mellem nationalregnskabet og en økonomisk målsætning om at maksimere forbruget. NNP kan således opfattes som den Hick’ske indkomst, der angiver det forbrug, der maksimalt kan opretholdes i en given periode uden at forringe forbrugsmulighederne i de efterfølgende perioder, jf. Weitzman (1976). Ligeledes kan NNP fortolkes som afkastet af den samlede nationale formue, hvorfor NNP svarer til det maksimalt mulige forbrug, hvis nationalformuen skal holdes intakt, jf. Solow (1986).

**“Grønne”
korrektioner,
velfærd og
bæredygtig
udvikling**

Disse fortolkninger af NNP bygger på følgende forudsætninger:

- Velfærden afhænger alene af det samlede forbrug
- NNP skal korrigeres for investeringer i bl.a. human- og videnskabeligt kapital samt ændringer i naturtilstanden
- Priserne skal afspejle de samfundsmæssige omkostninger
- Der ses bort fra tekniske fremskridt og befolkningsvækst

De tekniske fremskridts rolle i en bæredygtig udvikling tages op senere, jf. afsnit III.5. Derimod diskuteres betydningen af de tre første forudsætninger i det følgende, og der redegøres for, hvordan fortolkningen af det traditionelle NNP kan generaliseres. Først beskrives en række “grønne” korrektioner af NNP i lyset af bæredygtig udvikling.

14) Ud over den type af “grønne” nationalregnskaber, der redegøres for her, anvendes betegnelsen også for en række initiativer i EU- og FN-regi, der søger at integrere naturressourcer og miljø, opgjort i fysiske størrelser, i det eksisterende nationalregnskab. For et dansk eksempel på denne type af “grønne” nationalregnskaber henvises til Jensen og Pedersen (1998).

**Ressourcerenten:
Markedspris
fratrullet
udvindings-
omkostninger**

Den første type af NNP-korrektioner udspringer af, at naturens ressourcer indgår som input i produktionen. Det gælder både for fornybare ressourcer som fiskebestande og skove og for udtømmelige ressourcer som fossile brændstoffer og metaller. Som input i produktionen bidrager disse ressourcer til velfærd, og da de samlede udvindingsmuligheder er begrænsede, har ressourcerne en samfundsmæssig knaphedspris. Denne knaphedspris kaldes ressourcerenten. Ressourcerenten er givet som forskellen mellem ressourcens markedspris og de marginale udvindingsomkostninger, der er bestemt ved den arbejdskraft, kapital m.m., som er nødvendig for at udvinde en ekstra enhed af ressourcen.

**Korrektioner for
ændringer i
naturressource-
beholdningerne**

Idet ressourcerenten er et mål for den ekstra velfærd, som en enhed af naturressourcen i sig selv bidrager med, kan den bruges til at værdisætte ændringer i ressourcebeholdningen. Den samlede omkostning ved ressourceudvinde kan findes ved at gange periodens ressourcerente med faldet i ressourcebeholdningen. For udtømmelige ressourcer er beholdningsændringen lig med udvindingen, mens den for fornybare ressourcer er lig udvindingen fratrukket den naturlige tilvækst. Hvis den naturlige tilvækst overstiger udvindingen, er der naturligvis tale om en samfundsmæssig gevinst eller en negativ omkostning. En faldende ressourcebeholdning kan opfattes som en negativ investering, og derfor bør ressourceomkostningen fratrækkes nationalregnskabet's opgørelse af NNP for at give et bedre billede af den nationale indkomst, jf. Hartwick (1990).

**Med optimal
udnyttelse af
fornybare
ressourcer er
korrektioner ikke
nødvendige**

Begrebet bæredygtighed blev længe inden Brundtland-kommis-sionen anvendt i forbindelse med udnyttelsen af fornybare ressourcer. Isoleret set vil en optimal bæredygtig udnyttelse af en fornybar ressource betyde, at ressourcebeholdningen vil være konstant på det niveau, der giver den størst mulige ressource-gevinst, jf. Conrad og Clark (1987). Idet beholdningen ikke ændres over tid, er der i denne situation ingen grund til at korrigere NNP, da fremtidige generationer har præcis samme muligheder for at udnytte ressourcen som de nulevende.

Bæredygtig udvikling er mulig, hvis udtømmelige naturressourcer kan erstattes

Udtømmelige ressourcer kan ikke genskabes, når først de er brugt, og dermed adskiller de sig fundamentalt fra andre typer af kapital. Samtidig kan udvinding af udtømmelige ressourcer potentielt umuliggøre en bæredygtig udvikling, idet der uundgåeligt efterlades mindre til de fremtidige generationer. Mange har derfor søgt at analysere, under hvilke betingelser udnyttelsen af udtømmelige ressourcer vil være i overensstemmelse med en bæredygtig udvikling, jf. f.eks. Dasgupta og Heal (1979). Hvis der i produktionen altid kræves et vist minimumsniveau af input fra en udtømmelig ressource, vil en bæredygtig udvikling ikke være mulig. På et tidspunkt vil ressourcen være fuldstændig opbrugt, og produktionen må ophøre. En bæredygtig udvikling forudsætter derfor, at der er tilstrækkelige teknologiske muligheder for at erstatte den udtømmelige naturressource med menneskeskabt kapital eller andre former for naturkapital. Det er således væsentligt at afklare, om disse teknologiske muligheder rent faktisk eksisterer eller kan forventes at eksistere i fremtiden.

Hartwicks regel er et krav til investeringer i menneskeskabt kapital

Givet at der er tilstrækkelige substitutionsmuligheder, kan der opstilles nogle nødvendige betingelser for, at økonomien har et bæredygtigt udviklingsforløb. Hartwicks regel indebærer, at den ressourcegevinst, som samfundet opnår ved en optimal udvinding af den udtømmelige naturressource, skal investeres i menneskeskabt kapital, jf. Hartwick (1977).¹⁵ For at sikre et konstant NNP skal beholdningen af menneskeskabt kapital således øges svarende til ressourcegevinsten, hvorved der netop kompenseres for den reduktion i formuen, der forårsages af ressourceudnyttelsen. Hartwicks regel giver således en anvisning på, hvordan en bæredygtig udvikling kan opnås. For praktiske formål vil det dog være nødvendigt at generalisere reglen, så der tages højde for eksempelvis tekniske fremskridt, jf. Hamilton (1995).

15) En optimal udvindingstakt indebærer, at Hotellings regel er opfyldt. Denne regel siger, at den reale ressourcerente skal vokse i takt med realrenten på eksempelvis obligationer, jf. Dasgupta og Heal (1979).

Naturen bidrager direkte til velfærden, men bidraget er svært at opgøre

Naturen leverer mange ydelser, der er en direkte kilde til velfærd. Ud over naturens rent rekreative værdier drejer det sig eksempelvis om luft og vand. For at få et egentligt "grønt" velfærdsmål må disse ydelser indregnes på lige fod med det materielle forbrug, hvilket forudsætter, at både naturtilstanden og prisen på dens ydelser kendes. Selvom mange af naturens ydelser ikke er prissat på et marked, kan man i princippet få et indtryk af disse ydelsers værdi ved at spørge folk, hvor meget de er villige til at betale for eksempelvis en given luftkvalitet eller muligheden for at gå en tur i skoven. Det er ligeledes muligt at opgøre beholdningen af skove, men hvad menes der med beholdningen af ren luft? Ud over luft findes der andre aspekter af naturen, hvor beholdningsbegrebet er problematisk. Derfor er det i praksis nærmest umuligt at opgøre naturens samlede bidrag til velfærden. Derimod vil det ofte være lettere at opgøre ændringer i naturtilstanden, hvilket gør det muligt at se på ændringer i velfærden.

Forurening ændrer naturtilstanden, hvilket leder til "grønne" korrektioner

En væsentlig kilde til ændringer i natur- eller miljøtilstanden er forurening, der knytter sig til brugen af naturen som "skralde-spand" for den menneskelige aktivitet. Da det ikke er gratis at lade naturen behandle og nedbryde forurening, er der et behov for at korrigere nationalregnskabet. Udformningen af korrektioner for forurening afhænger imidlertid af den konkrete forureningstype. Der skal således tages højde for, at forurening kan påvirke velfærden både direkte og indirekte gennem effekter på produktion og forbrugsmuligheder nu og i fremtiden. Ligeledes er det for nogle forureningstyper primært miljøbelastningen, der har velfærdseffekter, mens det for andre forureningstyper er mest relevant at se på sammenhængen mellem miljøtilstanden og velfærd, jf. Hamilton (1996).

Forurening værdisættes til reduktions- omkostninger

En forholdsvis simpel korrektion findes, hvis en forureningstype udelukkende påvirker velfærd indirekte ved at reducere produktionen og dermed det materielle forbrug. I dette tilfælde vil korrektionen kunne findes ved at værdisætte forureningen til de omkostninger, der ville være forbundet med en marginal reduktion i forureningsomfanget. Denne korrektion har en fortolkning, der minder en del om Hartwicks investeringsregel. På et givet tidspunkt kan man vælge mellem at investere et givet beløb i produktiv kapital eller at anvende beløbet til at reducere forureningen. Da man altid bør vælge den af de to muligheder, der giver den største samfundsmæssige gevinst, vil det i ligevægt føre til, at gevinsterne ved de to anvendelser er nøjagtigt lige store. Men dermed må der gælde, at korrektionerne for forurening præcist viser, hvor mange investeringer i menneskab kapital, der skal til for at kompensere for den forringelse af naturkapitalen, som forureningen indebærer.

Korrektioner må tilpasses, hvis en naturressource udfylder mere end en funktion

Selvom det for overskuelighedens skyld her er valgt at beskrive de "grønne" korrektioner ved at se på naturens forskellige funktioner relativt isoleret fra hinanden, er det vanskeligt at fastholde denne opdeling i praksis. Ofte vil en naturressource have mere end en funktion. Eksempelvis er fossile brændsler både et input i produktionen og den væsentligste kilde til den øgede CO₂-koncentration i atmosfæren. En sådan dobbeltfunktion vil have konsekvenser for den konkrete udformning af korrektionerne, jf. Hamilton (1996) og Hamilton mfl. (1998).

Priser skal afspejle samfundsmæssige omkostninger og hensynet til fremtidige generationer

Vi er imidlertid også gået let hen over andre principielle og praktiske forhold, der på forskellig vis kan modificere de refererede resultater og korrektioner.¹⁶ Fortolkningen af det korrigerede NNP og Hartwicks investeringsregel i forhold til velfærd og bæredygtighed forudsætter bl.a., at der anvendes de "rigtige" priser. Rigtig vil i denne forbindelse sige, at priserne skal afspejle både de samlede samfundsmæssige omkostninger ved produktion og forurening samt den hensyntagen til fremtidige generationer, der ligger i begrebet bæredygtighed.

16) Kun de mest centrale forhold beskrives her, men der findes flere fyldestgørende diskussioner af "grønne" nationalregnskaber, jf. f.eks. Aronsson mfl. (1997) og Atkinson mfl. (1997).

Markedspriser er ikke altid lig med de samfundsmæssige omkostninger

Det er velkendt, at forekomsten af eksterne effekter som eksempelvis forurening vil føre til markedspriser, der er for lave i forhold til de samfundsmæssige omkostninger, med mindre der f.eks. introduceres en skat på forureningen, jf. Det Økonomiske Råd (1995). Tilsvarende er det tvivlsomt, om udnyttelsen af såvel fornybare som udtømmelige ressourcer er optimal. Især vil uklarhed om ejendomsrettighederne til ressourcerne kunne føre til en overudnyttelse, der vil presse de faktiske markedspriser ned under det niveau, som en optimal udnyttelse ville tilsige. I begge tilfælde vil de eksisterende markedspriser ikke være "rigtige". Imidlertid vil det ofte være muligt at vurdere, om "grønne" korrektioner, der er beregnet ud fra de eksisterende markedspriser, er for små eller store i forhold til de korrekte korrektioner.

"Grønne" nationalregnskaber vil afsløre manglende bæredygtighed

Kravet om, at priserne også skal afspejle hensynet til fremtidige generationer, betyder, at de "grønne" nationalregnskaber kun giver et korrekt billede af bæredygtighed, hvis de anvendte priser er konsistente med en bæredygtig udvikling, jf. boks III.1. I princippet kan de korrekte priser bestemmes i en model, der udpeger det optimale forløb under forudsætning af, at det valgte bæredygtighedskriterium er opfyldt. I praksis er man dog ofte henvist til at tage udgangspunkt i de faktisk observerede markedspriser, idet opstillingen af en optimeringsmodel er både vanskelig og tidskrævende. Dette har imidlertid nogle konsekvenser for, hvordan udviklingen i et korrigeret NNP kan fortolkes. Eksempelvis kan et "grønt" NNP, der er korrigeret på grundlag af eksisterende markedspriser, godt være stigende i en periode, selvom udviklingen i virkeligheden er ikke-bæredygtig, jf. Asheim (1994) og Pezzey og Withagen (1998). Et korrigeret NNP, der vedvarende falder, indicerer dog entydigt manglende bæredygtighed, jf. Atkinson mfl. (1997).

Korrektioner udledt for lukkede økonomier

I det ovenstående har det også indirekte være antaget, at den betragtede økonomi var lukket i forhold til resten af verden. Dermed er der set bort fra såvel international handel med varer og naturressourcer som grænseoverskridende og global forurening. Der er udledt en del resultater om, hvordan de omtalte korrektioner af nationalregnskabet skal tilpasses for åbne økonomier, jf. Hamilton mfl. (1998).

Boks III.1 Neoklassisk vækstteori, bæredygtig udvikling og diskontering

I den økonomiske tilgang til bæredygtighed betragtes en hypotetisk situation med en samfundsplanlægger, der ønsker at maksimere den samfundsmæssige velfærd, SW , som bestemmes i en funktion, hvori den nulevende og alle fremtidige generationers nytte indgår. Hvis det forsimpelende antages, at den enkelte generations nytte, U , alene afhænger af det materielle forbrug, C , kan velfærdsfunktionen opskrives som:

$$SW = \sum_{t=0}^{\infty} \delta_t U(C_t), \quad \delta_t = \frac{1}{(1 + \rho)^t}, \quad \rho \geq 0$$

hvor ρ er diskonteringsrenten eller tidspæferenceraten, og δ_t er den vægt, som samfundsplanlæggeren i dag tillægger den generation, der vil leve på tidspunkt t . Den samfundsmæssige velfærd er imidlertid begrænset af såvel den eksisterende teknologi som beholdningen af de forskellige input i produktionen. I en meget simpel model kan disse begrænsninger, jf. Dasgupta og Heal (1979), f.eks. opskrives som:

$$C_t + \Delta K_t = F(K_t, R_t), \quad S_0 = \sum_{t=0}^{\infty} R_t$$

Den første af disse ligninger siger, at forbrug plus investeringer, ΔK , i hver enkelt periode skal være lig produktionen, der bestemmes vha. funktionen $F(\bullet)$ og mængden af input, der her alene består af menneskeskabt kapital, K , og en naturressource, R . Den anden ligning siger, at der er tale om en udtømmelig ressource, idet S_0 kan fortolkes som den mængde af ressourcen, der eksisterer til tidspunkt 0.

Flere har i denne simple modelramme vist, at det udviklingsforløb, der maksimerer den samfundsmæssige velfærd, ikke generelt vil være bæredygtigt, hvis diskonteringsrenten er større end 0, jf. Pezzey og Withagen (1998). Når diskonteringsrenten spiller en central rolle, skyldes det, at den fastlægger den vægt, hvormed den enkelte generations nytte indgår i samfundsplanlæggerens overvejelser. Hvis diskonteringsrenten f.eks. sættes til 3 pct., vil den generation, der lever om 100 år, kun have en vægt svarende til ca. 5 pct. af vægten for den nulevende generation. Det er denne forskel i vægtningen af de enkelte generationer, der inden for den simple modelramme fører til, at naturressourcen udtømmes for hurtigt i forhold til, hvad en bæredygtig udvikling ville tilsige.

Generelt vil en positiv diskonteringsrente betyde, at de nulevende generationer bliver "diktatorer" i forhold til generationer, der fødes langt ude i fremtiden, jf. Chichilnisky (1997). Mange har derfor argumenteret for, at det ville være mest rimeligt at vælge en diskonteringsrente på 0, jf. Broome (1992). Imidlertid betyder en diskonteringsrente på 0 kombineret med en uendelig tidshorizont, at den enkelte generation reelt ingenting betyder. Dette kan vises at føre til, at de fremtidige generationer bliver "diktatorer" i forhold til de nulevende generationer, jf. Chichilnisky (1997).

Problemet med, at nogle generationer har en “diktatorisk” rolle i forhold til andre generationer, kan løses på to måder. Den første er at introducere endnu en betingelse, som samfundsplanlæggeren skal tage højde for, jf. Pezzey (1997). Argumentationen i dette kapitel bygger mere eller mindre direkte på, at der eksisterer en sådan betingelse, og at den kan skrives som:

$$U(C_t) \geq U(C_{t-1}) \quad \text{for alle } t$$

dvs. at generationernes nytte skal være ikke-aftagende, før vi vil kalde udviklingen bæredygtig. Bæredygtighed bliver derfor en form for minimumskrav til den fremtidige udvikling, men givet at det er opfyldt, kan samfundsplanlæggeren vælge det bæredygtige forløb, der maksimerer den samfundsmæssige velfærd i henhold til den givne velfærdsfunktion. Det kan imidlertid diskuteres, om ikke et bæredygtighedskrav som det ovenstående er for restriktivt, idet det sætter relativt snævre grænser for, hvordan nytte kan flyttes mellem generationer, hvilket kan begrænse den samlede samfundsmæssige velfærd unødvendigt. Eksempelvis kan kravet medføre, at investeringer, der ville øge den samfundsmæssige velfærd, må udskydes for at sikre et ikke-aftagende forbrug.

Som alternativ til at indføre et bæredygtighedskrav i samfundsplanlæggerens problem er det blevet foreslået at vælge en diskonteringsrente, der falder over tid og bliver uendelig lille på lang sigt, jf. Chichilnisky (1997). Hvis hastigheden, hvormed diskonteringsrenten falder, har en passende størrelse, kan det undgås, at nogle generationer er “diktatorer” i forhold til andre generationer. En aftagende diskonteringsrente svarer til, at vi klart foretrækker forbrug i år frem for forbrug til næste år, men at vi ikke vurderer, at forbrug om 100 år er nævneværdigt bedre end forbrug om 101 år.

Uanset om man indfører kravet om bæredygtig udvikling gennem en bibetingelse eller en aftagende diskonteringsrente, vil man af løsningen til optimeringsproblemet for hvert år kunne udlede priser for hhv. menneskeskabt kapital og den udtømmelige naturressource. Hvis samfundsplanlæggeren derfor kunne indføre disse priser på virkelighedens markeder, ville det føre til det bæredygtige udviklingsforløb, som samtidig maksimerer den samfundsmæssige velfærd. Derfor siges skyggepriserne at understøtte eller være konsistente med en bæredygtig og optimal udvikling.

I praksis er det dog særdeles vanskeligt at sikre, at de faktiske markedspriser præcist svarer til disse understøttende priser, selvom skatter og afgifter i princippet kan bruges til dette formål. Dette har konsekvenser for, hvor håndfast man kan fortolke empiriske korrektioner af nationalregnskabet. Disse vil typisk være beregnet med udgangspunkt i eksisterende markedspriser, men strengt taget vil de kun være rigtige, hvis markedspriserne svarer til de understøttende priser.

**“Grønne”
nationalregnskaber
giver et fingerpeg,
men ikke sandheden**

Sammenfattende betyder disse komplikationer, at mens det i princippet er muligt at korrigerer NNP og derved nå frem til et korrekt velfærdsmål, der samtidig viser, om en udvikling er bæredygtig, er det i praksis temmelig vanskeligt. “Grønne” nationalregnskaber og de analytisk udledte resultater vedrørende bæredygtighed skal derfor betragtes som tommelfingerregler snarere end som udtryk for sandheden.

**Ægte opsparring
viser ændringer
i den “grønne”
nationalformue**

Det korrigerede eller “grønne” NNP er som nævnt et velfærdsmål, og ud fra det kan der udledes et tilsvarende “grønt” opsparingsmål, der ofte kaldes ægte opsparring. Det beregnes ved at fratække værdien af det private og offentlige forbrug fra det korrigerede NNP. Endvidere skal man fratække de “grønne” korrektioner af NNP, der alene er foretaget for at tage højde for umiddelbare velfærdstab, idet de kan opfattes som en form for negativt forbrug. Trafikstøj medfører eksempelvis et velfærdstab, men i det omfang den ikke leder til permanente skader, skal den ikke indregnes i et opsparingsmål, da støj ikke akkumuleres over tid. Ægte opsparring er ligesom NNP et nettobegreb, da det tager højde for afskrivninger på kapitalbeholdningen. Det gælder endvidere, at et lands ægte opsparring vil svare til stigningen i landets formue, opgjort inklusive værdien af naturkapitalen.

**Ægte opsparring
sender tydeligere
signal end “grønt”
NNP**

Når det er valgt at lave en empirisk analyse af ægte opsparring i stedet for korrigeret NNP, skyldes det primært vanskelighederne ved at måle naturens direkte bidrag til velfærden. Der er dog også blevet argumenteret for, at ægte opsparring har en klarere signalværdi end et korrigeret NNP, jf. Atkinson mfl. (1997). Argumentet er, at en faldende nationalformue og dermed negativ ægte opsparring er uforenelig med de fleste definitioner af bæredygtighed. Et “rødt” tal for ægte opsparring indikerer således, at der er behov for at gøre noget. Positiv ægte opsparring er imidlertid ikke nødvendigvis ensbetydende med en bæredygtig udvikling. Dette følger direkte af, at det korrigerede NNP godt kan stige i et optimalt, men ikke bæredygtigt udviklingsforløb, jf. Asheim (1994).

Nationalformuens komponenter

En anden fordel ved at se på en “grøn” nationalformue og ægte opsparing er, at den underliggende bæredygtighedsopfattelse kommer forholdsvis klart til udtryk, hvilket kan illustreres med følgende opdeling af den “grønne” nationalformue:

- Produceret kapital som maskiner, bygninger og anlæg
- Nettobeholdningen af udenlandske aktiver
- Naturkapital
- Anden kapital, herunder human- og videnskapital

Ægte opsparing bygger på en svag bæredygtighedsdefinition

Idet ægte opsparing blot måler ændringen i den samlede nationalformue, vil en udvikling kunne være bæredygtig, selvom der sker et kraftigt fald i naturkapitalen. Det forudsætter blot, at der investeres tilstrækkeligt meget i en eller flere af de tre øvrige kapitaltyper, der er medtaget her. Ægte opsparing bygger derfor på en svag bæredygtighedsdefinition. Det vil med andre ord sige, at substitution mellem de forskellige kapitaltyper er mulig og endda ønskelig, hvis det giver en større samlet nationalformue. Det forudsætter dog, at alle samfundsmæssige omkostninger tages i betragtning. Hvis en udtømmelig naturressource eksempelvis erstattes med menneskeskabt kapital, kan det føre til andre miljøproblemer, og disse må der også kompenseres for, før kravet om en forøgelse af nationalformuen er opfyldt.

Kritisk naturkapital i modstrid med antagelse om substitution

En sådan svag bæredygtighedsopfattelse og dermed opgørelsen af ægte opsparing er ikke uproblematisk. Når bæredygtighed har fået en central rolle i den offentlige debat, udspringer det bl.a. af en fundamental bekymring for, om naturens livsunderstøttende funktioner er truede eller ej. Stærke bæredygtighedsdefinitioner tager udgangspunkt i denne type af kritiske naturfunktioner eller kritisk naturkapital og påpeger, at der er helt afgørende minimumsgrænser for vedligeholdelsen af i hvert tilfælde visse dele af naturen.

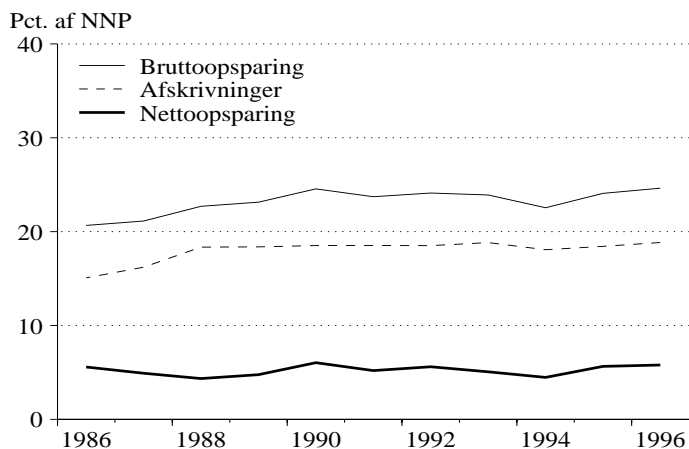
**Ægte opsparing
kan kun bruges
ved marginale
ændringer i
naturkapitalen**

En anden grund til at fortolke opgørelser af ægte opsparing varsomt er den ufuldstændige viden om naturens reaktioner på menneskelig påvirkning og sammenhængene mellem miljøtilstand og sundhed samt velfærd. Kombineres denne usikkerhed med, at den menneskelige påvirkning af naturen kan være uoprettelig selv på meget lang sigt, er det også en begrundelse for ikke at acceptere kraftige reduktioner i visse former for naturkapital. Anvendelsen af ægte opsparing som mål for bæredygtighed er derfor mest rimelig, når ændringerne i disse former for naturkapital er forholdsvis små. Samtidig må opgørelser af ægte opsparing suppleres med overvejelser om, hvorvidt udviklingen i de enkelte typer af naturkapital på længere sigt indebærer en trussel mod en bæredygtig udvikling.

**Dansk ægte
opsparing
opgøres for
perioden 1986-96**

Vi vil nu vende os mod en praktisk anvendelse af "grønne" nationalregnskaber i form af en opgørelse af den danske ægte opsparing for perioden 1986-96. Opgørelsen har illustrativ karakter, bl.a. fordi en række væsentlige forhold ikke er forsøgt værdisat. Endvidere er de korrektioner, der er foretaget, forbundet med en række problemer, som der redegøres for undervejs. Det første trin i opgørelsen af ægte opsparing består i at se på nettoopsparingen, som den er opgjort i nationalregnskabet, jf. figur III.7. I hele perioden har nettoopsparingen udgjort ca. 5 pct. af nationalregnskabet's NNP, hvilket afspejler en bruttoopsparing på knap 25 pct. og afskrivninger på det producerede kapitalapparat på knap 20 pct. i alle årene.

Figur III.7 Nettoopsparing fra nationalregnskabet



Anm.: I 1995 blev forbruget af fast realkapital i nationalregnskabet opjusteret kraftigt i forhold til de hidtil offentliggjorte tidsserier, jf. Danmarks Statistik (1995). Nettoopsparingen er derfor betydelig lavere her end i nogle af de tidligere opgørelser af den danske ægte opsparing, der tog udgangspunkt i de gamle nationalregnskabstal, jf. Pearce (1997).

Kilde: Danmarks Statistik, *Nationalregnskabet*.

Udvinningen af olie og gas reducerer opsparingen med ca. 1 pct. point årligt

Danmark er fattigt på udtømmelige naturressourcer, og kun olie- og naturgasforekomsterne i Nordsøen har et omfang, der påvirker nationalformuen og dermed opsparingen væsentligt. Flere har beregnet, hvor meget den danske opsparing bør korrigeres for at tage højde for udvinningen i Nordsøen, jf. Hansen (1997) og Leth-Petersen (1998). Størrelsen af de beregnede korrektioner afhænger dels af det anvendte datagrundlag, dels den valgte beregningsmetode, jf. boks III.2. Generelt viser disse beregninger, at den danske nettoopsparing skal reduceres med 0,5-1,0 pct. af NNP i hvert år. Beregnet vha. nettoværdimetoden fås en korrektion som vist i figur III.8, jf. Leth-Petersen (1998).¹⁷

17) Mere detaljerede oplysninger om beregningerne af den danske ægte opsparing kan fås ved henvendelse til Det Økonomiske Råds Sekretariat.

Korrektioner for udvindingen af udtømmelige naturressourcer

Der findes to metoder til at værdisætte de udtømmelige ressourcer. Nettoværdimetoden er den simpleste, idet korrektionen svarer til den samfundsmæssige ressourceomkostning, der beregnes ud fra den årlige udvinding og ressourcerenten. Metoden forudsætter imidlertid, at prisen på ressourcen er forenelig med en optimal udvinding, og dermed at ressourcerenten vokser i takt med realrenten, da den opgjorte ressourceomkostning ellers ikke vil svare til ændringen i ressourcebeholdningens værdi.

Da det er særdeles tvivlsomt, om denne forudsætning er opfyldt i praksis, er brugeromkostningsmetoden blevet foreslået som alternativ, jf. El-Serafy (1989). Ved brug af denne metode gøres der antagelser om dels den fremtidige udvindingsprofil, indtil ressourcen er udtømt, dels udviklingen i ressourcerenten. Ud fra disse antagelser beregnes de årlige samfundsmæssige gevinster ved ressourceudvindingen, og disse tilbagediskonteres, hvorved man finder den samlede ressources nutidsværdi. Ideen er nu, at man hvert år har lov til at forbruge afkastet af ressourcen, dvs. diskonteringsrenten ganget med ressourcens nutidsværdi. NNP skal derfor reduceres med periodens ressourcegevinst fratrukket det beregnede afkast til ressourcen.

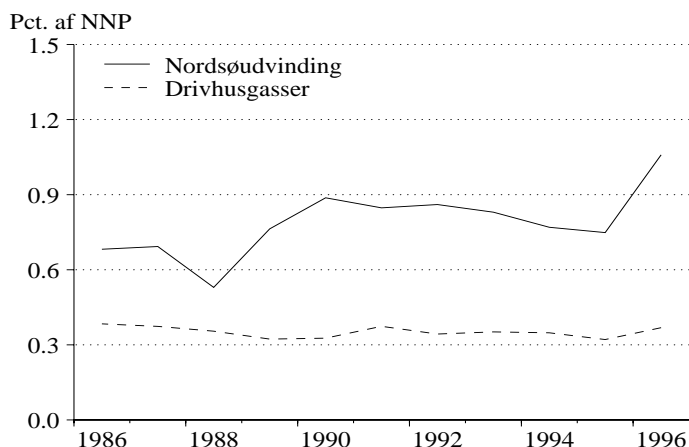
Generelt fører anvendelsen af brugeromkostningsmetoden til betydeligt mindre korrektioner af NNP end nettoværdimetoden. Med en diskonteringsrente på 3 pct. indebærer brugeromkostningsmetoden korrektioner for den danske nordsøudvinding, der er ca. 50 pct. mindre end dem, der er anvendt her, jf. Leth-Petersen (1998).

Diskontering i praksis

I boks III.1 blev diskontering diskuteret i relation til, hvilken vægt fremtidige generationers nytte skal have i en samfundsmæssig velfærdsfunktion. Idet korrektionerne af nationalregnskabet ikke vedrører et nyttebegreb, men gevinster og omkostninger opgjort i monetære størrelse, dvs. i en form for vareækvivalenter, giver det anledning til en yderligere overvejelse vedrørende brugen af diskontering.

Årsagen er, at den marginale nytte af forbrug er aftagende, så den ekstra nytte, man opnår ved at forbruge en ekstra enhed, er mindre, jo mere man i forvejen forbruger. Dermed vil der være et samfundsmæssigt incitament til at tilstræbe et ligeligt forbrug over tid. Hvis det forventes, at forbruget fortsat vil stige som følge af bl.a. tekniske fremskridt, kan dette i sig selv være et argument for at tilbagediskontere fremtidige skader. Populært sagt vil de fremtidige generationer have bedre råd til at betale for skadesomkostningerne end de nulevende. Derfor anvender de fleste værdisætningsstudier, inklusive nogle af de her anvendte, typisk en diskonteringsrente på 3-4 pct. Argumentet er dog problematisk, da det netop er en bekymring for de fremtidige generationers forbrugsmuligheder, der ligger til grund for bæredygtighedsbegrebet.

Figur III.8 Korrektioner for nordsøudvinding og udslip af drivhusgasser



Anm.: Nordsøudvinding er værdien af den danske olie- og naturgasudvinding. Drivhusgasser er værdien af de forventede fremtidige globale skader, som skyldes de danske udslip af CO₂, metan og lattergas.

Kilde: DMU, *Corinair-databasen*, Fankhauser (1995), Leth-Petersen (1998) samt egne beregninger.

Uklart om olieprisen er forenelig med bæredygtig udvikling

Idet udvindingen af olie og gas har været stigende gennem perioden 1986-96, kan udsvingene i de årlige korrektioner især henføres til variationer i olieprisen. De historiske variationer i verdensmarkedsprisen på olie kan være vanskelige at forklare. Ud fra økonomisk teori ville man forvente olieprisstigninger, der lå noget over den generelle prisudvikling, da olie er en udtømmelig ressource. En mulig forklaring er, at utålmodige olieselskaber kombineret med koncessionsaftaler med begrænset løbetid fører til en udvinding, der er for hurtig ud fra en samfundsmæssig betragtning. Hvis dette er tilfældet, vil de viste korrektioner være baseret på priser, der er for lave i forhold til dem, der ville føre til en bæredygtig udvikling. På den anden side er der i beregningen af ressourcerenten for nordsøproduktionen antaget konstante udvindingsomkostninger. Hvis de marginale udvindingsomkostninger er højere end de gennemsnitlige, hvilket noget tyder på, vil ressourcerenten alt andet lige være overvurderet og korrektionen dermed for stor.

Drivhuseffekten kan muligvis forklare faldende priser på fossile brændsler

Der er imidlertid en anden mulig forklaring på de lave oliepriser i 1990'erne, og den bygger på de fossile brændsleres betydning for drivhuseffekten. Hvis producenterne af kul, olie og naturgas forventer, at der på et tidspunkt i fremtiden vil blive grebet kraftigt ind over for brugen af fossile brændsler, vil der være et incitament til at udtømme ressourcerne relativt hurtigt, hvilket kan føre til en faldende ressourcecent, jf. Heal (1984). Potentielt kan truslen om global opvarmning således i sig selv føre til øget brug af fossile brændsler og større CO₂-udslip. Dette understreger problemerne ved partielle analyser, hvor eksempelvis den optimale udvinding af udtømmelige ressourcer fastsættes uafhængigt af effekterne på de øvrige dele af naturkapitalen.

Dansk bidrag til drivhuseffekten reducerer den ægte opsparring med 0,3 pct. af NNP

Dette leder over til den næste korrektion af den danske nettoopsparring. De danske udslip af drivhusgasserne CO₂, methan og lattergas har været ret konstante gennem de seneste år, hvilket giver sig udslag i en korrektion på lige godt 0,3 pct. af NNP i alle årene, jf. figur III.8. Korrektionen bygger på samfundsmæssige omkostninger på hhv. 35 kr. pr. ton CO₂, 700 kr. pr. ton methan (CH₄) og 12.000 kr. pr. ton lattergas (N₂O), opgjort i 1990-priser, jf. Fankhauser (1995).

Denne korrektion afspejler en gennemsnitlig forventning til drivhuseffektens skader

Disse samfundsmæssige omkostninger er fundet vha. en model, der belyser de centrale sammenhænge i drivhusproblematikken. Idet der hersker betydelig usikkerhed om disse sammenhænge, er modellen løst et stort antal gange, hvor der i hver løsning anvendes forskellige værdier for de mest betydende modelparametre. Ved at udregne gennemsnittet af de skadesomkostninger, der fremkommer i de enkelte løsninger af modellen, findes de skadesomkostninger, der er anvendt her, jf. Fankhauser (1995). Variationen er dog betydelig, og med de mest ugunstige parameterværdier og en diskonteringsrente på nul kan de samfundsmæssige omkostninger være op imod fem gange større.¹⁸

18) Fankhauser (1995) ser dog bort fra den mulighed, at drivhuseffekten kan have katastrofale konsekvenser, jf. i øvrigt afsnit III.6.

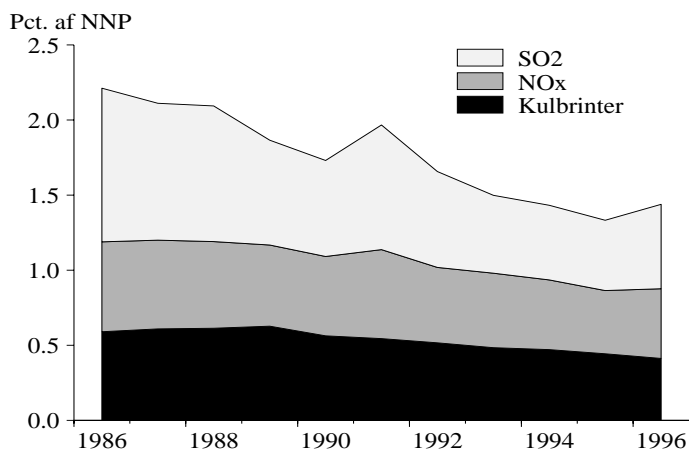
Faldende luftforurening fører til gradvis mindre korrektioner

De danske udslip af svovldioxid (SO₂), kvælstofoxider (NO_x) og kulbrinter har gennem de senere år været faldende. Dette afspejler sig også i de korrektioner af den danske opsparing, der er foretaget for at tage højde for de fremtidige skader af denne forurening, jf. figur III.9. Siden 1986 er den årlige korrektion således blevet reduceret med ca. en tredjedel, så den i 1996 udgjorde ca. 1,5 pct. af NNP. Hovedparten af faldet kan henføres til de faldende emissioner, da der i beregningerne er anvendt en konstant skadesomkostning for hver af de tre luftforureningstyper. De anvendte skadesomkostninger for SO₂ (24.500 kr. pr. ton) og NO_x (12.000 kr. pr. ton) stammer fra et studie af de lokale og regionale omkostningerne ved britiske udslip, jf. Atkinson mfl. (1997). Det er selvfølgelig ikke uproblematisk at overføre skadesomkostninger fra et land til et andet, men så vidt vides findes der ikke studier, der har værdisat skaderne som følge af danske udslip. For så vidt angår omkostningerne ved udslip af kulbrinter, er det antaget, at de svarer til omkostningerne ved SO₂-udslippet.

Risiko for dobbeltregning, hvis skadesomkostninger er internaliseret

De opgjorte skadesomkostninger omfatter de marginale samfundsmæssige omkostninger som følge af helbredsskader samt skader på skove og bygninger, jf. Atkinson mfl. (1997). Uden at gå i detaljer med, hvordan disse skadesomkostninger er beregnet, er der dog grund til at nævne nogle væsentlige forhold omkring korrektionen for luftforurening. For det første inkluderer forureningsomkostningerne ikke det ubehag, der kan være forbundet med at færdes i f.eks. en stærkt luftforuren by. Det skyldes, at forureningskader kun skal medtages i opgørelser af ægte opsparing, hvis de påvirker en eller flere af nationalformuens komponenter. For det andet kan det ikke udelukkes, at nogle af skaderne bliver regnet med to gange i opgørelsen af ægte opsparing. I princippet burde nationalregnskabet's opgørelse af afskrivninger fange omkostningerne ved de skader, som lokal luftforurening påfører eksempelvis bygninger. Dermed vil disse omkostninger allerede være inkluderet i den opgjorte nettoopsparing.

Figur III.9 Korrektion for lokal og regional luftforurening



Anm.: For hver af de tre typer af luftforurening vises omkostningerne af lokale og regionale skader som følge af danske udslip. Kulbrinter er afgrænset til NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compounds).

Kilde: Atkinson mfl. (1997), DMU, *Corinair-databasen*, Trafikministeriet (1996a) samt egne beregninger.

Korrektion for luftforurening ser bort fra naturlig nedbrydning af skadelige stoffer

Effekterne af luftforurening er mange og forskelligartede, og de har samtidig en varierende tidsdimension. Eksempelvis er det miljøbelastningen i form af den løbende lokale luftforurening, der kan føre til permanente helbredsskader hos mennesker. Derimod er det snarere miljøtilstanden, der forårsager skader på skovene, idet det er den akkumulerede effekt af mange års "sur" regn, der potentielt kan forårsage skovdød. Mens de menneskelige helbredsskader derfor kan værdisættes meningsfuldt med udgangspunkt i det årlige udslip af luftforurening, er det mindre oplagt for skaderne på skovene. Således er effekterne af "sur" regn ikke permanente, da skovene er i stand til optage nogle af de skadelige stoffer, mens andre udvaskes. Ændringerne i skovens miljøtilstand svarer derfor til nettoeffekten af ny luftforurening på den ene side og den naturlige nedbrydning på den anden side, og det er i princippet denne ændring, der bør korrigeres for i den ægte opsparring.

**Pga. for stort
forureningsomfang
overvurderes
korrektionen**

Korrektionen for luftforurening er formodentlig også overvurderet af en anden grund. Med en optimal regulering af den danske luftforurening ville de marginale reduktionsomkostninger svare til de marginale skadesomkostninger, og principielt er det omkostningerne i denne ligevægtssituation, der skal bruges i korrektionen af ægte opsparing. Imidlertid er det rimeligt at antage, at de faktiske marginale skadesomkostninger overstiger omkostningerne i den optimale situation, fordi den faktiske luftforurening givetvis er for stor i forhold til, hvad der ville være hensigtsmæssigt ud fra en samfundsmæssig betragtning.¹⁹ Det skyldes, at de marginale skader kan antages at afhænge positivt af forureningsomfanget. Når luftforureningen derfor værdisættes til de marginale skadesomkostninger, bliver korrektionen af den ægte opsparing for stor. Dette er imidlertid på mange måder et "sundt" problem. En mere hensigtsmæssig regulering af luftforureningen vil således betyde et mindre forureningsomfang, lavere marginale skadesomkostninger og dermed en større ægte opsparing.

**Skader, der opstår
i andre lande, er
inkluderet**

Udslip af SO₂ og NO_x er grænseoverskridende, og som tidligere nævnt er Danmark nettoeksportør af disse former for forurening. Her er der imidlertid korrigeret for alle omkostninger ved de danske udslip af luftforurening, uanset hvor skaderne opstår. Det svarer til at overføre princippet om, at forureneren betaler, til grænseoverskridende forurening. I princippet burde Danmark derfor kompensere svenskerne for de skader, som vi påfører dem, men dette sker ikke praksis. Derfor bliver korrektionen for stor i forhold til ønsket om en uændret nationalformue. Hvis alle lande omvendt vælger at se bort fra skader, der opstår i andre lande, vil det globale omfang af grænseoverskridende forurening blive for stort, da der ville være nogle skader, som ingen tager ansvaret for. Dermed vil der ikke være konsistens mellem de nationale opgørelser af bæredygtighed og de krav, der må stilles til en globalt bæredygtig udvikling.

19) Dette argument forudsætter naturligvis, at de anvendte britiske skadesomkostninger svarer til de marginale omkostninger ved de danske udslip af luftforurening.

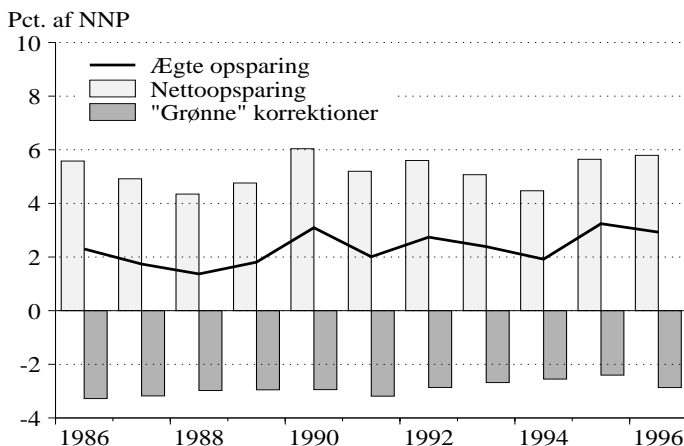
**Ægte opsparing
svarer til ca. 2,5 pct.
af NNP**

**Mange typer af
forurening er ikke
medtaget**

Fratrækkes korrektionerne for nordsøudvindingen, de danske udslip af drivhusgasser samt den lokale og regionale luftforurening nu fra nationalregnskabet nettoopsparing findes, at den danske ægte opsparing årligt har udgjort mellem 1,5 og 3,0 pct. af NNP, jf. figur III.10.

Analysens illustrative karakter viser sig ved, at en række af de mulige "grønne" korrektioner er udeladt. Når der ikke er foretaget korrektioner for de produktive fornybare ressourcer som f.eks. fiskebestandene, skyldes det primært en formodning om, at der ikke er sket væsentlige ændringer i disse formuegoder i perioden. Det samme kan ikke siges for en lang række væsentlige miljøbelastninger så som brugen af pesticider og udvaskningen af kvælstof. Problemet har her været manglen på værdisætningsstudier, der rimeligvis kunne anvendes på danske forhold.

Figur III.10 Ægte opsparing



Anm.: "Grønne" korrektioner svarer til summen af korrektionerne for hhv. udvindingen i Nordsøen, det danske bidrag til drivhuseffekten og omkostninger ved lokal og regional luftforurening, jf. figur III.8 og figur III.9.

Kilde: Jf. figur III.7-III.9.

Der er dog også eksempler på forbedringer i naturtilstanden

Det er dog ikke kun forhold, som ville reducere den ægte opsparing, der er udeladt. Øget skovrejsning, naturgenopretning i al almindelighed og forbedringer i badevandskvaliteten er eksempler på, at de nulevende generationer gennem en aktiv indsats efterlader naturen i en bedre tilstand, end de modtog den. I det omfang udgifter til disse miljøforbedringer er klassificeret som investeringer i nationalregnskabet, indgår de allerede i opgørelsen af ægte opsparing. Imidlertid vil en del af de løbende udgifter også kunne opfattes som investeringer, og det kunne overvejes at lade disse indgå som en positiv korrektion af den ægte opsparing.

Investeringer i human-, videns- og socialkapital er også udeladt

Mens det er usikkert, hvordan en fuldstændig opgørelse af "grønne" korrektioner ville påvirke den danske ægte opsparing, er konklusionen mere entydig for andre udeladelser. Bl.a. er der ikke korrigeret for investeringer i humankapital samt forskning og udvikling. Endvidere er udviklingen i den såkaldte sociale kapital heller ikke taget i betragtning. Socialkapital er blevet defineret som et lands institutioner og generelle rammer for produktion og menneskelig aktivitet, jf. Atkinson mfl. (1997). Disse forhold kan potentielt spille en stor rolle for, hvor effektivt et lands ressourcer bliver udnyttet, hvilket viser sig ved store produktivitetsforskelle mellem lande, der ellers har de samme produktive ressourcer til rådighed. Det er imidlertid vanskeligt at opgøre human-, videns- og socialkapital separat, da afkastet til alle disse kapitalformer er indeholdt i den løn, der udbetales til arbejdskraften. I det følgende anvendes begrebet humankapital som fællesnævner for disse tre kapitaltyper.

Humankapitalen udgør en meget stor andel af nationalformuen

I lande som Danmark udgør humankapitalen en meget stor del af den samlede nationalformue. Et svensk studie beregner eksempelvis, at den svenske humankapital i 1990 var 6 til 22 gange større end værdien af den private sektors beholdning af maskiner og bygninger, jf. Ahlroth mfl. (1997).²⁰ Ændringer i beholdningen af humankapital kan fortolkes som nettoinvesteringer, og i Sverige udgjorde disse 6 pct. af BNP i 1990, når

20) Når estimaterne af den svenske humankapital spænder fra 6 til 22 gange kapitalapparatet, viser det vanskelighederne ved at opgøre den. Især er opgørelser af humankapital meget følsomme over for de antagelser, der gøres med hensyn til værdien af fritid. Ud fra en velfærdsbetragtning synes det oplagt, at al tid har en værdi, hvorfor den tid, der ikke tilbringes på arbejdsmarkedet, også skal værdisættes.

værdien af fritid inkluderes, jf. Ahlroth mfl. (1997). Investeringerne i humankapital bliver forholdsvis store i denne undersøgelse, fordi opgørelserne fanger alle forhold, der påvirker arbejdskraftens produktivitet, herunder tekniske fremskridt som følge af et større eller bedre kapitalapparat. Teknologisk udvikling er således den væsentligste årsag til, at vi i dag har en væsentligt højere levestandard end de tidligere generationer. Idet fremtidige generationer vil kunne bruge de tekniske fremskridt, som vi frembringer i dag, bør disse rimeligvis indregnes i opgørelsen af ægte opsparing.

Investeringer i human- og videnskapital øger ægte opsparing med mindst 5 pct. af NNP

Som en alternativ metode til at opgøre investeringer i humankapital er det blevet foreslået at anvende de faktiske udgifter til uddannelsessektoren samt forskning og udvikling, jf. Hamilton mfl. (1998). I de senere år har de danske udgifter til uddannelsessektoren udgjort ca. 6-7 pct. af BNP og udgifterne til forskning og udvikling 1-2 pct. af BNP, jf. Det Økonomiske Råd (1995, 1997). Problemet med at anvende disse direkte udgifter er på den ene side, at de ikke omfatter alle relevante omkostninger så som den tid, de studerende anvender på uddannelse. På den anden side repræsenterer udgifterne bruttoinvesteringer, idet der ikke tages højde for, at viden kan blive irrelevant, og at uddannede personer har en begrænset levetid. Alt i alt synes det dog rimeligt at antage, at korrektioner for udviklingen i human-, videns- og socialkapital ville øge den danske ægte opsparing svarende til mindst 5 pct. af NNP.

Den danske udvikling har været svagt bæredygtig

Med en sådan positiv korrektion er der god grund til at tro, at den danske ægte opsparing har været positiv, selv når der tages højde for, at der kun sporadisk er korrigeret for ændringer i naturtilstanden. Denne konklusion ligger på linie med andre studier af den danske opsparing, jf. Hansen (1997) og Pearce (1997). På den baggrund synes den danske udvikling at have været i det mindste svagt bæredygtig.

Men fire væsentlige forbehold

Der kan dog være grund til at minde om fire af de forbehold, der er gjort undervejs, og som gør det vanskeligt at komme med en meget håndfast konklusion. For det første har det ikke været muligt at inddrage alle relevante forhold, herunder en række væsentlige miljøproblemer. For det andet er de fleste af korrektionerne beregnet med udgangspunkt i eksisterende markedspriser, hvoraf nogle givetvis ikke er konsistente med en bæredygtig

udvikling. For det tredje er konklusioner om bæredygtighed på grundlag af opgørelser af ægte opsparing funderet i en svag bæredygtighedsopfattelse. Der er derfor behov for at overveje, om udviklingen i alle typer af kapital er forenelig med en stærkere fortolkning af bæredygtighed. For det fjerde er der oplagt store muligheder for at forbedre det vidensgrundlag, hvorpå de “grønne” korrektioner hviler. Således er der usikkerhed om mange af de rent naturvidenskabelige sammenhænge, ligesom den eksisterende viden om, hvordan ændringer i naturtilstanden påvirker velfærden, er mangelfuld.

III.5 Tekniske fremskridt, vækst og miljø

Den danske nationalformue vokset kraftigt gennem de seneste par århundreder...

Når ægte opsparing kan bruges som mål for bæredygtig udvikling, skyldes det, at en ikke-faldende nationalformue under passende antagelser gør det muligt at fastholde velfærdsniveauet. I historisk perspektiv synes kravet om at fastholde velfærden dog ikke at være særlig strengt. Gennem de seneste århundreder har velfærden i Danmark været stærkt stigende, drevet frem af øgede investeringer i menneskeskabt kapital, investeringer i uddannelse og vidensopbygning samt teknologiske fremskridt. Selvom denne fremgang i et vist omfang er sket på bekostning af naturen, er der ingen tvivl om, at den danske nationalformue i dag er mange gange større end f.eks. ved århundredets begyndelse.

...men kan denne udvikling fortsætte?

Det spørgsmål, som begrebet bæredygtig udvikling rejser, er, om denne udvikling kan blive ved. Fortsat økonomisk vækst gennem teknologisk udvikling og akkumulering af menneskeskabt kapital vil muliggøre et højere materielt forbrug, men om dette er tilstrækkeligt til at sikre en stigende velfærd, afhænger af, hvilke effekter væksten har på naturens tilstand. Hvis økonomisk vækst indebærer, at den nuværende ressourceanvendelse og miljøbelastning øges proportionalt, kan man frygte, at udviklingen viser sig at være ikke-bæredygtig.

Afgørende om naturbelastningen kan afkobles fra den økonomiske vækst

Der er derfor god grund til at overveje, i hvilket omfang det er muligt at afkoble naturbelastningen fra den økonomiske vækst gennem teknologisk udvikling. Økonomisk aktivitet påvirker naturen dels gennem forbruget af naturens ressourcer, dels gennem de restprodukter, der i form af forurening udledes i naturen. Hvis den samlede naturbelastning skal afkobles fra den økonomiske vækst, forudsætter det, at naturbelastningen pr. produceret enhed reduceres. Et fald i naturbelastningen pr. produceret enhed er dog ikke nok til at sikre en fuldstændig afkobling. Det kræver, at naturbelastningen pr. produceret enhed falder mere, end produktionen vokser. Kun hvis dette er opfyldt, vil der samtidig kunne være økonomisk vækst og faldende naturbelastning.

Naturbelastningen pr. produceret enhed afhænger af mange ting

Naturbelastningen pr. produceret enhed påvirkes bl.a. af:

- Mulighederne for at substituere mellem de forskellige input i produktionen, f.eks. erstatte energiinput med mere kapital og arbejdskraft
- Tekniske fremskridt, der indebærer en mere ressourcebesparende og mindre forurenende teknologi
- S sammensætningen af produktionen på sektorer. Serviceproduktion er som regel mindre ressourceforbrugende og forurenende end industriproduktion
- Bevidstheden om miljøproblemer og større præferencer for miljøgoder kan føre til en større indsats for at mindske miljøbelastningen

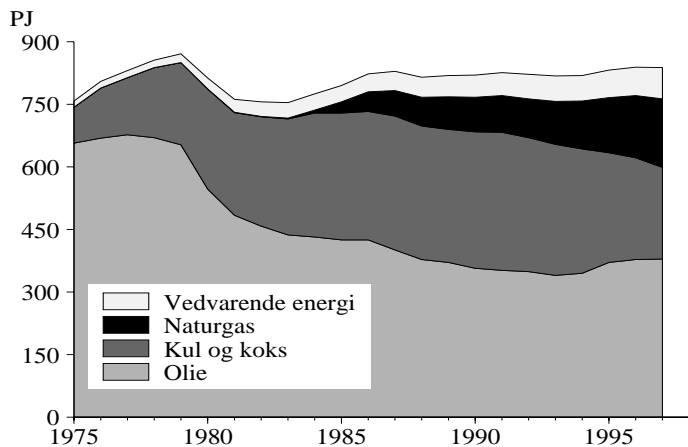
Substitution og tekniske fremskridt er to sider af samme sag

Ved beregning af ægte opsparring er det forudsat, at substitutionsmulighederne er tilstrækkelige. Snævert defineret refererer substitution til mulighederne for at erstatte et input med andre input inden for rammerne af den eksisterende teknologi. Med en sådan definition er substitutionsmulighederne givetvis forholdsvis begrænsede, men definitionen er da heller ikke særlig relevant for vurderinger af bæredygtighed. I stedet bør substitution opfattes som udtryk for, hvilke muligheder der er for at substituere mellem de forskellige input givet de tilgængelige teknologier, uanset om teknologierne anvendes eller ej. Over tid kan tekniske fremskridt give større substitutionsmuligheder. Substitution og tekniske fremskridt er derfor to sider af samme sag.

Stor grad af substitution mellem brændsler i Danmark

At det rent faktisk er muligt at foretage substitution i produktionen, kan illustreres ved at se på sammensætningen af det danske energiforbrug gennem de sidste godt 20 år. Det danske bruttoenergiforbrug har ligget nogenlunde konstant siden midten af 1970'erne, jf. figur III.11. Derimod har der været store skift i sammensætningen på brændsler. Hvor olie i midten af 1970'erne var den altdominerende brændselsform, udgør den i dag under halvdelen af brændselsforbruget. Kulforbruget udviste en markant stigning frem til midten af 1980'erne, hvorefter der er sket en stabilisering og senest et fald. Naturgas og vedvarende energi har udgjort en stigende del af brændselsforbruget gennem hele perioden.

Figur III.11 Bruttoenergiforbrug fordelt på brændsler



Anm.: Energiforbruget er korrigeret for nettoelimporten og klimakorrigeret, dvs. korrigeret for temperaturudsving, der influerer meget på behovet for opvarmning.

Kilde: Energistyrelsen (1998b).

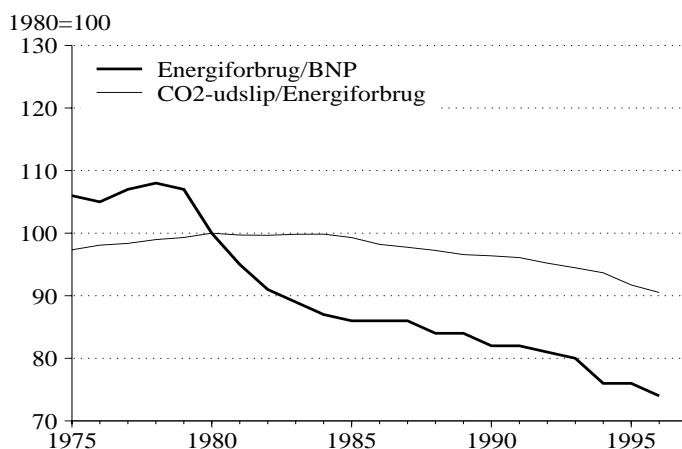
**Substitution
forårsaget af skift i
relative priser og
bevidst politik**

Forklaringen på denne udvikling i brændelssammensætningen er velkendt. Høje oliepriser og overvejelser om forsyningssikkerhed lå bag substitutionen bort fra olie i slutningen af 1970'erne og begyndelsen af 1980'erne. Når udfasningen af olie ophørte i midten af 1980'erne, skyldes det ikke tekniske hindringer, men at verdensmarkedsprisen på olie blev halveret i 1986. Tilsvarende kan udbygningen af det danske naturgasnet og ønsket om at begrænse CO₂-udslippet forklare de stigende andele af naturgas og vedvarende energi i løbet af 1990'erne. Det er således en kombination af skift i de relative priser og en bevidst energipolitik, der har ført til den kraftige substitution mellem de forskellige primære energiformer.

**CO₂-udslip
reduceret som følge
af substitution og
mindre
energiintensitet**

De senere års skift til naturgas og vedvarende energikilder har som ønsket ført til en reduktion i miljøbelastningen pr. energienhed. Således er CO₂-udslippet i forhold til bruttoenergiforbruget faldet med ca. 10 pct. siden 1980, jf. figur III.12. Udvidelsen af den vedvarende energiproduktion forklarer en del af dette fald, men substitutionen fra kul til naturgas har også givet et væsentligt bidrag, da CO₂-udslippet ved brug af naturgas udgør kun 60 pct. af CO₂-udslippet ved brug af kul. Det danske CO₂-udslip er imidlertid også blevet begrænset af en bedre energieffektivitet. Energiintensiteten opgjort som forholdet mellem energiforbrug i fysiske enheder og BNP er reduceret med ca. 30 pct. gennem de sidste 20 år. Tilsammen har faldet i energiintensiteten og reduktionen i CO₂-udslippet pr. enhed energiforbrug ført til, at det samlede danske CO₂-udslip i dag er stort set det samme som 1980, til trods for at BNP er steget med 40 pct. i den mellemliggende periode.

Figur III.12 Energiintensitet og CO₂-udslip i forhold til bruttoenergiforbruget



Kilde: Energistyrelsen (1998b) og egne beregninger.

På længere sigt vil alternativer til fossile brændsler være nødvendige

Der er dog tekniske grænser for, hvor effektiv energiudnyttelsen kan blive. En stor del af elproduktionen i Danmark finder allerede nu sted på kraftvarmeværker, der ved både at producere el og varme udnytter den anvendte energi meget effektivt. Selvom der givetvis stadig er uudnyttede muligheder for at øge energiintensiteten, er det et spørgsmål, om fortsat økonomisk vækst kan ske uden et større energiforbrug. Energiforbruget i husholdninger og virksomheder kan således kun i begrænset omfang erstattes af menneskeskabt kapital, og på lang sigt er energi måske sågar komplementær til menneskeskabt kapital.²¹ På globalt plan vil det derfor være nødvendigt at sikre, at energiforsyningen kan opretholdes, når de fossile brændsler til sin tid vil være opbrugte eller udfases pga. drivhuseffekten.

21) Denne pointe er central hos Daly (1996), der er en skarp kritiker af antagelsen om, at menneskeskabt kapital og naturkapital er substitutter. Han anerkender ganske vist, at en vis substitution er mulig, men hævder, at menneskeskabt kapital og naturkapital grundlæggende er komplementære, og at naturkapitalen dermed er en forudsætning for at kunne få udbytte af den menneskeskabte kapital.

Alternativ energi vil blive konkurrencedygtig

Allerede nu findes der alternativer til den konventionelle elproduktion, jf. tabel III.4. Disse alternativer er i dag generelt dyrere end den konventionelle elproduktion, der producerer el til en pris på 20-25 øre pr. KWh. Dog er vindenergi meget tæt på at være konkurrencedygtig. Især hvis der tages højde for de negative eksterne effekter, som er forbundet med elproduktion baseret på fossile brændsler. På længere sigt forventes væsentlige reduktioner i produktionspriserne for de alternative energikilder, hvilket vil begrænse de omkostninger, der er forbundet med en omlægning af energiforsyningen.

Forslag om at udbygge alternative energiformer i takt med udvindingen af fossile brændsler

I princippet er der således muligheder for at reducere afhængigheden af fossile brændsler, jf. Miljø- og Energiministeriet (1996). Spørgsmålet er imidlertid, hvordan overgangen til alternative energiformer kan komme til at foregå mest hensigtsmæssigt. For at sikre at den globale evne til at producere energi ikke undermineres, er det blevet foreslået, at landene skal sørge for at opbygge alternative energikilder i takt med udvindingen af fossile brændsler. Det svarer til, at der i takt med udvindingen af fossile brændsler foregår en udbygning af vedvarende energiformer, der kan producere nøjagtig den samme mængde energi, jf. Mortensen og Larsen (1994). Et sådant princip udspringer af en form for stærk bæredygtighedsdefinition, da det er evnen til at producere energi snarere end den samlede nationalformue, der skal fastholdes som led i en bæredygtig udvikling.

Tabel III.4 Produktionspriser for elproduktionsteknologier

Teknologi	Nu	Næste generation
	----- Øre pr. KWh -----	
Vindmøller	30-60	24-42
Biomasse	42-90	24-36
Sol, termisk	120-150	36-48
Solceller	150-210	90

Anm.: Hensigten med disse estimater er at vise de forventede reduktioner i produktionspriserne for udvalgte teknologier, når eksisterende teknologier sammenlignes med de nye eller forbedrede teknologier, der vil være til rådighed i fremtiden.

Kilde: IEA (1997).

Der er dog en række svagheder ved et sådant forslag

Der er dog nogle oplagte svagheder ved et sådant forslag. For det første kan det blive u hensigtsmæssigt dyrt at investere i vedvarende energikilder, så længe der er adgang til forholdsvis billige fossile brændsler. For det andet er det uklart, hvem der har ansvaret for udbygningen. Skal et land som eksempelvis Danmark udbygge de vedvarende energikilder, så det svarer til udvindingen af fossile brændsler i Nordsøen, eller så det modsvarer vores forbrug af fossile brændsler? Der synes ikke at være en logisk grund til, at den nuværende geografiske fordeling af produktionen af primærenergi skal fastholdes ved en global omlægning til alternative energiformer. Det er givetvis mere hensigtsmæssigt at opstille eksempelvis vindmøller tæt på, hvor elektriciteten skal bruges, frem for i Mellemøsten.

Offentlig regulering nødvendig for en hensigtsmæssig overgang til alternative energiformer

En mere hensigtsmæssig overgang til alternative energiformer kan opnås ved at foretage investeringerne i alternative energiformer, hvor og når de bliver økonomisk rentable. For at disse investeringer kan blive rentable, er det nødvendigt, at yderligere forskning og udvikling gør de alternative energiformer billigere, eller at de reale priser på fossile brændsler stiger. Hvis investeringerne i alternative energiformer skal komme til at foregå mest hensigtsmæssigt, forudsætter det imidlertid, at priserne på fossile brændsler afspejler de samlede samfundsmæssige omkostninger, der er knyttet til deres anvendelse. Det kræver offentlig regulering, idet der ellers ikke vil blive taget højde for de formodede omkostninger af f.eks. drivhuseffekten.

Katalysatorer i biler reducerer forurening

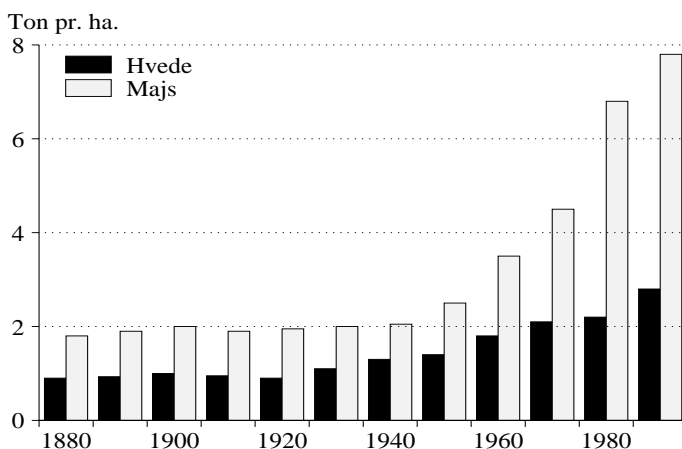
Nødvendigheden af at regulere gennem priser kan også illustreres ved at se på transportsektoren. Et centralt element i regeringens handlingsplan for at begrænse transportsektorens CO₂-udslip er at øge personbilernes benzineffektivitet, jf. Trafikministeriet (1996b). En øget energieffektivitet vil imidlertid gøre det billigere at køre en kilometer, hvilket alt andet lige vil resultere i et større kørselsomfang. Derved vil en del af den oprindelige gevinst ved øget energieffektivitet forsvinde. For at forhindre, at øget energieffektivitet leder til et større kørselsomfang, må man eksempelvis gennem højere energiafgifter sikre, at prisen pr. kørt kilometer ikke falder. Selvom transportsektoren har været meget i fokus pga. dens stigende CO₂-udslip, er sektoren dog også et eksempel på, at det kan være muligt at reducere miljøbelastningen pr. energienhed. Indførelsen af obligatoriske

katalysatorer i biler, krav om renere brændstoffer og andre tiltag har reduceret trafikens bidrag til den lokale luftforurening markant. Udslippene af partikler, kulilte, kvælstofoxider og kulbrinter forventes således at blive mere end halveret i perioden 1988-2005, til trods for at den samlede trafikmængde ventes at stige betragteligt, jf. Holten-Andersen mfl. (1998).

Tekniske fremskridt i landbruget

Også inden for landbrugsproduktionen har der været betydelige tekniske fremskridt inden for de sidste 100 år, jf. Ausubel (1995). Udbyttet pr. arealenhed er f.eks. steget markant for to vigtige afgrøder, jf. figur III.13. Stigningen har især fundet sted efter 1950.

Figur III.13 Udbytte af hvede og majs pr. hektar i USA



Kilde: Ausubel (1995).

Tekniske fremskridt kan være forbundet med omkostninger

Det stigende udbytte i landbruget er en følge af bedre teknologi, men kan også delvis tilskrives øget brug af bl.a. pesticider, som kan give negative miljøeffekter. Det er et eksempel på, at den tekniske udvikling måske nok løser nogle problemer, men samtidig kan skabe nogle andre. En prognose viser således, at indholdet af pesticider kan forventes at overskride grænseværdien på 0,1 mikrogram pr. liter i ca. 14 pct. af samtlige vandværker om 10 år, jf. Miljøstyrelsen (1997). Dette problem kan afhjælpes ved at flytte kildepladser og sammenlægge vandværker. Desuden er det teknisk muligt at rense grundvandet for pesticider. De gennemsnitlige driftsomkostninger forbundet med at flytte kildepladser og sammenlægge vandværker vurderes at være knap 4 kr pr. m³ vand, mens de ved en kombination af vandrensning og lukning af borer er godt 2 kr pr. m³ vand, jf. Miljøstyrelsen (1997). Dertil kommer investeringsudgifter.

Substitution i forbruget og kritisk naturkapital

Ud fra denne vurdering er det således billigere at tillade, at grundvandet i et vist omfang renses end udelukkende at satse på at flytte kildepladser og sammenlægge vandværker. Dermed er det ikke tekniske hindringer, men villigheden til at acceptere rensed grundvand, der er afgørende for, om løsningen med at rense drikkevandet vil være i overensstemmelse med en bæredygtig udvikling. Dette er et eksempel på, at befolkningens præferencer indebærer, at nogle former for naturkapital, her grundvandsreserven, kan karakteriseres som værende kritisk.

Krav til bæredygtig udvikling bestemmes af substitution i både forbrug og produktion

Spørgsmålet om, hvorvidt naturkapital kan erstattes af menneskeskabt kapital, handler derfor i lige så høj grad om villigheden til at substituere i forbruget som om de tekniske muligheder for substitution i produktionen. I tilfældet med grundvandet er det manglende villighed til substitution i forbruget, der gør rent grundvand til kritisk naturkapital, hvilket skærper kravene til en bæredygtig udvikling. Der er imidlertid andre tilfælde, hvor substitution i forbruget må formodes at gøre det lettere at opnå en bæredygtig udvikling. Hvis forbrug af tjenesteydelser eksempelvis opfattes som en god erstatning for forbrug af varer, vil velfærdstabet ved en omlægning fra forurenende industriproduktion til mindre forurenende serviceproduktion alt andet lige være mindre. Derfor kræves en mindre kompensation i form af flere tjenesteydelser eller en bedre naturtilstand for at fastholde velfærden på et bæredygtigt niveau.

Sammenhænge mellem velstand og miljøproblemer?

I det omfang tekniske fremskridt kan reducere naturbelastningen pr. produceret enhed, og befolkningen er villig til at substituere mellem forskellige typer af forbrug, er der grundlag for en vis optimisme. Men hvad siger egentlig empirien om vækst og miljø? En del miljøøkonomer har foretaget sammenligninger på tværs af lande med henblik på at finde sammenhænge mellem landenes velstand, opgjort som BNP pr. indbygger, og omfanget af forskellige typer af miljøproblemer, jf. Grossman og Krueger (1994) og Angelsen (1997). For mange miljøproblemer findes forholdsvis klare sammenhænge.

Højere velstand kan løse nogle, men ikke alle miljøproblemer

F.eks. afhænger adgangen til rent vand og graden af kloakering positivt af landets velstand. For lokal luftforurening findes derimod, at sammenhængen mellem miljøbelastningen og niveauet for BNP pr. indbygger kan beskrives ved en omvendt U-kurve, en såkaldt miljø-Kuznets kurve. For lave indkomster stiger forureningen, når velstanden stiger, men ved et vist indkomstniveau vil yderligere velstandsstigninger medføre lavere forurening. Endelig er der også eksempler på en negativ sammenhæng mellem velstand og naturtilstand, hvilket er tilfældet for udslippet af CO₂. Der er således ingen entydig sammenhæng mellem velstand og miljøproblemer. Vækst fører ikke automatisk til en renere produktion.

Aktiv regulering nødvendig for en miljømæssigt acceptabel vækst

Tekniske fremskridt kan gøre det lettere at opnå en bæredygtig udvikling via effektivitetsgevinster, øgede substitutionsmuligheder og renere teknologi, men de kommer ikke som manna fra himlen. Det er derfor væsentligt at overveje, hvordan man bedst muligt fremmer udviklingen af nyttige tekniske fremskridt. Den rette indsats må afspejle en afvejning af fordele og ulemper. Pga. markedsbrist kan det ikke forventes, at der automatisk vil ske en tilstrækkelig forsknings- og udviklingsindsats, jf. Det Økonomiske Råd (1997). Ligeledes sikrer markedet ikke, at priserne afspejler de samlede samfundsmæssige omkostninger ved produktion og forbrug. En aktiv miljøregulering kan derfor bidrage til en økonomisk vækst, der både er miljømæssigt acceptabel og bæredygtig.

III.6 Usikkerhed og irreversibilitet

Bæredygtighed under usikkerhed og irreversibilitet

Hvordan skal en bæredygtig politik udformes i en verden med usikkerhed og irreversibilitet? Usikkerheden kan være knyttet til konsekvensen af menneskelige handlinger, men også til mere grundliggende forhold i selve naturen. Drivhuseffekten er et eksempel på et miljøproblem, hvor vi i dag har skrøbelig og usikker viden om konsekvensen af den menneskelige udledning af drivhusgasser. Men der er også usikkerhed om, hvordan jordens klima påvirkes af forhold uden for menneskelig indflydelse som eksempelvis solpletter. Udledningen af drivhusgasser og klimæændringer kan have irreversible konsekvenser for natur og mennesker.

Et ekspertpanels vurdering af drivhuseffekten

En tankevækkende illustration af den manglende videnskabelige konsensus om drivhuseffektens virkninger findes i Nordhaus (1994a). Et ekspertpanel bestående af 19 personer med samfunds- eller naturvidenskabelig baggrund bliver bedt om at vurdere de økonomiske konsekvenser af forskellige drivhusscenerier. Scenerierne er kun beskrevet ved stigningen i den globale middeltemperatur og det tidsrum, som opvarmningen antages at finde sted inden for. Deltagerne i panelet bliver bedt om at komme med deres personlige vurderinger af:

- Global skade i pct. af det globale BNP
- Sandsynligheden for "katastrofale" udfald, hvor det globale BNP reduceres med mere end 25 pct.
- Andelen af skader, som fanges i BNP-opgørelsen
- Fordelingen af samlede skader mellem i- og u-lande

Vurderinger varierer meget mellem eksperter

Der er stor spredning i svarene på de to første spørgsmål. Vurderingerne af den globale skade ved en 3°C stigning i gennemsnitstemperaturen i år 2090 ligger i intervallet fra 0 til 21 pct. af BNP. Gennemsnittet for hele ekspertpanelet er knap 2 pct. Vurderingen af sandsynligheden for katastrofale udfald ligger i intervallet fra 0 til 30 pct. Gennemsnittet for hele ekspertpanelet er knap 5 pct. Der er dog en vis enighed om det tredje og fjerde punkt. De fleste i panelet mener, at en stor andel af skaderne påvirker størrelser målt i nationalregnskabet, og at udviklingslandene vil blive hårdere ramt end de industrialiserede lande.

**Uenige eksperter:
Hvem har ret?**

Hvordan skal en hensigtsmæssig klimapolitik tilrettelægges, når eksperternes vurderinger afviger markant fra hinanden, og muligheden for et scenario med store fremtidige tab i velfærd ikke kan udelukkes?²² Som udgangspunkt er det vanskeligt at knytte matematiske sandsynligheder til de enkelte eksperters vurderinger. Det er selvfølgelig muligt at vurdere de enkelte eksperters faglige kompetence inden for deres specifikke fagområde. Men det er ikke oplagt, at en ekspert med en høj faglig troværdighed på sit afgrænsede område har de bedste forudsætninger for at vurdere konsekvenserne af drivhuseffekten. Dels er der som tidligere nævnt store mangler i både den natur- og samfundsvidenskabelige forståelse af drivhuseffekten og dens virkninger, dels kræver en dækkende vurdering, at der trækkes på viden fra mange forskellige discipliner.

**Usikkerhed:
Sandsynlighed
ukendt**

En beslutningstager, der skal fastlægge klimapolitikken på baggrund af råd fra et ekspertpanel, skal foretage en beslutning under usikkerhed. Ved usikkerhed vil vi mere præcist forstå en situation, hvor de mulige udfald er veldefinerede, men hvor det ikke er muligt at tilordne matematiske sandsynligheder til de enkelte udfald.

**Risiko:
Sandsynlighed
kendt**

Hvis beslutningstageren kunne tilordne en matematisk sandsynlighed til de mulige udfald af drivhuseffekten, vil vi betegne det som beslutning under risiko.²³ Det er klart, at beslutningsgrundlaget under usikkerhed er dårligere end under risiko. Der findes imidlertid situationer med endnu dårligere beslutningsgrundlag end usikkerhed, hvor end ikke de mulige udfald kan fastlægges. I en sådan situation skal beslutningstageren foretage en beslutning under komplet uvidenhed.

22) Det antages forenkende, at interessekonflikter mellem forskellige lande ikke stiller sig hindrende i vejen for udformningen af en hensigtsmæssig global klimapolitik.

23) Sondringen mellem usikkerhed og risiko blev introduceret af Frank Knight i 1921. Knights distinktion og begreber er imidlertid ikke enerådende, jf. eksempelvis terminologien i Vercelli (1998). Valget af terminologi ændrer dog ikke konklusionerne i afsnittet.

Under risiko skal den forventede velfærd maksimeres

Der kan gives en overordnet karakteristik af de beslutningskriterier, som skal anvendes, hvis beslutningstageren antages at være rationel. I situationen med sikkerhed skal beslutningstageren vælge den handling, der giver den højst mulige velfærd. I situationen med risiko skal beslutningstageren vælge den handling, der maksimerer den forventede velfærd. Den forventede velfærd findes ved at vægte velfærden ved hver enkelt udfald med sandsynligheden for det pågældende udfald.

Under usikkerhed baseres beslutningen på bedste eller dårligste udfald

Under usikkerhed er det rationelt for beslutningstageren at basere beslutningen på de ekstreme udfald, jf. Arrow og Hurwicz (1972). De ekstreme udfald giver det minimale eller maksimale udfald. Eksempler på beslutningskriterier, der er baseret på ekstreme udfald, er "maximin" og "maximax". Under maximin-kriteriet identificeres for hver handling udfaldet med lavest mulig velfærd. Der vælges dernæst den handling, hvor det værste udfald er mindst dårligt. Under maximax vælges den handling, hvor det bedste udfald resulterer i den højeste velfærd.

Eksempel på brug af beslutningskriterier

Brugen af de to beslutningskriterier illustreres i et tænkt eksempel på fastlæggelse af klimapolitik under usikkerhed, jf. tabel III.5. På det tidspunkt, hvor klimapolitikken skal fastlægges, er drivhuseffektens skader ukendte, men det antages forenkende, at de kan være enten små eller store. Beslutningstageren kan vælge en ambitiøs klimapolitik med store CO₂-reduktioner eller en klimapolitik med små reduktioner. Det antages endvidere, at drivhuspolitikken ikke kan ændres, efter den er besluttet. Hvis der føres en ambitiøs klimapolitik, begrænses det maksimale tab til 15 pct. mod 20 pct. ved en klimapolitik med små CO₂-reduktioner. En beslutningstager, der følger en maximin-strategi, vil vælge klimapolitikken med de store reduktioner. En beslutningstager, der sigter mod det maksimalt bedste resultat (maximax), vil vælge en klimapolitik med små reduktioner. Ved denne politik er det bedste resultat et velfærdstab på 2 pct. Ved klimapolitikken med store reduktioner er det bedste resultat et tab på 5 pct.

Tabel III.5 Et eksempel: Reduktion i velfærd afhængig af den førte klimapolitik og drivhuseffektens skader

Sande skader ved drivhuseffekt	Klimapolitik	
	Store CO ₂ -reduktioner	Små CO ₂ -reduktioner
	----- Pct. af BNP -----	-----
Små skader	-5	-2
Store skader	-15	-20
Maximin	-15	-20
Maximax	-5	-2

Anm.: Tabellen, der er beskrevet i teksten, er et hypotetisk eksempel til illustration af beslutningskriterierne maximin og maximax.

Maximin og forsigtighedsprincippet

Beslutningstagere, der har aversion mod usikkerhed, vil foretrække maximin-kriteriet, jf. Gilboa og Schmeidler (1989). Maximin-kriteriet, der er udledt som et rationelt beslutningskriterium, kan tolkes som en operationalisering af forsigtighedsprincippet. Forsigtighedsprincippet er oprindeligt formuleret af biologer og økologer, men den foregående diskussion har vist, at begrebet er foreneligt med økonomiske og statistiske overvejelser om beslutning under usikkerhed. For aktuelle danske synspunkter på forsigtighedsprincippet og muligheder for en operationalisering af princippet henvises til Miljøstyrelsen (1998).

Ny viden om ekstremer mest værdifuld

De to beslutningskriterier giver væsentlige retningslinjer for, hvilke områder der har topprioritet, hvis der skal investeres i at opnå ny erkendelse og dermed reduceret usikkerhed. Det vil være mest hensigtsmæssigt at opnå mere viden om sandsynligheden for de ekstreme udfald, deres omfang og konsekvenser for velfærd. Mere viden om scenarier mellem ekstremerne er ikke nær så værdifulde for beslutningstageren.

Irreversibilitet også argument for forsigtighed

Hvis konsekvenserne af vore handlinger er irreversible, og det forventes, at ny viden kan reducere usikkerheden, kan der være ekstra gevinster forbundet med en ambitiøs klimapolitik i dag, jf. Chichilnisky og Heal (1993). To forhold gør, at nutidige CO₂-reduktioner tillægges en ekstra værdi i forhold til situationen uden irreversibilitet. Ved at reducere CO₂-udslippet opnås en ekstra mulighed for at udnytte ny viden om eksempelvis drivhuseffektens skader. Hvis ny viden viser, at drivhuseffektens skader er større end først antaget, er denne viden af begrænset værdi, hvis koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren allerede er høj. Et andet forhold er, at vi bør reducere udslippet af CO₂, da vi eller vore efterkommere herved får mulighed for på et senere tidspunkt at disponere over et "renere" miljøgode. Vi giver fremtiden en option til en atmosfære med en lavere koncentration af drivhusgasser. Begge argumenter forudsætter irreversibilitet, men ikke at beslutningstageren har aversion mod usikkerhed.²⁴

Skift i fremtidige generationers præferencer

En ambitiøs nutidig klimapolitik kan også retfærdiggøres af andre forhold end ny viden, som eksempelvis skift i fremtidige generationers præferencer for miljø, jf. Chichilnisky og Heal (1993). Hvis fremtidige generationer værdsætter miljø mere, end vi gør, bør udslipsreduktioner i dag tillægges en ekstra, positiv værdi, fordi fremtidige generationer herved får en option til at udnytte miljøgodet. Dette forudsætter selvfølgelig, at vi i dag tager højde for fremtidige generationers præferencer. Hvis beslutningstageren er neutral i forhold til usikkerheden om fremtidige generationers præferencer for miljø, og der ikke eksisterer viden om, hvorvidt præferencerne bliver stærkere eller svagere, kan dette ikke i sig selv motivere ekstra reduktionstiltag i dag. En forudsætning for ekstra reduktionstiltag, hvis der hersker usikkerhed om fremtidige præferencer, er enten, at beslutningstageren har aversion mod usikkerhed eller, at det er mest sandsynligt, at fremtiden vil værdsætte miljø mere, end vi gør i dag.

24) Visse tiltag, der afbøder drivhuseffektens forventede konsekvenser, eksempelvis diger mod stigende vandstand, er omkostningskrævende og irreversible. Der kan derfor også fremføres argumenter for at udskyde sådanne afværgeforanstaltninger, indtil vi får bedre viden.

Klimapolitik under usikkerhed belyst ved DICE-modellen

Hidtil er der fremført principielle argumenter for brugen af forsigtighedsprincippet, da klimapolitikken føres under usikkerhed og irreversibilitet. I den sidste del af afsnittet vil vi diskutere klimapolitik under usikkerhed med udgangspunkt i illustrative simulationer med den empirisk funderede DICE-model, der søger at integrere økonomiske og naturvidenskabelige sammenhænge, jf. Woodward og Bishop (1997), Nordhaus (1994b) og boks III.3.

Usikkerhed om omkostninger ved klimaændring

DICE-modellen beskriver en række økonomiske og geofysiske sammenhænge, der hver for sig er meget usikre. Her vil vi kun diskutere usikkerheden om modellens skadesfunktion. Spredningen i ekspertpanelets vurderinger viser klart, at der er uenighed om skaderne ved en given temperaturstigning. De mest pessimistiske vurderinger af skaderne kan muligvis beskrives ved det såkaldte katastrofescenarie, hvor der efter en temperaturstigning på ca. 2°C er en stærkt ikke-lineær sammenhæng mellem temperatur og skader, jf. figur III.14.²⁵ Stiger temperaturen fra 2,5°C til 3°C, øges skaden fra knap 3 pct. af det globale BNP til næsten 25 pct. Basissceniets skadesfunktion er stort set lineær i dette temperaturinterval.

25) Katastrofesceniets skadesfunktion er anført i Nordhaus (1994b) som et eksempel på en specifikation, der kan tage højde for meget negative vurderinger af drivhuseffektens konsekvenser. Det er ikke givet, at den valgte skadesfunktion beskriver opfattelsen hos de mest negative eksperter i ekspertpanelet i Nordhaus (1994a).

Boks III.3 DICE-modellen

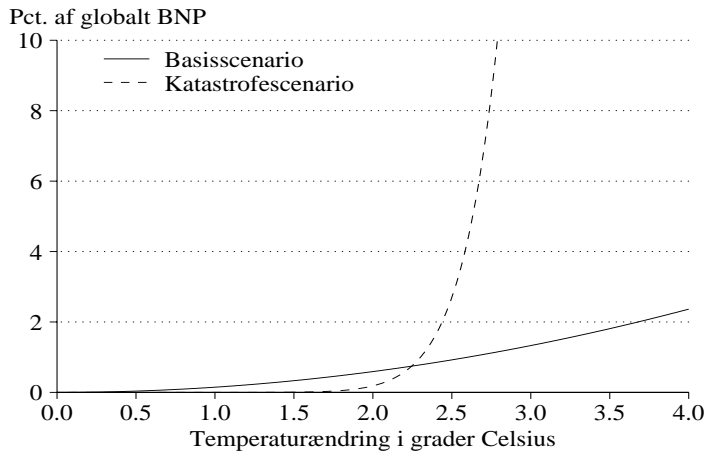
DICE-modellen (Dynamic Integrated model of Climate and the Economy) indeholder en simpel og stiliseret beskrivelse af den globale økonomiske udvikling og de økonomiske og geofysiske aspekter af drivhuseffekten, jf. Nordhaus (1994b). Modellen løses flere hundrede år frem i tiden, hvilket er den relevante tidshorisont for drivhuseffekten. I afsnittet præsenteres resultater, der rækker frem til år 2205.

Modellen beskriver den optimale CO₂-politik i en økonomi, hvor velfærd for en person afhænger positivt af forbrugsmulighederne. Samfundsplanlæggeren tilbagediskonterer fremtidig velfærd med en tidspræferencerente på 3 pct. Drivhuseffekten antages at påvirke velfærd indirekte, idet klimaændringer reducerer de økonomiske produktionsmuligheder. Klimapolitik i form af eksempelvis globale CO₂-afgifter har omkostninger i form af lavere produktion. En optimal klimapolitik i DICE-modellen beregnes ved at afveje fordele ved at begrænse klimaændringer med omkostningerne ved at reducere udledningen af drivhusgasser.

Kapital og arbejdskraft medgår til den markedsræssige produktion. Totalfaktorproduktiviteten antages at vokse med knap 1,5 pct. i starten af simulationsperioden, men derefter falder væksten i produktiviteten gradvis. Produktionen i en given periode kan enten forbruges eller investeres i øget kapitalapparat og dermed øge det fremtidige forbrug. Skadesfunktionen angiver de produktionsræssige konsekvenser af klimaændringer og stigende temperaturer. I basisforløbet er skadesfunktionen fastlagt, så en 3°C stigning i temperaturen leder til et fald i det globale BNP på 1,3 pct. Funktionen er ikke-lineær, så en 6°C stigning i temperaturen leder til et fald i det globale BNP på 5,2 pct. Skadesfunktionen er baseret på undersøgelser af de produktionsræssige konsekvenser af klimaændringer i USA, som er forsøgt overført til resten af Verden.

Den geofysiske del af modellen fastlægger sammenhængen mellem økonomisk aktivitet, drivhusgasudledning og -koncentration samt klimaændringer. Udledningen af drivhusgasser stiger med den økonomiske aktivitet, men bl.a. energibesparende tekniske fremskridt gør, at væksten i emissionen af drivhusgasser stiger mindre end væksten i produktionen. Det antages, at fremtidige muligheder for energibesparende tekniske fremskridt er mindre, end de historisk har været. Den atmosfæriske koncentration af drivhusgasser stiger med udledningen korriigeret for den naturlige nedbrydning og absorptionen i oceanerne. Stigende koncentration af drivhusgasser øger temperaturen.

Figur III.14 Globale skader som følge af temperaturstigninger i basis- og katastrofescenario



Kilde: Woodward og Bishop (1997).

Den sande skadesfunktion afsløres i år 2085

I det følgende antages stærkt forenklede, at der alene er usikkerhed om, hvorvidt den sande skadesfunktion er lav (basisscenarioet) eller høj (katastrofescenarioet). Det antages endvidere, at beslutningstageren i år 2085 bliver klar over verdens sande tilstand, dvs. hvilken skadesfunktion der er den rigtige. På det tidspunkt kan klimapolitikken revideres, hvis den viser sig at være baseret på en initial fejlvurdering af skaderne. Hvis beslutningstageren har mulighed for at lære om drivhuseffekten og korrigere klimapolitikken, er der i princippet fire mulige scenarier med vidt forskellige profiler for den optimale reduktion i drivhusgasser. Det er ikke muligt for beslutningstageren at knytte sandsynligheder til de forskellige scenarier.

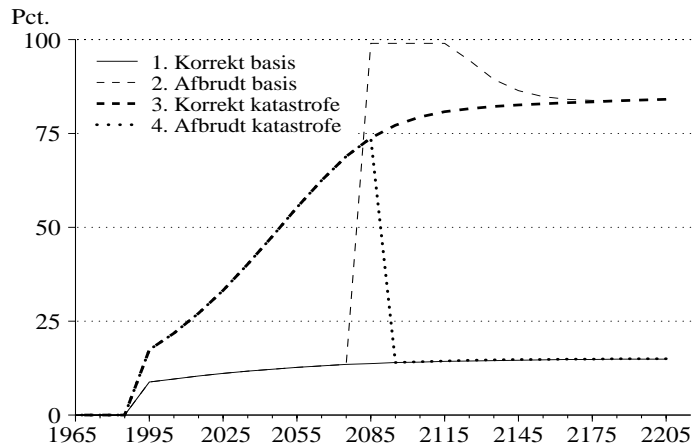
Fire mulige scenarier

1. Korrekt basispolitik, dvs. det antages initialt, at skaderne er små, hvilket bekræftes i år 2085.
2. Afbrudt basispolitik, dvs. det antages initialt, at skaderne er små, men de viser sig at være store, hvorfor reduktionsindsatsen intensiveres markant i år 2085.
3. Korrekt katastrofepolitik, dvs. det antages initialt, at skaderne er store, hvilket bekræftes i år 2085.
4. Afbrudt katastrofepolitik, dvs. det antages initialt, at skaderne er store, men de viser sig at være små, hvorfor reduktionensindsatsen neddroles betydeligt i år 2085.

Dramatiske korrektioner i klimapolitik, hvis der tages fejl

I scenario 2 øges CO₂-reduktionen fra ca. 10 pct. af den årlige udledning til næsten hele den årlige udledning, når de høje skader afsløres, dvs. økonomien udleder stort set ikke drivhusgasser efter år 2085, jf. figur III.15. Dette vil i sagens natur kræve betydelige ændringer i de økonomiske og samfundsmæssige strukturer. Det er tvivlsomt, om det er realistisk med så hurtige og drastiske tiltag på globalt niveau, men det er ikke afgørende for de efterfølgende pointer. Omvendt sker der i scenario 4 et fald i reduktionen fra ca. 70 pct. af den årlige udledning til ca. 10 pct., når de lave omkostninger afsløres.

Figur III.15 Reduktion af CO₂-udslip i fire scenarier, når den sande skadesfunktion afsløres i år 2085

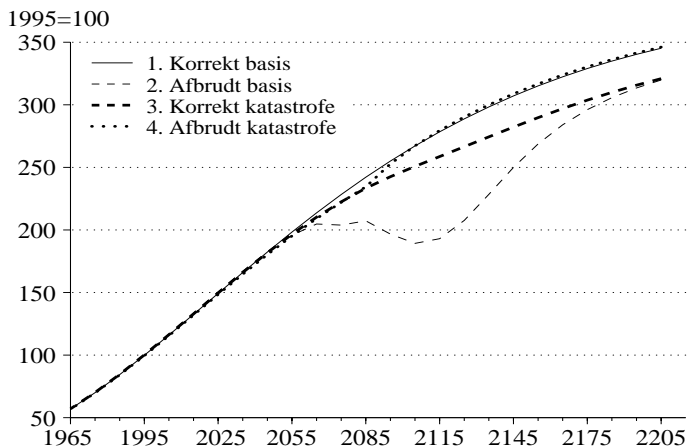


Kilde: Woodward og Bishop (1997).

Konsekvenser for det private forbrug

De fire scenarier har forskellig profil for udviklingen i det private forbrug pr. person, jf. figur III.16. I alle tilfælde er det dog et fælles træk, at det private forbrug i år 2205 antages at være mellem 3 og 3½ gange større end forbruget i 1995. Dette skyldes forventningerne om tekniske fremskridt i fremskrivningen. I scenario 2 kommer der et direkte fald, omend begrænset, i det private forbrug efter år 2085, fordi verden i en årrække stort set ikke må udlede drivhusgasser. I scenario 1 og 4 kan der efter år 2085 opretholdes et noget højere forbrugsniveau, fordi reduktionerne kun skal begrænses med ca. 10 pct. I de år, hvor forskellen mellem scenario 2 på den ene side og scenario 1 og 4 på den anden side er størst, er forbruget 30 pct. lavere i scenario 2 end i scenario 1 og 4. Som tidligere nævnt udjævnes forskellene mellem scenarierne i slutåret.

Figur III.16 Privatforbrug i fire scenarier, når den sande skadesfunktion afsløres i år 2085



Kilde: Woodward og Bishop (1997).

**Forsigtigheds-
princippet
indebærer store
reduktioner i dag**

For hvert scenario udregnes nu den sammenvejede velfærd for nutidige og fremtidige generationer, og maximin-kriteriet anvendes til at udpege den optimale politik. Det viser sig, at den optimale politik er at foretage forholdsvis stor CO₂-reduktioner i dag, dvs. at beslutningstagerne skal handle ud fra forventningen om katastrofale skader som følge af drivhuseffekten, jf. Woodward og Bishop (1997). Dette svarer til at anvende forsigtighedsprincippet på klimaområdet. Hvis det på et senere tidspunkt viser sig, at skaderne ikke er så store, som først frygtet, vil klimapolitikken blive lempet. I det specifikke eksempel betyder fremkomsten af ny information, at ambitionsniveauet i politikken slækkes (eller opretholdes, hvis de høje omkostninger bekræftes). Det kan ikke udelukkes, at ny viden betyder, at den optimale politik skal strammes, selvom den oprindelige politik var baseret på forsigtighedsprincippet. Dette kan ske, hvis det værst tænkelige udfald viser sig at være værre end først vurderet.

**Omvendt
forsigtighedsprincip
hvis fremtiden
tillægges lille værdi**

Maximin-kriteriet resulterer dog ikke altid i brug af forsigtighedsprincippet. Hvis fremtiden tillægges en meget lille værdi, hvilket i eksemplet ovenfor svarer til at øge diskonteringsrenten fra eksempelvis 3 til 6 pct., er det basisscenaariets moderate drivhusreduktioner, der sikrer, at det værst tænkelige udfald er mindst dårligt. Det er ikke så mærkeligt, da alt hvad der sker om 50 år og derefter i så fald er tilnærmelsesvis ligegyldigt. Samfundsplanlæggeren vil derfor næsten kun tage højde for de nutidige omkostninger ved klimapolitik, men ikke de mulige fremtidige gevinster.

**Bæredygtighed og
forsigtigheds-
princippet**

Bæredygtighedsbegrebet er affødt af en bekymring for fremtidige generationers levevilkår. Derfor er forsigtighedsprincippet relevant ved reguleringen af miljøproblemer, der er præget af usikkerhed og irreversibilitet. Forsigtighedsprincippet er helt afgørende i de situationer, hvor kritisk naturkapital skal beskyttes, og der er usikkerhed om det kritiske niveau.

III.7 Afslutning

Hensynet til naturen kun et aspekt af bæredygtighed

Hele bæredygtighedsdiskussionen tog afsæt i en bekymring for, om naturen belastes i et omfang, der truer fremtidige generationers levevilkår. Med Brundtland-kommissionens definition af bæredygtighed understreges det imidlertid, at naturhensynet kun er et blandt flere elementer i en bæredygtig udvikling. Om en udvikling er bæredygtig, afgøres ved at se på samtlige de værdier, der bringes videre til de kommende generationer. Selvom naturhensynet kun er et aspekt af bæredygtighed, er det dog klart, at naturen må spille en central rolle, uanset hvordan bæredygtighedsbegrebet operationaliseres.

Separate miljømålsætninger på enkeltområder ikke nødvendigvis hensigtsmæssigt

Kendskab til de naturvidenskabelige sammenhænge er en nødvendig forudsætning for at kunne belyse bæredygtighed, men fysiske miljøindikatorer giver ikke i sig selv tilstrækkelig information til at vurdere, om udviklingen overordnet set er bæredygtig. Ud fra en helhedsbetragtning er det ikke hensigtsmæssigt at opstille separate miljømålsætninger på enkeltområder uden hensyn til, hvad der sker på andre områder. For at prioritere anvendelsen af knappe ressourcer må miljøproblemerne afvejes indbyrdes og over for andre forhold, der påvirker velfærden.

Positiv ægte opsparring i Danmark, men...

Begrebet ægte opsparring er en økonomisk indikator for bæredygtighed. Analysen i afsnit III.4 viser, at den ægte opsparring i Danmark har været positiv gennem hele perioden 1986-96. I et vist omfang kan det opfattes som indikation af en bæredygtig udvikling. Beregningerne hviler dog på et spinkelt grundlag og kan derfor ikke danne baggrund for håndfaste konklusioner. Et af de væsentlige problemer er, at det ikke har været muligt at inkludere alle påvirkninger af naturen i beregningerne. Der er ganske enkelt for lidt viden om konsekvenserne til at kunne kvantificere og især værdisætte alle væsentlige naturpåvirkninger. Værdisætning af miljøgoder er en nødvendig forudsætning for at kunne udforme en overordnet miljøpolitik, der tillader afvejning af fordele og ulemper. På trods af de mange problemer, der er knyttet til prioritering og værdisætning, er en satsning på værdisætningsstudier i Danmark en forudsætning for en mere fyldestgørende økonomisk analyse af bæredygtighed.

...beregningerne sætter fokus på vores manglende viden

Det er væsentligt at identificere kritisk naturkapital

Da der er en fare for, at miljøeffekterne ikke fanges tilstrækkeligt godt i et økonomisk mål for bæredygtighed, kan ægte opsparring som indikator under alle omstændigheder ikke stå alene. Det skyldes bl.a., at ægte opsparring bygger på en antagelse om, at de enkelte kapitaltyper er substituerbare. Denne helt centrale substitutionsantagelse er ikke uproblematisk, og ægte opsparring kan derfor kun bruges som bæredygtighedsindikator for forholdsvis små ændringer i naturkapitalen. Det er en væsentlig opgave at identificere såkaldt kritisk naturkapital, dvs. naturkapital, som er uerstattelig, eller som har en nedre kritisk grænse, som det vil være forbundet med store negative konsekvenser at overskride.

Risiko for irreversible ændringer i naturen kan berettige brug af forsigtighedsprincippet

Forsigtighedsprincippet, som er en af grundpillerne i dansk miljøpolitik, er et rationelt beslutningskriterium ved regulering af miljøproblemer, der er karakteriseret ved usikkerhed og irreversibilitet. Brug af forsigtighedsprincippet er helt afgørende i de situationer, hvor kritisk naturkapital skal beskyttes, og der er usikkerhed om det kritiske niveau. Drivhuseffekten er et eksempel på et miljøproblem, hvor skaderne potentielt kan være meget store og irreversible. Det kan berettige en betydelig indsats for at reducere udslippet af drivhusgasser i dag.

Mangel på viden må ikke virke handlingslammende

Operationalisering af bæredygtighedsbegrebet vanskeliggøres af mangel på såvel naturvidenskabelig som samfundsvidenskabelig viden. Det er derfor væsentligt at gøre en indsats for at få mere information om de forhold, der kan være relevante for, hvordan miljøpolitikken tilrettelægges. Den manglende viden er dog ikke i sig selv et argument for ikke her og nu at gøre en indsats på miljøområdet. Ud fra forsigtighedsprincippet vil det snarere være omvendt, at så længe der ikke er tilstrækkelig viden om de mulige konsekvenser af miljøforringelser, bør man være forsigtig og begrænse omfanget af ændringer i naturen, der kan vise sig at være irreversible. Indsatsen for at få ny viden om såvel naturvidenskabelige som samfundsvidenskabelige forhold er således vigtig, men det kan være risikabelt at undlade at forsikre sig mod fremtidige problemer, mens man venter på at få denne viden. Set i lyset af kombinationen af usikkerhed og irreversibilitet må der også handling til her og nu.

Tekniske fremskridt er væsentlige...

...men løser ikke alle problemer...

...og kommer ikke af sig selv

En vurdering af mulighederne for at sikre en bæredygtig udvikling afhænger stærkt af, hvor optimistisk man er mht. tekniske fremskridt. Tekniske fremskridt kan i princippet gøre det muligt på en og samme tid at sikre økonomisk vækst og afhjælpe i alt fald visse miljøproblemer. Den teknologiske udvikling kan dog også i sig selv give anledning til nye miljøproblemer, og selvom tekniske fremskridt historisk har været af stor betydning, er det ingen naturlov, at de vil løse alle væsentlige problemer i fremtiden. Tekniske fremskridt kommer ikke som manna fra himlen. Der kræves en aktiv indsats, bl.a. i form af forskning og udvikling, og det er en væsentlig samfundsmæssig opgave at sikre tilskyndelse hertil. Markedet vil ikke af sig selv løse de centrale problemer knyttet til menneskets brug af naturen. Offentlig miljøregulering, som øger erhvervenes og forbrugernes omkostninger ved at forurene, vil bidrage til, at der sker en målretning af forsknings- og udviklingsindsatsen, så tekniske fremskridt kommer miljøet til gode.

Bæredygtighed er ikke ensbetydende med optimalitet

Analyser af bæredygtighed belyser først og fremmest, om vi i tilstrækkelig grad tilgodeser fremtidige generationer. Selvom beregningen af den ægte opsparing peger i retning af, at udviklingen er bæredygtig, er det ikke ensbetydende med, at udviklingen ikke kunne være bedre. Samfundet ville kunne opnå en velfærdsgevinst, hvis en effektiv offentlig regulering sikrede en mere hensigtsmæssig udnyttelse af naturens ressourcer. Under alle omstændigheder er det vigtigt at udforme miljøpolitikken på en sådan måde, at der fås mest muligt miljø for pengene.

Litteraturliste

Ahloth, S., A. Björklund and A. Forslund (1997): The Output of the Swedish Education Sector. *Review of Income and Wealth*, 43(1), pp. 89-104.

Angelsen, A. (1997): Miljøproblemer og økonomisk utvikling: Bidrar vekst til å bedre eller ødelegge miljøet? *Socialøkonomen*, 51(7), s. 20-29.

Aronsson, T., P.-O. Johansson and K.-G. Löfgren (1997): *Welfare Measurement, Sustainability and Green National Accounting: A Growth Theoretical Approach*. Edward Elgar, Cheltenham.

Arrow, K. J. and L. Hurwicz (1972): Optimality Criterion for Decision-Making under Ignorance. In C. F. Carter and J. L. Ford (eds.): *Uncertainty and Expectations in Economics*. Basil Blackwell, Oxford.

Asheim, G. B. (1994): Net National Product as an Indicator of Sustainability. *Scandinavian Journal of Economics*, 96(2), pp. 257-265.

Atkinson, G., R. Dubourg, K. Hamilton, M. Munasinghe, D. Pearce and C. Young (1997): *Measuring Sustainable Development: Macroeconomics and the Environment*. Edward Elgar, Cheltenham.

Ausubel, J. H. (1995): Technical progress and climatic change. *Energy Policy*, 23(4/5), pp. 411-416.

Broome, J. (1992): *Counting the Costs of Global Warming*. The White Horse Press, Cambridge.

Chichilnisky, G. (1997): What Is Sustainable Development? *Land Economics*, 73(4), pp. 467-491.

Chichilnisky, G. and G. M. Heal (1993): Global Environmental Risks. *Journal of Economic Perspectives*, 7(4), pp. 65-86.

Common, M. and C. Perrings (1992): Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological Economics*, 6, pp. 7-34.

Conrad, J. M. and C. W. Clark (1987): *Natural Resource Economics: Notes and Problems*. Cambridge University Press, Cambridge.

Daly, H. E. (1996): *Efter væksten: Den bæredygtige udviklings økonomi*. Hovedland, Danmark.

Danmarks Statistik (1994): *Tal om natur og miljø*. København.

Danmarks Statistik (1995): *Statistiske Efterretninger, Nationalregnskab, offentlige finanser og betalingsbalance, 1995:12*. København.

Danmarks Statistik (1997): *Statistiske Efterretninger, Miljø, 1997:1*. København.

Dasgupta P. S. and G. M. Heal (1979): *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press, Cambridge.

Det Økonomiske Råd (1995): *Dansk økonomi, forår 1995*. København.

Det Økonomiske Råd (1997): *Dansk økonomi, forår 1997*. København.

DPCSD (United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development) (1996): *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*. United Nations, New York.

El-Serafy, S. (1989): The Proper Calculation of Income from Depletable Natural Resources. In Y. Ahgmad, S. El-Serafy and E. Lutz (eds.): *Environmental Accounting for Sustainable Development*. World Bank, Washington, D.C.

Energistyrelsen (1998a): *Danmarks olie og gasproduktion 1997*. København.

Energistyrelsen (1998b): *Energistatistik 1997*. København.

Fankhauser, S. (1995): The Social Costs of Greenhouse Gas Emissions: An Expected Value Approach. *Energy Journal*, 15(4), pp. 157-184.

Gilboa, I. and D. Schmeidler (1989): Maximin Expected Utility with a Non-Unique Prior. *Journal of Mathematical Economics*, 18(2), pp. 141-153.

Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1994): Economic Growth and the Environment. Working Paper No. 4634, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass.

Hamilton, K. (1995): Sustainable Development, the Hartwick Rule and Optimal Growth. *Environmental and Resource Economics*, 5(5), pp. 393-411.

Hamilton, K. (1996): Pollution and Pollution Abatement in the National Accounts. *Review of Income and Wealth*, 42(1), pp. 13-33.

Hamilton, K., G. Atkinson and D. Pearce (1998): Savings Rules and Sustainability: Selected Extensions. Paper presented at the First World Congress of Environmental and Resource Economists, Venice, Italy.

Hammond, A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant and R. Woodward (1995): *Environmental Indicators*. World Resources Institute, Washington, D.C.

Hanley, N., I. Moffit, R. Faichney and M. Wilson (1997): Measuring Sustainability: A Time Series of Alternative Indicators for Scotland. Mimeo.

Hansen, A. C. (1997): Ægte opsparing - et operationelt bæredygtighedskriterium? *Økonomi og Politik*, 70(3), s. 34-46.

Hartwick, J. M. (1977): Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *American Economic Review*, 67(5), pp. 972-974.

Hartwick, J. M. (1990): Natural Resources, National Accounting and Economic Depreciation. *Journal of Public Economics*, 43(3), pp. 291-304.

Heal, G. M. (1984): Interaction Between Economy and Climate: A Framework for Policy Design under Uncertainty. In V. K. Smith and A. D. White (eds.): *Advances in Applied Microeconomics*. J. A. I. Press, Greenwich.

Holten-Andersen, J., N. Christensen, L. W. Kristiansen, P. Kristensen og L. Emborg (red.) (1998): *Natur og miljø 1997. Påvirkninger og tilstand*. Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde.

IEA (International Energy Agency) (1997): *Energy technologies for the 21st century*. OECD, Paris.

IEA (International Energy Agency) (1998): *Energy Policies of IEA Countries. Denmark, 1998 Review*. OECD, Paris.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1996): *IPCC Second Assessment: Climate Change 1995*. Cambridge University Press, Cambridge.

Jensen, H. V. and O. G. Pedersen (1998): *Danish NAMEA, 1980-1992*. Statistics Denmark, Copenhagen.

Jensen, P. R. (1995): *En velfærdsindikator for Danmark, 1970-1990: Forbrug, miljø, husholdningsarbejde og fritid*. Arbejdsnotat nr. 8, Rockwool Fondens Forskningsenhed, København.

Leth-Petersen, S. (1998): Bæredygtighed i nationalregnskabet - er udtømmingen af Nordsøressourcerne i overensstemmelse med en bæredygtig udvikling. Upubliceret arbejdsrapport, AKF.

Miljø- og Energiministeriet (1995): *Natur og miljøpolitisk redegørelse*. København.

Miljø- og Energiministeriet (1996): *Energi 21. Regeringens energihandlingsplan 1996*. København.

Miljø- og Energiministeriet (1998): *Natur og miljø 1997. Udvalgte indikatorer*. København.

Miljøstyrelsen (1997): *Udviklingen i den danske vandforsyningsstruktur*. Arbejdsrapport nr. 62, København.

Miljøstyrelsen (1998): *Forsigtighedsprincippet*. Udskrift og resume fra Miljøstyrelsens konference om forsigtighedsprincippet, København 1998. København.

Mortensen, J. B. and A. Larsen (1994): Rates of Substitution, Sustainability and the Energy Sector. Paper presented to the conference *Governing Our Environment*, Copenhagen, November 1994.

Møller, F. (1996): *Værdisætning af miljøgoder*. Jurist- og Økonomforbundets Forlag, København.

Nordhaus, W. D. (1994a): Expert Opinion on Climate Change. *American Scientist*, 82 (Jan.-Feb.), pp. 45-52.

Nordhaus, W. D. (1994b): *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. The MIT Press, Cambridge, Mass.

OECD (1994): *Environmental Indicators*. Paris.

Pearce, D. (1997): Is the Danish Economy Sustainable? Sustainable Development, Climate Change and the Danish Economy. Paper presented to Danish Conference on Climate Change and Sustainability, April 1997.

Pearce, D. and R. K. Turner (1990): *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire.

Pezzey, J. C. V. (1992): Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis. World Bank Environment Paper No. 2, World Bank, Washington, D.C.

Pezzey, J. C. V. (1997): Sustainability Constraints versus “Optimality” versus Concern, and Axioms versus Data. *Land Economics*, 73(4), pp. 448-466.

Pezzey, J. C. V. and C. A. Withagen (1998): The Rise, Fall and Sustainability of Capital-Resource Economies. *Scandinavian Journal of Economics*, 100(2), pp. 513-527.

Pyatt, G. (1991): Poverty: A Wasted Decade. *European Economic Review*, 35(2/3), pp. 358-365.

Solow, R. M. (1986): On the Intergenerational Allocation of Exhaustible Resources. *Scandinavian Journal of Economics*, 88(1), pp. 141-149.

Trafikministeriet (1996a): *Samfundsøkonomisk omkostnings-effektivitet i transportsektoren*. København.

Trafikministeriet (1996b): *Regeringens handlingsplan for reduktion af transportsektorens CO₂-udslip*. København.

Vercelli, A. (1998): Hard Uncertainty and Environmental Policy. In G. Chichilnisky, G. M. Heal and A. Vercelli (eds.): *Sustainability: Dynamics and Uncertainty*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Weitzman, M. L. (1976): On the Welfare Significance of National Product in a Dynamic Economy. *Quarterly Journal of Economics*, 90(1), pp. 156-162.

Woodward, R. T. and R. C. Bishop (1997): How to Decide When Experts Disagree: Uncertainty-Based Choice Rules in Environmental Policy. *Land Economics*, 73(4), pp. 492-507.

World Commission on Environment and Development (1987): *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.