

KAPITEL IV

INTERNATIONAL KLIMAPOLITIK

IV.1 Indledning

Forventede konsekvenser af global opvarmning

Den globale opvarmning forventes at have en lang række overvejende negative konsekvenser for miljø og mennesker. Disse konsekvenser omfatter stigende vandstand i verdenshavene, storme og oversvømmelser, tørke, problemer med vandforsyning, ændringer i økosystemer og mindre biodiversitet, jf. bl.a. IPCC (2007). Konsekvenserne forøges ved stigende global opvarmning, men sammenhængen er svær at fastlægge præcist. Ifølge København-erklæringen (Copenhagen Accord), som er resultatet af forhandlingerne ved COP15-forhandlingerne i København, er det nødvendigt at begrænse den globale temperaturstigning til maksimalt to grader i forhold til præindustrielt tid, hvis "farlige" menneskeskabte klimaforandringer skal undgås.¹

Koncentration af drivhusgasser i atmosfæren påvirker klimaet

Der er almindelig enighed om, at den globale opvarmning i hvert fald delvis skyldes en stigning i mængden af drivhusgasser i atmosfæren. Den præcise sammenhæng mellem global opvarmning og koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren er imidlertid svær at identificere. Dette skyldes ikke mindst, at der er en lang række positive såvel som negative tilbagespilseffekter, når temperaturen ændrer sig. Ændringer i skydækket eller konsekvenser i form af øget drivhusgasudledning, når områder med permafrost tør, er blot nogle af de forhold, der vil påvirke udviklingen i klimaet. Det er derfor med god grund, at klimafremskrivninger, som eksempelvis foretages af FN's klimapanel (IPCC), præsenteres med betydelig fokus på usikkerheden.

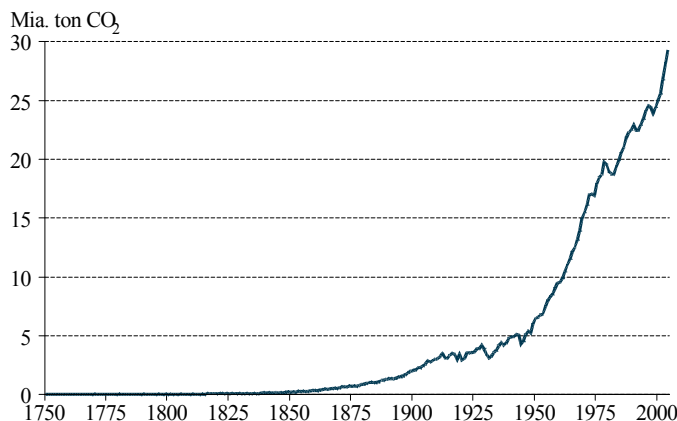
- 1) Det specificeres ikke eksplicit i København-erklæringen, hvad den to graders stigning er i forhold til. Der henvises dog til FN's klimapanel, og det er derfor vores fortolkning, at det er i forhold til præindustrielt tid.

Kapitlet er færdigredigeret den 8. februar 2010.

Udledninger af drivhusgasser er steget kraftigt

Udviklingen i koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren bestemmes af udledningen af drivhusgasser. Menneskeskabte udledninger af drivhusgasser har været stærkt stigende siden industrialiseringen, ikke mindst på grund af CO₂-udledning fra afbrænding af fossile brændsler. Udledningen herfra i perioden siden 1750 er vist i figur IV.1.

Figur IV.1 Årlig udledning af CO₂ fra brugen af fossilt brændsel



Kilde: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC).

Koncentrationen af drivhusgasser historisk høj

Den nuværende koncentration af drivhusgasser i atmosfæren er højere, end den har været den sidste knap halve million år. Gennem de sidste 400.000 år har koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren svinget mellem 180 og 300 ppm,² men som følge af de stigende udledninger siden industrialiseringen er koncentrationen i dag steget til ca. 380 ppm. Den globale temperaturstigning fra præindustriell tid og frem til i dag har været knap én grad, jf. Climatic Research Unit,³ og der er således kun godt én grad "tilbage", hvis togradersmålsætningen skal overholdes. Hvis koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren skal stabiliseres på

- 2) Enheden ppm står for parts per million. Målet angiver antallet af CO₂-molekyler blandt 1 mio. molekyler i atmosfærisk luft.
- 3) www.cru.uea.ac.uk

et niveau, som er foreneligt med togradersmålsætningen i København-erklæringen, kræver det meget store reduktioner i udledningen af drivhusgasser i de kommende år.

Fossile brændsler er vigtigste kilde til menneskeskabte udledninger af drivhusgasser

Afbrænding af fossile brændsler som kul, olie og gas er den vigtigste kilde til menneskeskabte udledninger af drivhusgasser. Hvis togradersmålsætningen skal nås, er det derfor nødvendigt at reducere forbruget af fossile brændsler mærkbart.

Nogle fossile brændsler må blive i jorden

Meinshausen mfl. (2009) finder, at kun omkring halvdelen af de kendte forekomster af kul, olie og gas, som er økonomisk rentable at udvinde ved nuværende teknologi og priser, må afbrændes, hvis togradersmålsætningen skal overholdes med blot 50 pct. sandsynlighed. Hvis alle verdens kendte forekomster af fossilt brændsel bliver udvundet og brændt af, vil det hæve koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren til et niveau, som vil være uforeneligt med målsætningen om at begrænse den globale temperaturstigning til to grader.

Udledningen af drivhusgasser har global effekt

Drivhusgasser udbredes over landegrænser og fordeler sig jævnt i atmosfæren, hvilket betyder, at skaderne ved udledning af drivhusgasser er uafhængig af, hvor i verden udledningen foregår. Det er derfor i relation til klimaproblemet ligeegyldigt, om et ton kul brændes af i Danmark, USA eller Kina. Ud over afbrænding af fossile brændsler omfatter menneskeskabte udledninger af drivhusgasser bl.a. skovrydning og ikke-energirelaterede udledninger fra landbruget, nogle industrier og affaldshåndtering.

En international aftale er nødvendig

Det er den samlede globale udledning af drivhusgasser, som har betydning for klimaforandringerne. Et lille land som Danmark kan derfor kun påvirke den samlede udledning af drivhusgasser i samspil med andre lande. Det er således nødvendigt med en international aftale, hvis verdens samlede udledninger skal begrænses, og forhandlingerne ved COP15-mødet i København var netop et forsøg på at skabe en sådan aftale.

Gevinsten ved en klimaaf­ta­le forskellig fra land til land

Gevinsten ved en klimaaf­ta­le, der begrænser den globale temperaturstigning til for eksempel to grader, kan opgøres som værdien af de undgåede fremtidige ulemper, som højere temperaturstigninger ville forårsage, minus de undgåede fremtidige fordele, der måtte være af ændrede klimatiske forhold. En del af gevinsten ved en klimaaf­ta­le er, at den formindsker risikoen for, at temperaturen overskrider et ukendt niveau, hvor klimaforandringerne fører til omfattende og muligvis katastrofale omvæltninger i jordens klima. Nogle lande påvirkes mere af klimaforandringer end andre, og gevinsten ved en klimaaf­ta­le er derfor forskellig fra land til land. En række af de lande, som anses for at være mest udsatte, er mindre udviklede lande, mens nogle mener, at et land som Danmark muligvis isoleret set kan have fordele ved en begrænset temperaturstigning.

Skaderne sker ude i fremtiden

Skaderne, som følger af global opvarmning, sker først ude i fremtiden. Det er forbundet med betydelig usikkerhed at forudsige skadernes omfang, og karakteren af skaderne gør, at de også er vanskelige at værdisætte. Omkostningerne ved at reducere udledningerne af drivhusgasser – i form af tabt produktion og øgede udgifter til at udvikle og overgå til nye, energibesparende teknologier – skal afholdes løbende. Det er således i klimapolitikken nødvendigt at sammenligne gevinster i form af undgåede skadesomkostninger ude i fremtiden med reduktionsomkostninger, som skal afholdes inden. Afvejningen mellem nutid og fremtid spiller derfor en afgørende rolle for, hvor ambitiøs klimapolitikken bør være. Ved valget af togradersmålsætningen er der dog reelt blevet taget stilling til denne afvejning.

Hvem skal reducere, og hvem skal betale?

Hvis togradersmålsætningen tages for givet, udestår spørgsmålet om, hvem der skal foretage reduktionerne, hvor hurtigt de skal iværksættes, og hvem der skal betale for dem. Selvom disse spørgsmål i vid udstrækning er dikteret af politiske overvejelser, er det vigtigt også at inddrage økonomiske betragtninger, således at klimapolitikken bliver effektiv, og omkostningerne minimeres.

Kapitlets indhold

I afsnit IV.2 ses på markedet for fossilt brændsel i en teoretisk ramme. Det beskrives, hvorledes udbuddet af fossile brændsler bestemmes over tid, og hvordan udbuddet kan

blive påvirket af en international klimaaf tale. I afsnit IV.3 diskuteres det, hvilke faktorer som er afgørende for valget af global klimapolitik, og hvordan en sådan klimapolitik skal udformes for at virke mest effektivt. Det antages i dette afsnit, at det er muligt at indgå en bindende global aftale. I afsnit IV.4 præsenteres resultatet af COP15-forhandlingerne i København, og problemerne med at nå frem til en global klimaaf tale diskuteres. I forlængelse heraf skitseres nogle måder, hvorpå disse problemer kan imødegås. Herefter præsenteres en række regneeksempler, som illustrerer størrelsen af den nødvendige indsats, hvis togradersmålsætningen skal overholdes. Endelig opsummerer afsnit IV.5 hovedpointerne i kapitlet.

IV.2 Udbuddet af fossile brændsler

Udbudssiden er vigtig at inddrage i klimapolitikken

Afbrænding af fossile brændsler er den væsentligste kilde til menneskeskabte udledninger af drivhusgasser. Klimapolitik drejer sig derfor i høj grad om at begrænse afbrændingen af fossile brændsler, hvilket hidtil udelukkende er sket gennem tiltag, der forsøger at begrænse efterspørgslen efter fossilt brændsel. Medmindre det er muligt at styre den efterspurgte mængde fuldt ud, er det imidlertid vigtigt at inddrage sandsynlige reaktioner på udbudssiden ved fastlæggelsen af klimapolitikken. Derfor gennemgås i dette afsnit nogle af de centrale egenskaber ved markedet for fossile brændsler. Da fokus er på at præsentere de centrale mekanismer, er gennemgangen selvsagt ikke dækkende i relation til alle de mere konkrete forhold, der er relevante for markedet for fossile brændsler i praksis.

Markedet for fossilt brændsel er anderledes end andre markeder

Fossile brændsler er en ikke-fornybar og udtømmelig ressource. En vigtig egenskab ved ikke-fornybare ressourcer er, at de i modsætning til de fleste andre varer kan opbevares omkostningsfrit. Lagringsmuligheden åbner mulighed for at fremskynde eller udskyde produktionen over tid. Den samlede produktion er begrænset af den mængde fossilt brændsel, der findes i jorden, og udvindingen vil i et ureguleret marked fortsætte, så længe prisen på fossile brændsler overstiger udvindingsomkostningerne. Udvindingshastigheden vil afhænge af den aktuelle og forventede fremtidige

efterspørgsel, som blandt andet afhænger af den økonomiske vækst, befolkningsudviklingen, prisen på alternative energikilder og den relevante regulering i form af afgifter, CO₂-kvoter m.m.

Meget lave produktionsomkostninger for store dele af de kendte forekomster

En del af verdens forekomster af fossilt brændstof er kendte og er i dag i produktion eller kan bringes i produktion, hvis rettighedsejerne vurderer, at det er økonomisk rentabelt at påbegynde en udvinding. Omkostningerne varierer mellem de forskellige forekomster, men en meget stor del af det fossile brændsel, som bliver udvundet i dag, har meget små udvindingsomkostninger. I Mellemøsten findes eksempelvis forekomster af olie, som kan udvindes til få procent af den pris, producenterne kan få på verdensmarkedet. Ejere af disse forekomster vil principielt være villige til at udvinde og sælge dem, selvom afsætningsprisen bliver væsentligt lavere, end den har været i de seneste årtier. Når afsætningsprisen er meget højere end udvindingsomkostningerne, skyldes det blandt andet, at der er tale om en knap, udtømmelig ressource. Som følge heraf er der en knaphedsværdi, der vil stige i takt med, at ressourcerne udvindes, og som gør, at der er en forventning om højere priser i fremtiden, hvilket reducerer villigheden til at sælge billigt i dag, jf. også senere. Samtidig er markedet for i hvert fald nogle fossile brændsler karakteriseret ved, at en gruppe af udbydere besidder en vis markedsmagt.

Efterforskningsaktiviteten afhænger af teknologi og fremtidig efterspørgsel

Der er formentlig mange endnu ukendte forekomster af fossilt brændsel. En del af disse forekomster forventes at befinde sig i områder, hvor efterforskningsomkostningerne er høje, og hvor de forventede udvindingsomkostninger vil være væsentligt højere end omkostningerne på de forekomster, der er i produktion i dag. Den teknologiske udvikling kan føre til lavere udvindingsomkostninger i fremtiden, hvilket kan gøre det rentabelt at udvide efterforskningen ud over det, der vurderes rentabelt i dag. Omvendt vil en permanent og markant reduktion af efterspørgslen efter fossile brændsler trække i retning af mindre efterforskningsaktivitet.

En del af de kendte forekomster skal blive i jorden, hvis temperaturstigning skal begrænses til to grader	Hvis verden skal holde den globale temperaturstigning under to grader, er det nødvendigt, at en betydelig del af de samlede forekomster af fossile brændsler forbliver uudnyttede i al fremtid. Som tidligere nævnt vurderer Meinshausen mfl. (2009), at omkring halvdelen af de kendte forekomster, som er rentable at udvinde med den nuværende teknologi og de nuværende priser, ikke må udvindes, hvis temperaturstigningen skal holdes under to grader med 50 pct. sandsynlighed.
Store udfordringer for klimapolitikken	Den markante reduktion af den samlede udvinding, som er nødvendig, kræver et meget stort skift i efterspørgslen, jf. også illustrationen i boks IV.1. Det er nærmest utænkeligt, at de nødvendige reduktioner vil fremkomme uden aktiv indgriben fra verdens politikere. Vanskeligheden ved at reducere den udvundne mængde hænger sammen med den særlige form, som udbudskurven for fossile brændsler har: En reduktion af efterspørgslen vil primært give sig udslag i lavere pris på fossile brændsler og kun en relativt lille reduktion i den udvundne mængde. Hvis udvindingen af fossile brændsler for alvor skal begrænses, skal afsætningsprisen på fossile brændsler falde til en brøkdel af verdensmarkedsprisen i dag. En så lav efterspørgsel efter fossile brændsler kunne principielt være et resultat af fremkomsten af ny og meget billig alternativ teknologi. Hvis ny teknologi for alvor skal kunne reducere den samlede efterspurgte mængde fossilt brændsel, skal den nye teknologi imidlertid kunne konkurrere med de meget lave udvindingsomkostninger, der er på mange af de allerede kendte forekomster af fossilt brændsel. Det er vanskeligt at forestille sig, at der kan udvikles så billig en alternativ teknologi, at prisen på energi reduceres til et niveau, hvor udvindingen af fossile brændsler begrænses tilstrækkeligt til, at togradersmål-sætningen kan nås.
Lavere efterspørgsel fører til lavere priser – og kun lidt lavere mængder	
Omsættelige kvoter eller afgifter er nødvendigt	En effektiv reduktion af udvindingen af fossile brændsler må derfor i praksis vurderes at kræve indførelse af omsættelige kvoter eller afgifter på brugen af fossilt brændsel. En tilstrækkelig høj global afgift på drivhusgasudledninger eller et system med omsættelige kvoter kunne reducere efterspørgslen efter fossilt brændsel. Afgifter eller kvoter indebærer, at der fremkommer en pris på CO ₂ , som vil

tilskynde til frembringelse og ibrugtagning af alternative energikilder og energibesparende teknologi.

Kvoter og afgifter vil øge forbrugerprisen og reducere ressourceejernes indtjening

En høj, global afgift på fossile brændsler sænker den pris, som producenterne vil kunne få for deres ressource. En lavere afsætningspris kombineret med et fald i den solgte mængde vil bevirke, at ressourceejernes indtjening vil blive reduceret markant. Et kvotesystem, der reducerer efterspørgslen lige så meget som en afgift af en given størrelse, vil give anledning til den samme forbrugerpris.⁴ Med mindre udbydere har fuldstændig monopolmagt, vil afsætningsprisen på verdensmarkedet også falde under et kvotesystem.

Simpel teoretisk og statisk fremstilling

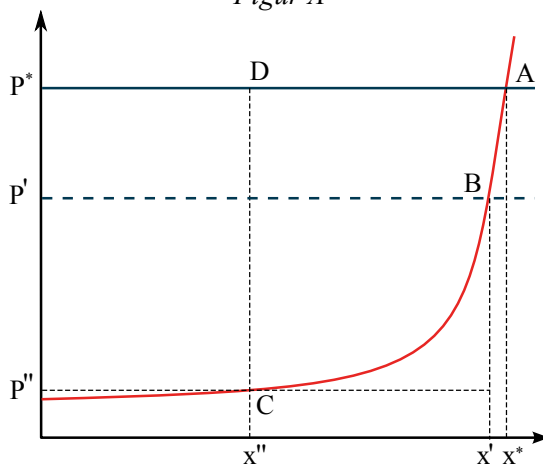
En simpel, teoretisk fremstilling af markedet for fossilt brændsel er skitseret i boks IV.1. I fremstillingen i boksen er tidsperspektivet af forenklingshensyn ignoreret. I den efterfølgende boks IV.2 illustreres situationen, hvor det tidsmæssige perspektiv inddrages.

- 4) Under et kvotesystem vil forbrugerprisen på fossilt brændsel være lig med verdensmarkedsprisen plus kvoteprisen, mens forbrugerprisen under et afgiftssystem vil være lig med den pris, producenterne kan opnå på verdensmarkedet, plus afgiften. Producentprisen vil ikke nødvendigvis være den samme under et afgiftssystem og et kvotesystem. Egenskaber ved et kvotesystem sammenlignet med et afgiftssystem diskuteres nærmere i afsnit IV.3.

I denne boks betragtes markedet for fossile brændsler i en meget stiliseret form. Vi betragter det samlede, akkumulerede udbud og den samlede efterspørgsel over tid, hvilket betyder, at de intertemporale aspekter, der er væsentlige for fastlæggelsen af bl.a. udvindings- og prisprofil, ignoreres. Disse emner bliver behandlet indgående i to følgende bokse.

Udbudskurven for fossilt brændsel er i figur A vist som den røde kurve. Udbudskurven svarer til den marginale omkostningskurve, der beskriver omkostningerne ved at udvinde en ekstra enhed, f.eks. en ekstra tønde olie. Den første del af kurven svarer således til kendte forekomster, som kan udvindes billigt (f.eks. i Mellemøsten), mens den sidste del af kurven dækker over kendte forekomster med højere udvindingsomkostninger og forekomster, der endnu ikke er udforsket. De meget høje omkostninger, der er knyttet til denne sidste del af kurven, er udtryk for, at der for disse forekomster også skal indregnes sandsynligvis betydelige og stigende efterforskningsomkostninger. For de allerede kendte forekomster, der er placeret på kurvens første flade del, er disse efterforskningsomkostninger allerede afholdt og indgår derfor ikke i de marginale omkostninger, der ligger bag udbudskurven.

Figur A



Det antages, at der findes én alternativ teknologi, der kan erstatte al brug af fossilt brændsel. Prisen på denne såkaldte "back stop"-teknologi er i figuren givet ved prisen P^* .

Fortsættes

På et ureguleret marked bliver al fossilt brændsel med en marginal udvindingsomkostning lavere end "back stop"-prisen før eller siden udvundet. Den udvundne mængde er givet ved skæringen mellem linjen ud for P^* og udbudskurven, jf. punktet A. Den vandrette kurve ud for P^* kan opfattes som en langsigtet efterspørgselskurve. Hvor lang tid, der går, før den givne mængde er udvundet, afhænger af efterspørgselsforholdene på ethvert tidspunkt frem mod det tidspunkt, hvor alt er udvundet: Jo højere efterspørgsel, jo hurtigere udvinding, jf. de følgende bokse IV.2 og IV.3. Prisen, P^* , ligger markant over de marginale udvindingsomkostninger for en meget betydelig del af ressourcen, jf. udbudskurvens flade stykke. Dette indebærer, at ressourceejerne opnår en meget stor fortjeneste.

Den langsigtede efterspørgsel afhænger af prisen på alternative energiformer, men kan også påvirkes af afgifter eller omsættelige kvoter. Derimod vil en energisparepolitik ikke påvirke den langsigtede efterspørgsel. En energispareindsats vil reducere efterspørgslen på ethvert givet tidspunkt, men den vil ikke ændre prisen på "back stop"-teknologien. Den eneste effekt vil være at udskyde udvindingen.

Antages det, at der fremkommer en ny "back stop"-teknologi, der er billigere end den gamle, reduceres den langsigtede efterspørgselskurve. Selv et relativt kraftigt fald i prisen på den alternative teknologi, svarende til forskellen mellem P^* og P' , vil imidlertid som følge af den næsten lodrette udbudskurve kun reducere den udvundne mængde en smule, jf. punktet B.

Hvis den globale temperaturstigning skal holdes under f.eks. to grader, skal den samlede udvundne mængde af fossilt brændstof reduceres væsentligt i forhold til x^* . Mængden forenelig med en klimamålsætning antages at være lig med x'' . Hvis udvindingen begrænses til denne mængde, reduceres marginalomkostningerne ved udvindingen til P'' , hvilket kræver en kraftig flytning af efterspørgselskurven.

Kvoter eller afgifter er en måde at begrænse efterspørgslen. Hvis der indføres en global afgift på fossile brændsler svarende til forskellen mellem P^* og P'' , vil efterspørgselskurven rykke nedad, så den skærer udbudskurven i punktet C. Afsætningsprisen vil falde til P'' , mens forbrugerprisen uændret vil være P^* , jf. punkt D. En afgift vil derved reducere ressourceejernes indtjening markant, hvilket både vil være et resultat af lavere afsat mængde og en lavere producentpris. Hvis der indføres et kvotesystem, hvor antallet af kvoter svarer til mængden x'' , reduceres den efterspurgte mængde hertil. Prisen, som efterspørgerne står over for – producentprisen på verdensmarkedet plus kvoteprisen – vil lige som ved afgiften være lig med P^* . Hvor stort faldet i producentprisen og dermed faldet i ressourceejernes indtjening vil være, vil bl.a. afhænge af deres markedsmagt.

**Markedet bør
analyseres over tid**

Gennemgangen i boks IV.1 har taget udgangspunkt i et statisk syn på markedet for fossile brændsler, hvor tidsdimensionen er undertrykt. I det følgende fokuseres i højere grad på det dynamiske perspektiv. Det antages i resten af dette afsnit, at mængden af fossilt brændsel, der over tid, udvindes, er givet. Dette kan eksempelvis være den mængde, der er i overensstemmelse med en given klimapolitisk målsætning.⁵ Formålet med den følgende gennemgang er at præsentere de mekanismer, der kan påvirke udvindingshastigheden for ressourcen – og dermed hastigheden, hvormed en given koncentration af drivhusgasser i atmosfæren nås.

**Producenterne står
over for et valg**

Udbuddet af fossile brændsler på et givet tidspunkt påvirkes af, om ejerne af ressourcen forventer, at prisen på ressourcen fremover vil stige hurtigt eller langsomt. Hvis prisen på fossilt brændsel forventes at stige relativt hurtigt, kan det betale sig at lade ressourcen ligge i jorden – frem for at udvinde den i dag og placere overskuddet i f.eks. statsobligationer. Omvendt vil en forventning om en lav prisstigningstakt trække i retning af, at producenterne vil fremrykke udvindingen, fordi en placering af formuen i f.eks. statsobligationer bliver relativt mere attraktiv i forhold til at lade de fossile brændsler ligge i jorden. Producenterne skal med andre ord afveje rentegevinsten forbundet med at udvinde ressourcen i dag mod en forventet prisgevinst ved at udskyde udvindingen til engang i fremtiden. Konsekvensen af denne afvejning er, at prisen på den udtømmelige ressource (minus de marginale udvindingsomkostninger) som udgangspunkt må forventes at stige svarende til renten.

**Pris begrænset af
alternativ teknologi**

I sidste ende er prisen på fossile brændsler begrænset af prisen på at producere energi på andre måder. Dette lægger en øvre grænse for, hvor meget prisen på fossilt brændsel kan stige. Hvis prisen på at producere energi uden brug af

- 5) En klimapolitisk målsætning om, at begrænse temperaturstigningen til f.eks. to grader kræver som nævnt, at en del af det fossile brændsel skal forblive i undergrunden. Der tages ikke stilling til, hvordan det er muligt at få ejerne af de fossile ressourcer til at acceptere denne betingelse. Mekanismerne beskrevet i den resterende del af afsnittet er naturligvis også – og i højere grad – relevante, hvis den eneste begrænsning på udvindingen er de fysiske reserver i undergrunden.

fossilt brændsel falder, vil det sænke den øvre grænse for prisen for fossilt brændsel.

**Udvindings-
hastighed
afhænger
af efterspørgslen**

**Lavere
efterspørgsel
kan udskyde
udvindingen**

Hastigheden, hvormed udvindingen sker, vil afhænge af, hvor stor efterspørgslen er for en given pris. En høj efterspørgsel vil trække i retning af et højt prisniveau, som igen vil trække i retning af en hurtig udvindingshastighed. Et permanent fald i efterspørgslen vil omvendt kunne reducere producentprisen på fossile brændsler og strække udvindingsprofilen ud over længere tid. En øjeblikkelig og permanent reduktion af den globale efterspørgsel vil således kunne forsinke udvindingen af fossile brændsler og dermed reducere udledningerne af drivhusgasser på den korte bane, men den akkumulerede udledning over lang tid vil være den samme. Samspillet mellem efterspørgslen og udvindingsprofilen er illustreret i boks IV.2.

I denne boks illustreres, hvorledes ejerne af fossile ressourcer fastlægger udvindingsprofilen af fossilt brændsel, bl.a. som en funktion af efterspørgselskurvens placering. Det antages, at den samlede mængde af fossilt brændsel, der udvindes, er givet – uanset ændringer i efterspørgslen. Det antages ligeledes, at udvindingsomkostningerne er lig nul, at markedet for fossilt brændsel er karakteriseret ved fuldkommen konkurrence, og at efterspørgselskurven ikke ændrer sig over tid. Præsentationen i denne boks bygger på Conrad og Clark (1987) og Neher (1990).

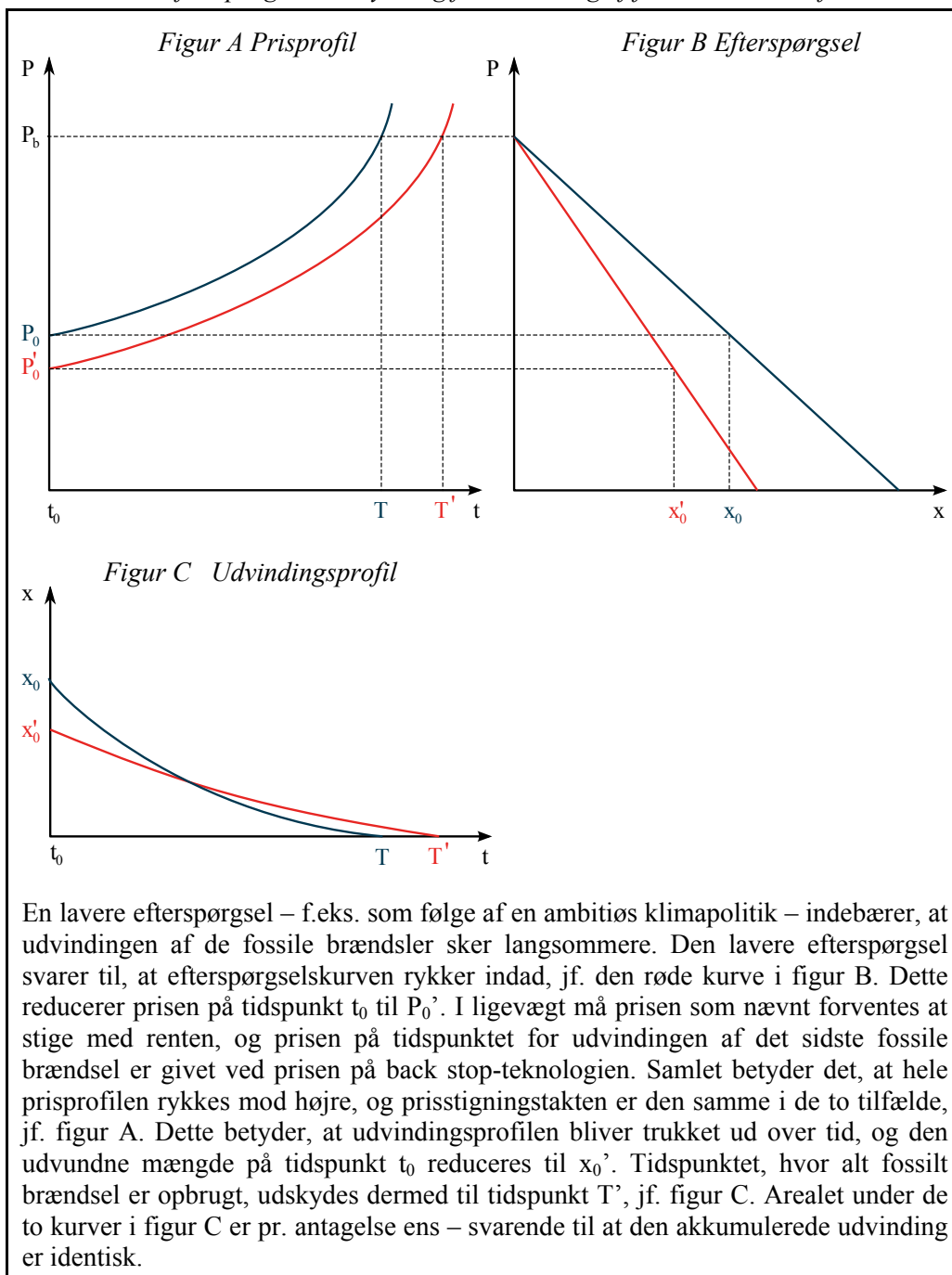
Ejerne af de fossile ressourcer fastlægger under en række stiliserede forudsætninger udvindingsprofilen således, at prisen på de fossile brændsler forventes at få et forløb som den blå kurve i figur A. Prisen dannes i et samspil mellem udbud og efterspørgsel. Sammenhængen mellem den efterspurgte mængde og prisen på de fossile brændsler er vist ved den blå kurve i figur B.

Prisen i figur A vokser med renten, idet udvindingsomkostningerne antages at være lig med nul. Årsagen til, at priserne årligt vil stige svarende til renten, er, at ejerne af de fossile ressourcer i modsat fald enten vil fremskynde eller udskyde udvindingen. Forventes prisen på fossilt brændsel eksempelvis at stige hurtigere end renten, vil det kunne betale sig at udskyde udvindingen. Dette ville presse prisen på brændslerne i dag op. De højere priser ville alt andet lige reducere forventningerne til prisstigninger i fremtiden og dermed trække i retning af ligevægt. Omvendt ville en lav forventet prisstigningstakt føre til et ønske om at udvinde hurtigt. Dette ville reducere priserne i dag, hvilket ville trække i retning af at øge den forventede prisstigningstakt.

Prisniveauet på det tidspunkt, hvor hele ressourcen er udvundet – angivet i figur A ved tidspunkt T – vil svare til prisen på at producere energi på en anden måde, "back stop"-teknologien. Denne er i figur A markeret med P_b . Med prisen på fossile brændsler på tidspunkt T givet ved P_b og resultatet om, at væksten i prisen skal svare til renten, kan prisen på ethvert tidligere tidspunkt bestemmes. På tidspunkt t_0 vil prisen være P_0 . Til denne pris vil mængden x_0 blive efterspurgt, jf. figur B.

I takt med at prisen vokser, vil den efterspurgte mængde falde over tid. Udvindingsprofilen vil (i fravær af lagre) være et direkte spejlbillede af udviklingen i efterspørgslen, jf. figur C. Udvindingsprofilen og dermed tidspunktet for, hvornår alt fossilt brændsel er udvundet, afhænger dermed af efterspørgslen.

En troværdig klimapolitik vil reducere efterspørgslen efter fossile brændsler for en given pris. Denne situation er vist i figurerne som røde kurver. *Fortsættes*



Fremtidig stram klimapolitik risikerer at øge udledningen på kort sigt

Erfaringen viser, at det er svært for verdens lande at blive enige om en global klimapolitik, der indebærer markante reduktioner af drivhusgasudledningen på kort sigt. Derimod synes der at være enighed om, at der er behov for betydelige reduktioner i fremtiden. Denne situation svarer til, at efterspørgslen efter fossile brændsler er (uforandret) høj på kort sigt, men på et tidspunkt i fremtiden reduceres efterspørgslen. I forhold til den stiliserede fremstilling i boks IV.2 kan det fremstilles således, at efterspørgselskurven forbliver på det høje niveau et stykke tid (indtil klimapolitikken implementeres, jf. den blå kurve i figur B i boksen), hvorefter den på et fremtidigt tidspunkt rykker indad (jf. den røde kurve). En politik, der udelukkende bygger på fremtidige reduktioner, risikerer imidlertid stik imod hensigten at føre til, at der på kort sigt bliver udvundet *mere* fossilt brændsel og derved udledt *flere* drivhusgasser.

Årsagen skal findes på udbudssiden

Forklaringen på, at annonceringen af en fremtidig stramning af klimapolitikken kan øge udledningerne på kort sigt, skal søges på udbudssiden. Som beskrevet i boks IV.2 fastlægges udvindings- og prisprofil i et samspil, der sikrer, at den forventede pris på fossile brændsler vokser med en given takt, og at ressourcerne planlægges at være udtømt, netop når prisniveauet er lig med prisen på den såkaldte back stop-teknologi. Hvis efterspørgslen i fremtiden reduceres, vil det trække i retning af en forventning om lavere priser i fremtiden. Er efterspørgslen på kort sigt uændret, vil producenterne ønske at fremskynde udvindingen af fossile brændsler, så de kan sælge, mens efterspørgslen endnu er høj. Dette vil ganske vist presse prisen ned på kort sigt, men alligevel være at foretrække for ressourceejerne. Denne udbudsreaktion på fremtidige stramminger af klimapolitikken kaldes til tider det "grønne paradoks", jf. f.eks. Sinn (2008).⁶ I boks IV.3 illustreres den beskrevne situation, hvor klimapolitikken på et fremtidigt tidspunkt strammes.

Det grønne paradoks

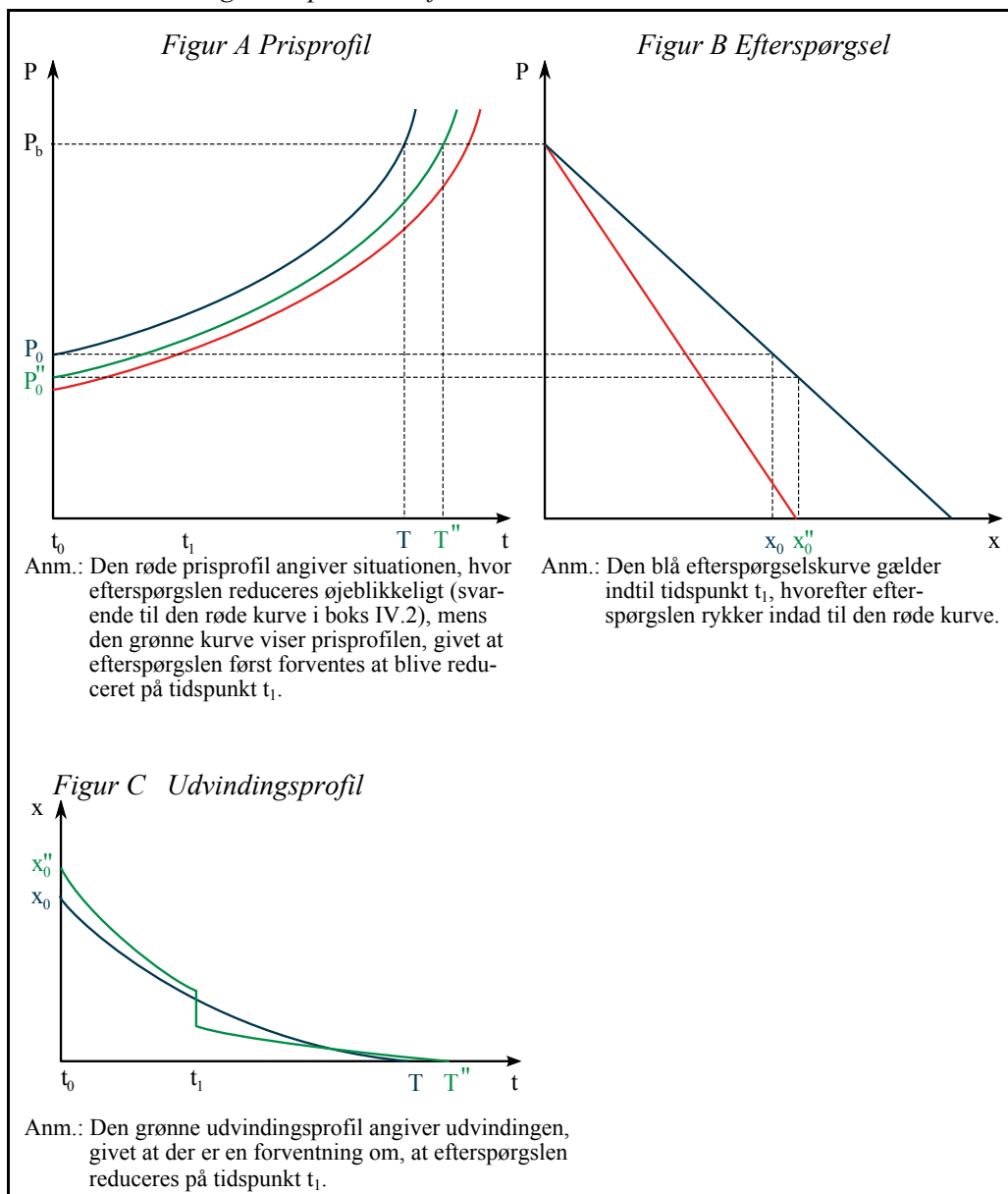
6) Argumentationen bag det grønne paradoks fører også til, at en afgift på drivhusgasser bør være høj ved indførelsen og ikke for stigende over tid. En stigende afgift over tid svarer til, at der annonceres gradvise stramminger af klimapolitikken i fremtiden, hvilket kan føre til den beskrevne fremrykning af udbuddet. Denne problemstilling diskuteres yderligere i det følgende afsnit IV.3.

I denne boks skitseres de mulige udbudsreaktioner, der kan fremkomme, hvis der annonceres en fremtidig reduktion af efterspørgslen – f.eks. som følge af en global klimaaftale, der indeholder betydelige reduktionsmål i fremtiden, men ingen tiltag på kort sigt. Illustrationen i denne boks bygger ligesom boks IV.2 på en række forsimplede antagelser, bl.a. om at den samlede udvundne mængde er givet, at udvindingsomkostningerne er lig med nul, og at markedet for fossile brændsler er karakteriseret ved fuldkommen konkurrence.

Det antages, at der i perioden fra t_0 til t_1 gælder en uændret (høj) efterspørgsel, jf. den blå kurve i figur B. Fra tidspunkt t_1 springer efterspørgselskurven f.eks. som følge af klimapolitiske tiltag indad, jf. den røde kurve i figur B. Producenterne antages at vide dette, og de reagerer allerede på tidspunkt t_0 på den forventede lavere efterspørgsel i fremtiden. Producenterne ønsker at fremskynde udvindingen, sådan at en større andel sælges, mens det er den høje (blå) efterspørgselskurve, der gælder. Udvindingen i udgangspunktet vil derfor øges fra x_0 til x_0'' i figur C. Den større udvundne mængde reducerer prisen, selvom efterspørgselskurven antages uændret på kort sigt; prisen falder derfor fra P_0 til P_0'' . Prisfaldet er derved mindre, end det ville have været, hvis efterspørgselskurven var rykket nedad allerede med virkning fra tidspunkt t_0 (hvilket er illustreret med den røde kurve, som er identisk med den røde kurve i boks IV.2). Prisprofilen forskydes således øjeblikkeligt mod højre pga. den lavere efterspørgsel i fremtiden, mens den forventede prisstigning er den samme som tidligere.

Som nævnt fremskyndes udvindingen, og udvindingshastigheden er i perioden frem til det tidspunkt, hvor den lavere efterspørgsel træder i kraft, tidspunkt t_1 , højere end i udgangspunktet. På tidspunktet, hvor den lavere efterspørgsel træder i kraft, falder udvindingen abrupt. Dette skyldes skiftet i efterspørgselskurven, der indebærer, at der til den givne pris kan afsættes mindre. Da prisprofilen er lagt fast af de fremadskuende producenter af fossile brændsler, sker der ikke noget med prisen på det tidspunkt, hvor efterspørgslen skifter. Dette hænger selvsagt afgørende på, at skiftet i efterspørgslen er forventet.

Den akkumulerede mængde på tidspunkt t_1 er større end, hvis efterspørgslen ikke blev ændret; dette ses af, at arealet under den grønne kurve er større end under den blå kurve i figur C frem til tidspunkt t_1 . Til gengæld falder udvindingen efter, at efterspørgslen er reduceret, og det tidspunkt, hvor de fossile brændsler er udtømt, udskydes til tidspunkt T'' . Det samlede areal under de to kurver i figur C er pr. antagelse ens.



IV.3 Global klimaaf tale

Omkostninger afvejes mod gevinster

Ifølge København-erklæringen skal den globale temperaturstigning begrænses til maksimalt to grader. Ved valg af en sådan målsætning skal gevinsterne ved at begrænse den globale opvarmning afvejes mod omkostningerne ved at opnå målsætningen. Da der ikke er nogen snæver sammenhæng mellem det enkelte lands omkostninger ved drivhusgasreduktionen og de gevinster, som landet potentielt kan opnå, indeholder problemstillingen også et internationalt fordelingsspørgsmål. Dette afsnit diskuterer nogle af de faktorer, der indgår i valget af ambitionsniveau i klimapolitikken, og hvilke økonomiske instrumenter der kan bruges til at implementere den. Analyserne i dette afsnit forudsætter, at det er muligt at indgå en global klimaaf tale. Problemer ved det diskuteres i næste afsnit.

Omkostninger forbundet med at reducere brugen af fossilt brændsel

Som tidligere beskrevet er udledning af drivhusgasser fra brugen af fossile brændsler den vigtigste kilde til menneskeskabte klimaforandringer. Omkostningerne forbundet med at reducere klimaforandringer udgøres derfor i høj grad af omkostninger forbundet med at reducere brugen af fossilt brændsel. Det omfatter omkostninger for virksomheder og samfund forbundet med en lavere produktion og meromkostninger forbundet med investeringer i energibesparende teknologier og alternative energikilder.

Gevinster omfatter både faktorer med og uden markedspris

Gevinsterne ved at reducere de globale klimaforandringer er, som nævnt indledningsvist i afsnit IV.1, de undgåede negative konsekvenser af global opvarmning. Da forudsigelser af de forventede konsekvenser af global opvarmning er behæftet med betydelig usikkerhed, er gevinsterne ved at undgå disse også usikre. Omkostningerne ved global opvarmning kan opgøres i to kategorier: Omkostninger, som har en markedspris, og omkostninger, som ikke har en markedspris. Eksempler på det første er behovet for diger og anden kystsikring, behovet for øget kloakering, mistede indtægter for landbruget pga. tørke og øgede udgifter til at udvinde og rense drikkevand. Det er muligt at sammenligne omkostningerne for denne type af konsekvenser af klimaforandringer – for eksempel omkostningerne ved at bygge diger – med omkostningerne ved at undgå klima-

forandringer. Anderledes forholder det sig med omkostninger, som ikke har en markedspris. Et eksempel på dette er, at klimaforandringer kan ændre økosystemer og udslette arter, hvorved biodiversiteten forringes. Da biodiversitet ikke har nogen markedspris, er det svært at sammenligne omkostningerne ved at undgå klimaforandringer med gevinsten ved at bevare biodiversitet. En væsentlig faktor i valg af klimapolitik er derfor, hvordan gevinster, som ikke har nogen markedspris, værdisættes.

Fare for katastrofer har betydning for klimapolitik

Sammenhængen mellem udledninger af drivhusgasser og klimaforandringer er behæftet med usikkerhed. Et særligt element af denne usikkerhed vedrører risikoen for, at klimaforandringerne kan føre til omfattende og muligvis katastrofale omvæltninger, hvis temperaturen overstiger en ukendt tærskelværdi. Det at bruge ressourcer på at begrænse den globale opvarmning kan ses som en måde at mindske risikoen for sådanne katastrofer fremkaldt af klimaforandringer. Da sandsynligheden for, at sådanne katastrofer indtræffer, er ukendt, er det usikkert, hvilken vægt de skal tillægges. Usikkerheden omkring konsekvenser og risiko for katastrofer kan føre til, at det politisk vælges, at temperaturstigninger skal holdes under et bestemt niveau, som det er tilfældet i København-erklæringen.

Omkostninger og gevinster falder over langt tidsrum

Omkostninger og gevinster ved en (aktiv eller inaktiv) klimapolitik falder over et langt tidsrum. Omkostningerne ved at reducere den globale opvarmning vil komme med det samme, mens gevinsterne først vil vise sig på længere sigt. For at kunne sammenligne omkostninger og gevinster, som falder på forskellige tidspunkter, er det nødvendigt at "oversætte" omkostninger og gevinster i fremtiden til værdier i dag. Ved hjælp af en diskonteringsrate tilbagediskonteres fremtidige værdier til nutidsværdier. Hvilken diskonteringsrate som vælges, er helt afgørende for, hvornår og hvor meget det kan betale sig at reducere udledningen af drivhusgasser. Derfor er en diskussion om, hvor ambitiøs en klimapolitik der bør vælges, og tidsdimensionen i klimapolitikken i høj grad en diskussion om den samfundsøkonomiske diskonteringsrate. En høj diskonteringsrate betyder, at omkostninger og gevinster i fremtiden tillægges lav vægt. Det vil dermed alt andet lige være mindre fordel-

agtigt at bruge ressourcer i dag på at reducere udledningen af drivhusgasser for at forhindre tab i fremtiden.

To omfattende økonomiske studier af klimaforandringer

Stern (2007) og Nordhaus (2008) er to af de mest omfattende og omtalte studier af økonomiske konsekvenser af global opvarmning og omkostninger ved at bremse denne. Selvom de to studier på mange måder minder om hinanden, kommer de frem til væsentligt forskellige anbefalinger af, hvor stor indsatsen mod klimaforandringer skal være. Stern finder, at gevinsterne ved stor og tidlig indsats overstiger omkostningerne herved, mens Nordhaus argumenterer for, at indsatsen bør være mindre i starten end den foreslået af Stern, men til gengæld stigende over tid.

Diskontering er den afgørende forskel

Den væsentligste grund til de forskellige anbefalinger er, at de tillægger omkostninger i fremtiden forskellig vægt, fordi de benytter forskellige diskonteringsrater. Nordhaus benytter således en real diskonteringsrate på 4 pct., mens Stern bruger en på 1,4 pct. Denne forskel i diskonteringsrater har stor betydning for nutidsværdien af økonomiske tab i fremtiden som følge af klimaændringer. Hvis diskonteringsraten ændres fra 4 pct. til 1,4 pct., stiger nutidsværdien af et tab om 100 år 13 gange.

To skoler inden for valg af diskonteringsrate

Der er grundlæggende to skoler inden for valg af samfundsøkonomisk diskonteringsrate: Investerings- og fordelings- og fordelingsstankegangen.⁷ Investeringsstankegangen har det udgangspunkt, at kapital kan investeres på forskellige måder, og at den bør investeres, så den giver højest muligt afkast. Ressourcer brugt på at reducere den globale opvarmning kunne i stedet være blevet investeret i produktiv kapital. Markedsrenten angiver, hvad kapital kan forrentes til på det frie marked, og man bør derfor bruge markedsrenten som diskonteringsfaktor i samfundsøkonomiske projekter. Denne tankegang tilstræber at være objektiv ved at bruge en observerbar rente som markedsrenten.

7) Denne opdeling er bl.a. foretaget i Arrow mfl. (1996) og Robinson (1990). Arrow mfl. (1996) kalder investerings- og fordelingsstankegangen for hhv. den deskriptive og den præskriptive tilgang.

Investering for at fordele forbrug over tid	Ifølge fordelingstankegangen investerer et samfund for at fordele forbrug over tid, og den samfundsøkonomiske diskonteringsrate bør afspejle det ønske. For at kunne finde den optimale fordeling af forbrug over tid – og dermed den optimale samfundsøkonomiske diskonteringsrate – er det nødvendigt at tage stilling til, hvad den optimale fordeling af forbrug over tid er. Det gør denne tankegang normativ.
To grunde til at diskontere ifølge fordelings-tankegangen	Tilhængere af fordelingstankegangen angiver to væsentlige grunde til, at samfundet bør diskontere: For det første bør et samfund diskontere på grund af en “ren” tidspræference. Den afspejler, at mennesket af natur er utålmodigt, eller risikoen for, at menneskeheden uddør. For det andet bør et samfund diskontere på grund af, at fremtidige generationer som følge af økonomisk vækst må forventes at være rigere. Generelt vil personer værdsætte en ekstra krone til forbrug mindre, når de bliver rigere. Derfor er en krone mere værd i dag end i fremtiden.
Ønske om lighed har modsatrettede effekter på klimapolitik	Da fremtidige generationer må forventes at være rigere, vil et ønske om lighed mellem generationer trække i retning af, at der skal bruges relativt færre ressourcer nu på at reducere den globale opvarmnings negative konsekvenser for fremtidige generationer. Et ønske om lighed påvirker dog også klimapolitikken med en modsatrettet effekt. Fordi klimaforandringer forventes at ramme jordens fattigste mennesker hårdest, vil et ønske om øget lighed mellem personer, der lever på samme tid, trække i retning af en større klimaindsats. Som påpeget af bl.a. Heal (2009) er kun den første effekt med i Stern og Nordhaus’ analyser, mens den sidste effekt er udeladt.
Stigende relativ pris på naturgoder	Mange forudser, at mængden af goder til forbrug vil være stigende i fremtiden, mens mængden af naturgoder vil være faldende, konstant eller i det mindste mindre stigende. Det vil føre til en stigende relativ pris på naturgoder i fremtiden, hvilket, som påpeget af bl.a. Hoel og Sterner (2007) og Heal (2009), trækker i retning af, at investeringer i at forhindre ødelæggelser af naturgoder bliver mere attraktive relativt til investeringer i fysisk kapital.

Klimapolitik er i sidste ende et politisk valg

Hvor meget verdenssamfundet skal reducere udledningerne af drivhusgasser, er i sidste ende et politisk spørgsmål. Valget af klimapolitik kræver, at der tages stilling til værdien af ikke-handledede goder som biodiversitet, usikkerhed omkring katastrofer og diskontering, som påvirker fordelingen mellem generationer. En global klimaaftale er derfor et politisk spørgsmål.

Diskontering af gevinster overflødig, hvis der er sat klare mål for temperaturstigningen

Tager en klimastrategi udgangspunkt i København-erklæringen, hvor der er sat en øvre grænse for, hvor meget den globale temperatur må stige, bliver en yderligere diskussion af diskontering af gevinster overflødig. En sådan klimapolitik definerer, hvilke konsekvenser man vil acceptere. Når en sådan målsætning for den maksimale temperaturstigning er blevet sat, reduceres den tilbageværende klimapolitik i høj grad til et spørgsmål om, hvordan målet nås billigst muligt. I praksis vil det dog ofte være et spørgsmål om, hvem der skal foretage reduktioner af udledningen af drivhusgasser, og hvem der skal betale.

Global aftale kan udformes på mange måder

Togradersmålsætningen indebærer reelt en begrænsning på, hvor meget fossilt brændsel, der må udvindes og afbrændes. Som tidligere nævnt vurderer Meinshausen mfl. (2009) således, at kun ca. halvdelen af verdens kendte forekomster af fossilt brændsel må brændes. En målsætning om en højere tilladt temperaturstigning ville tillade, at en større mængde af de fossile reserver kunne udvindes, men det ville stadig være nødvendigt at efterlade reserver uudnyttet. Et alternativ til at formulere målsætningen som en maksimal temperaturstigning ville være at formulere et mål om en samlet udledning i en given periode, f.eks. frem imod 2050 eller 2100, evt. kombineret med en målsætning om, at udledningerne i slutåret for perioden skal være reduceret til et givet niveau. Uanset det ultimative ambitionsniveau for aftalen kan det være fordelagtigt at udskyde det tidspunkt, hvor en given temperaturstigning må forventes at være indtrådt. Verdenssamfundet får bedre tid til at tilpasse sig klimaforandringerne, hvilket sandsynligvis mindsker omkostningerne herved. Endvidere vil der i perioden frem til, at den fulde klimaeffekt indtræffer, være en velfærdsgævinst, og måske vigtigst vil en længere periode med redukti-

oner give bedre muligheder for udvikling af klimavenlig teknologi.

Implementering af klimapolitik

Omkostnings-effektivitet er vigtigt

Uanset hvilket ambitionsniveau for klimapolitikken der vælges, er det vigtigt, at den implementeres på en måde, så den bliver omkostningseffektiv. Herved kan en given reduktionsmålsætning realiseres på den billigst mulige måde, eller man kan hæve ambitionsniveauet for en given omkostning. For at sikre omkostningseffektivitet i en global klimaaftale er det nødvendigt, at prisen for at udlede drivhusgasser er den samme i alle lande, alle brancher og for alle typer af udledninger. Prisen skal være den samme for alle udledere, fordi der ikke er lokale forskelle i effekten af CO₂-udledning. Det er alene den samlede udledning på verdensplan, der giver anledning til global opvarmning. Hvis alle skal betale det samme for at udlede et ton CO₂, er gevinsten – i form af sparede udgifter – ved at reducere udledningen af CO₂ med et ton også den samme for alle. Hvis eksempelvis en virksomhed overvejer at gennemføre et projekt, som kan mindske dens udledning af CO₂, vil den afveje gevinsten i form af sparede udgifter mod prisen på projektet. Projektet bliver gennemført, hvis prisen på dette er mindre end de sparede udgifter. Da alle virksomheder sparer lige meget ved at reducere udledningen af CO₂ med et ton, vil de projekter, som sparer mest CO₂ pr. krone, blive gennemført. Dermed bliver klimapolitikken omkostningseffektiv.

Regler, specifikke tilskud og forbud er ikke omkostnings-effektive

Udledning af drivhusgasser kan også reguleres gennem regler, specifikke tilskud, restriktioner eller direkte forbud, men en sådan regulering sikrer ikke omkostningseffektivitet. Sådan regulering kan for eksempel ske gennem regler for, hvor langt biler skal kunne køre på literen, forbud mod at bruge bestemte typer af kulkraftværker, tilskud til anvendelse af biobrændsel eller til isolering af huse. Regulering i form af regler, specifikke tilskud og forbud er dog næppe den billigste måde at reducere udledningerne af drivhusgasser på. Det er der to grunde til: For det første kan det være, at et land eller en virksomhed kan finde en billigere måde til at reducere deres udledninger af drivhusgasser på end den måde, der gives pålæg om eller tilskud til. For det

andet kan det være billigere for nogle lande eller virksomheder at reducere udledningerne af drivhusgasser end for andre. Samfundsøkonomisk er det bedst, at reduktionerne foretages der, hvor det kan gøres billigst. Regler, specifikke tilskud og forbud sikrer ikke dette.

Nationale målsætninger er ikke omkostnings-effektive

Nationale målsætninger for reduktioner af drivhusgasser sikrer ikke omkostningseffektivitet. Det skyldes, at et land for at nå sin reduktionsmålsætning kan blive nødsaget til at gennemføre projekter, som kun sparer lidt CO₂ pr. krone, mens et andet land kan nøjes med at gennemføre projekter, som sparer meget CO₂ pr. krone. I dette tilfælde vil alle blive bedre stillet, hvis landet med de høje reduktionsomkostninger betalte landet med de lave reduktionsomkostninger for at reducere lidt ekstra. En global klimaaftale, hvori der indgår nationale reduktionsmålsætninger, kan dog indeholde mekanismer, som gør det muligt at handle reduktionsforpligtelser. I så fald kan aftalen godt være omkostningseffektiv.

Omsættelige kvoter og afgifter

Afgifter og omsættelige kvoter er grundlæggende ens

To økonomiske instrumenter, som sikrer omkostningseffektivitet i en global klimaaftale, er afgifter og omsættelige kvoter. Afgifter eller kvoter skal lægges på udledningen af drivhusgasser. For de udledninger af drivhusgasser, der kommer som følge af afbrænding af fossilt brændsel, betyder det, at afgifter eller kvoter skal lægges på brændslerne differentieret efter deres kulstofindhold. Hvis der tages højde for producenternes reaktioner, og der ses bort for usikkerhed, er de to instrumenter omsættelige kvoter og afgifter grundlæggende ens. Til et givet antal kvoter er der således som udgangspunkt en afgift på udledning af drivhusgasser, der giver anledning til samme udledning. Ved fastlæggelsen af afgiften er det dog nødvendigt at kende såvel efterspørgslens følsomhed over for ændringer i køberpriserne som de reaktioner, der må forventes på udbudssiden, jf. afsnit IV.2.

Kvoter og afgifter sikrer ens pris på udledning af drivhusgasser for alle brugere

Såvel kvoter som afgifter sikrer omkostningseffektivitet, fordi alle brugere skal betale det samme for at udlede drivhusgasser. Hvis alle udledninger af drivhusgasser pålægges den samme afgift, er prisen for at udlede drivhusgasser den samme for alle. Tilsvarende forholder det sig med omsættelige kvoter. Hvis alle skal købe en CO₂-kvote og aflevere denne, hver gang de udleder et ton CO₂, er prisen for at udlede CO₂ ligeledes den samme for alle.

Producenterne har forskellige muligheder for at reagere på kvoter og afgifter

Som nævnt er det ved fastlæggelsen af afgiften vigtigt at tage hensyn til, at producenterne af fossilt brændsel har muligheder for at reagere ved at ændre udvindingshastigheden. Denne mulighed har de ikke ved et fuldt dækkende globalt kvotesystem.

Lav afgift giver producenterne handlemuligheder

Hvis en afgift, som i udgangspunktet er lav, forventes at stige efterfølgende, vil producenterne ønske at fremskynde udvindingen, hvilket vil få udledningen af drivhusgasser til at stige på kort sigt. For at undgå, at en introduktion af en afgift får producenterne til at fremrykke udvindingen af fossile brændsler, må afgiften således ikke stige "for meget" over tid.⁸

Troværdighedsproblem forbundet med afgifter

Der kan imidlertid være et troværdighedsproblem forbundet med en faldende, konstant eller endda stigende afgift. I takt med at klimaforandringerne indtræffer, er det således sandsynligt, at verdenssamfundet vil blive stadig mere bekymret, og det er meget tænkeligt, at man vil forsøge at dæmme op for udviklingen ved at hæve afgiften. Hvis producenterne forventer dette ved afgiftens indførelse vil de reagere ved at fremskynde udvindingen af fossilt brændsel, hvis de har mulighed for det – uanset om verdenssamfundet har annonceret, at afgiften ikke vil blive hævet. Derfor vil en relativt lav afgift indeholde et troværdighedsproblem.

8) I en standardiseret teoretisk model er det muligt at vise, at afgiften over tid ikke må stige med en faktor større end renten, hvis det skal undgås, at afgiften fremskynder udledningen af drivhusgasser.

Høj afgift har ikke samme troværdighedsproblem ...

Troværdighedsproblemet er dog ikke aktuelt, hvis afgiften i udgangspunktet er meget høj. For det første vil en meget høj afgift mindske sandsynligheden for, at det bliver nødvendigt at hæve den senere. Samtidig vil en meget høj afgift indebære, at forbrugerprisen på energi stiger så meget, at efterspørgslen på kort sigt reduceres markant, og producenternes mulighed for at fremskynde forbruget begrænses. Hvis der eksempelvis indføres en afgift på fossilt brændsel svarende til verdensmarkedsprisen på fossilt brændsel i udgangspunktet, vil olieproducenterne ikke kunne øge den solgte mængde af olie til et niveau over, hvad der blev solgt, inden afgiften blev indført, uanset hvor meget de vælger sænke prisen. En tilstrækkelig høj afgift vil således ikke have noget troværdighedsproblem over tid, men det kan omvendt oplagt være sværere at blive enige om en høj afgift i første omgang.

... men kan være svær at indføre

Et kvotesystem har ikke samme troværdighedsproblem

Et globalt kvotesystem giver ikke producenterne af fossilt brændsel nogen mulighed for at fremskynde forbruget af fossilt brændsel, fordi det effektivt begrænser brugen af fossile brændsler. Såfremt verdenssamfundet ønsker en gradvist stigende indsats mod udledningen af drivhusgasser, er det muligt at reducere antallet af omsættelige kvoter over tid. Selvom dette skaber en forventning om en vigende efterspørgsel og dermed en lav prisstigning, kan producenterne ikke sælge mere fossilt brændsel, end kvoterne tillader, så længe kvotesystemet er globalt og altomfattende.

Usikkerhed påvirker valget mellem kvoter og afgifter

En afgift fastlægger en pris for at udlede drivhusgasser (afgiftssatsen), mens mængden af udledte drivhusgasser er usikker. Omvendt forholder det sig med omsættelige kvoter, som fastlægger en bestemt udledt mængde af drivhusgasser (antallet af kvoter), mens prisen for at udlede drivhusgasser (kvoteprisen) er usikker. Denne forskel imellem, om usikkerheden ligger på den udledte mængde af drivhusgasser eller på prisen for at udlede drivhusgasser, påvirker de samfundsøkonomiske konsekvenser af valget mellem omsættelige kvoter og afgifter.

Svingninger i økonomien kan tale for afgifter frem for kvoter

De samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere udledningen af drivhusgasser svinger fra år til år bl.a. som følge af, at aktiviteten i økonomien generelt svinger fra år til år. Det gør det væsentligt sværere at forudsige reduktionsomkostningerne i en given kort periode sammenlignet med de gennemsnitlige reduktionsomkostninger over en længere periode. Hvis udledningerne af drivhusgasser i hvert år reguleres med kvoter, der ikke kan overføres mellem perioder, bliver samfundet i nogle år tvunget til at gennemføre meget dyre reduktioner af udledningen af drivhusgasser, mens det i andre år kan nøjes med kun at gennemføre billige reduktioner. Det er ikke omkostningseffektivt. Hvis udledningerne af drivhusgasser i stedet reguleres med en afgift, vil de sidste reduktionsomkostninger, som bliver gennemført, hvert år være de samme. Det giver et argument for at bruge afgifter frem for omsættelige kvoter.

Udsving i kvotepris kan udjævnes

Forskelle i kvoteprisen mellem perioder kan dog udjævnes ved at give mulighed for at overføre kvoter mellem perioder. Det kan ske enten ved, at kvoter, som ikke bruges i en periode, kan overføres til perioden efter, eller ved, at der er mulighed for at låne af kvoterne tilhørende perioden efter. Det kan også ske ved at intervenere i kvotemarkedet, hvilket omtales senere.

Gratistildeling af kvoter kan være politisk lettere end pengeoverførsler

Det kan være nødvendigt at give økonomisk kompensation til nogle lande for at få dem til at indgå i en global klimaaftale. I et kvotesystem kan dette ske ved, at et land tildeles mange gratis kvoter, som landet så kan sælge. I et afgiftssystem kan det ske ved direkte pengeoverførsler. Det kan muligvis politisk være lettere at gennemføre gratistildeling af kvoter end pengeoverførsler, selvom der ud fra et økonomisk synspunkt ikke er nogen forskel.

Regulering kan ske på to forskellige niveauer

Uanset om udledningen af drivhusgasser i et globalt reguleringssystem reguleres ved omsættelige kvoter eller afgifter, kan reguleringen implementeres på to forskellige niveauer. Reguleringen kan enten lægges på producenter af fossilt brændsel, eller den kan lægges på de endelige brugere. Regulering af producenterne indebærer, at hver gang en tønde olie eller andet fossilt brændsel udvindes og sælges, skal producenten betale med kvoter eller afgifter. Regule-

ring af de endelige brugere indebærer, at hver gang en virksomhed eller en forbruger køber fossilt brændsel, skal der betales med kvoter eller afgifter. Administrativt er det lettest at regulere producenterne af fossilt brændsel, fordi antallet af disse er langt mindre end antallet af brugere.

EU's kvotesystem er regulering af endelige brugere

EU's CO₂-kvotesystem er et eksempel på regulering af de endelige brugere af fossilt brændsel. Det har i praksis vist sig, at det kun er muligt at inkludere de største udledere af drivhusgasser i kvotesystemet. Det har derfor været nødvendigt at kombinere kvotesystemet med nationale reduktionsmålsætninger for den del af økonomien, som ikke er omfattet af kvotesystemet. Denne opdeling af økonomien i en kvoteomfattet og en ikke-kvoteomfattet del kan give anledning til forskellige priser på udledning af drivhusgasser i de to sektorer. Hvis det er tilfældet, er systemet ikke omkostningseffektivt.

Ønske om særbehandling giver argument for regulering af endelige brugere

Ved regulering af producenter afspejles prisen på kvoter eller afgifter, som de betaler, i prisen på fossilt brændsel til forbrug. Alle virksomheder og forbrugere af fossilt brændsel vil være stillet over for samme implicitte afgift eller kvotepris.⁹ Såfremt der er et ønske om, at særligt energiintensive og konkurrenceudsatte industrier skal betale en lavere afgift eller tildeles kvoter gratis, er dette lettest ved regulering af de endelige brugere. Et ønske om særbehandling af bestemte industrier giver derfor et argument for regulering af de endelige brugere. Dette ønske er dog i modstrid med ønsket om omkostningseffektivitet i en global klimaaf tale.

Kvoter med prisloft og prisgulv

Det er muligt at kombinere nogle af egenskaberne fra et kvote- og et afgiftssystem. Det kan ske ved at indlægge en minimumspris og en maksimumspris for kvoterne i et kvotesystem. Hvis prisen på kvoterne falder under minimumsprisen, opkøber en central myndighed kvoter, hvorved prisen holdes oppe. Hvis prisen på kvoterne omvendt overstiger maksimumsprisen, udstedes nye kvoter, som sælges til maksimumsprisen. På denne måde sikres det, at kvote-

9) Det er her antaget, at producenterne ikke har mulighed for at give forskellige priser til deres kunder.

prisen holdes mellem minimums- og maksimumsprisen.¹⁰ Minimumsprisen sikrer, at tilskyndelsen til at reducere udledningen af drivhusgasser holdes på et vist niveau, uanset svingninger i den økonomiske aktivitet eller i f.eks. brændselsprisen. Maksimumsprisen lægger en øvre grænse for, hvor høj prisen for at udlede drivhusgasser i en enkelt periode kan blive, men betyder dog samtidig, at der ikke længere er et loft over den samlede udledning af drivhusgasser.

Kontrolproblemer

Uanset om der i en global klimaaftale bruges omsættelige kvoter, afgifter eller en kombination af disse, er der et problem forbundet med at kontrollere udledningen af drivhusgasser. Virksomheder vil have en økonomisk fordel ved ikke at indberette deres udledninger af drivhusgasser og derved slippe for at betale afgifter eller købe kvoter. Lande kan have en økonomisk fordel ved at se igennem fingre med, at virksomhederne i landet snyder med udledningerne, fordi det skaber arbejdspladser og profit til virksomhederne. Det er således vigtigt, at en global klimaaftale tager højde for dette problem. Nordhaus (2008) argumenterer for, at problemet er mindre, hvis udledningen af drivhusgasser reguleres med afgifter frem for kvoter. Hvis kvoter skal købes af andre virksomheder, men afgifter skal betales til staten, vil staten have størst tilskyndelse til at kontrollere udledningen af drivhusgasser, hvis der skal betales for disse med afgifter.

Markedsmagt påvirker fordeling af provenu

Valget mellem kvoter og afgifter påvirker fordelingen mellem producenter og forbrugere af fossilt brændsel. Hvis markedet for fossilt brændsel var præget af fuldkommen konkurrence, var der ikke den store forskel mellem kvoter og afgifter. Det er dog ikke tilfældet, da eksempelvis OPEC har markedsmagt. Hvis markedet for fossilt brændsel reguleres med kvoter, og producenterne har markedsmagt svarende til et monopol, vil de udbyde en mængde svarende til antallet af kvoter. Herved vil kvoteprisen falde til nul, og sælgerens afsætningspris vil udgøre hele den pris, som køberen betaler. Hvis markedet derimod reguleres med

10) Man kan også forestille sig et system, som kun har enten en minimumspris eller en maksimumspris.

afgifter, vil afgiften rejse et provenu, selvom producenterne har markedsmagt. De lande, som er netto-forbrugere af fossilt brændsel, kan heri have en grund til at foretrække afgifter frem for kvoter.

IV.4 Internationalt klimasamarbejde

Forhandlinger har stået på længe

Verdenssamfundet har længe forhandlet om internationale aftaler, som kan begrænse udledningen af drivhusgasser. Den første store internationale aftale om at reducere udledningen var Kyoto-aftalen, der blev indgået i 1992.

Kyoto-aftalen

Kun 37 lande er forpligtet til reduktioner ifølge Kyoto-protokollen

Kyoto-aftalen vedrører begrænsninger af drivhusgasudledninger frem til 2012. Kyoto-aftalen opdeler verdens lande i to grupper. Kun den ene gruppe – de såkaldte annex I-lande – har påtaget sig forpligtelser til at reducere udledningen af drivhusgasser. En del af disse lande, herunder USA, ratificerede dog ikke aftalen, men 37 lande har hver især eller i fællesskab påtaget sig reduktionsforpligtelser, som betyder, at landene tilsammen skal reducere deres udledning med 5,2 pct. i gennemsnit i perioden 2008-12 målt i forhold til udledningerne i 1990. Danmark har påtaget sig at reducere udledningerne med 21 pct. målt på denne måde. Kyoto-aftalen pålægger ikke reduktionsforpligtelser for de øvrige lande. Kombinationen af relativt begrænsede reduktionsmål for en gruppe af lande og slet ingen for de øvrige lande har vist sig ikke at være tilstrækkelig til at forhindre en fortsat stigende samlet drivhusgasudledning. Danmarks Kyoto-forpligtelse og reduktionsmuligheder er omtalt i boks III.4.

København-erklæringen

COP15-mødet resulterede i København-erklæringen

COP15-mødet i København i december 2009 blev afholdt med det formål at styrke de internationale aftaler om at reducere verdens samlede drivhusgasudledning og forlænge reduktionsforpligtelserne ud over 2012. Her var stats- og regeringschefer fra hele verden samlet for at forsøge at nå til enighed om en aftale, der håndterer klimaproblemet. Mødet

resulterede i den såkaldte København-erklæring. Denne erklæring slår fast, at klimaforandringer er en af vor tids største udfordringer, og teksten understreger herefter, at der er politisk vilje til at bekæmpe klimaforandringer. For at nå det ultimative mål, som er at forhindre farlige menneskeskabte påvirkninger af klimaet, er det ifølge aftalen nødvendigt at begrænse den globale opvarmning til maksimalt to grader. Det kræver, at udledningerne af drivhusgasser reduceres meget kraftigt.

Mål for reduktion af udledning af drivhusgasser

Aftalen indeholder en forpligtelse for de såkaldte annex I-lande om senest 31. januar 2010 at give tilsagn om, hvor meget de vil reducere deres udledning af drivhusgasser i perioden frem til 2020. Ikke-annex I-landene kan frivilligt melde reduktionsmål ind for en toårig periode ad gangen, hvilket flere af dem har gjort. Som udgangspunkt skal opgørelse og rapportering af, om ikke-annex I-landene overholder deres frivillige reduktionsforpligtigelser, foretages af landene selv. I de tilfælde, hvor lande modtager økonomisk hjælp udefra for at opfylde deres reduktionsforpligtigelser, er opgørelse og afrapportering dog en international opgave.

Fond skal hjælpe ulandene

De mindre udviklede lande skal ifølge København-erklæringen have økonomisk hjælp af de udviklede lande til at tilpasse sig klimaforandringer, hindre skovrydning og fremme teknologiudvikling og -overførsel. De udviklede lande skal ifølge erklæringen stille 30 mia. dollar til rådighed i perioden 2010-2012 og forpligter sig til en målsætning om at tilvejebringe i alt 100 mia. dollar inden 2020. En væsentlig del af pengene skal flyde gennem "Copenhagen Green Climate Fund".

Markeder kan sikre omkostningseffektivitet

Muligheden for at bruge markeder og markedsbaserede instrumenter til at tilskynde til at reducere udledningen af drivhusgasser og sikre, at det sker omkostningseffektivt, nævnes eksplicit i erklæringen. I denne forbindelse nævnes det, at markeder kan bruges til at tilskynde udviklingslande med lav udledning af drivhusgasser til at bibeholde deres udledninger på et lavt niveau.

Reduktioner i København-erklæringen er ikke tilstrækkelige

På trods af oprettelsen af Copenhagen Green Climate Fund, og at der bliver sat mål for udledningen af drivhusgasser for nogle lande, er det nødvendigt at forøge ambitionsniveauet, hvis den globale opvarmning skal holdes under to grader. Der er med andre ord brug for yderligere reduktioner af udledningen af drivhusgasser. Hvis koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren skal stabiliseres på et bestemt niveau, betyder det forhold, at reduktionerne i henhold til København-erklæringen er begrænsede, at de nødvendige reduktioner i fremtiden bliver tilsvarende større.

Samarbejdsproblemer

Vanskeligt at nå en juridisk bindende aftale

Selvom København-erklæringen fastslår, at temperaturstigningerne skal holdes under to grader, lykkedes det ikke at blive enige om en juridisk bindende plan for, hvordan dette mål opnås. Der er flere grunde til, at det er meget vanskeligt at nå frem til en sådan klimaaftale, der principielt kræver enighed blandt alle verdens lande, herunder lande, hvis primære indtægtskilde er udvinding af fossile brændsler som olie, gas og kul.

En klimaaftale skal være fordelagtig for alle lande

Ingen lande kan tvinges ind i en international aftale, og parterne kan til hver en tid bryde aftalen. En international klimaaftale skal derfor udformes således, at alle lande bliver bedre stillet ved, at der eksisterer en aftale end ved, at der ikke eksisterer en aftale. Det er imidlertid ikke oplagt, at dette er muligt. For det første kan der være lande, der kan have en fordel ved et varmere klima. For det andet vil en klimaaftale betyde, at lande, som har store reserver af fossilt brændsel, går glip af meget store indtægter. Især det sidste betyder, at det vil være meget svært at få lande, som næsten udelukkende bygger deres økonomi på eksport af fossile brændsler, til konstruktivt at arbejde for en aftale. Selv om betingelsen om, at alle lande skal være bedre stillet med en aftale end uden, er vanskelig at opfylde i praksis, er det ikke nødvendigvis nok til, at alle lande vil vælge at indgå i en klimaaftale. Dette skyldes grundlæggende, at alle lande opnår fordelene ved en klimaaftale, hvor nogle lande reducerer deres udledninger af drivhusgasser, men det enkelte (lille) land kan kun undgå at bidrage til omkostningerne ved ikke at deltage. For at undgå dette såkaldte "free-rider"-

problem er det også nødvendigt, at en aftale udformes, så det er mere fordelagtigt for hvert enkelt land at være med end at stå udenfor, givet at de andre lande deltager i aftalen.

En aftale kan understøttes af andre elementer

Det er således let at se, hvorfor det er svært – for ikke at sige umuligt – at lave en ren klimaaftale. I praksis er det derfor nødvendigt at koble andre elementer til en aftale om klimaet. Dette kan eksempelvis være, at nogle lande får kompensationer af økonomisk eller anden art (f.eks. teknologioverførsel) for at deltage. Alternativt kan en klimaaftale understøttes af anvendelsen af handelsrestriktioner. Disse to typer af instrumenter diskuteres kort i det følgende.

Kompensation

Økonomisk kompensation er en del af klimaaftaler

Økonomisk kompensation fyldte meget i diskussionen op til og under COP15-mødet i København. Resultatet af forhandlingerne blev som tidligere nævnt bl.a. oprettelsen af Copenhagen Green Climate Fund, som skal hjælpe ulandene med at reducere udledningen af drivhusgasser og tilpasse sig klimaforandringerne. I forbindelse med Kyoto-protokollen indførtes systemer, som fremmer teknologioverførsel.¹¹ Sådanne systemer kan opfattes som en form for kompensation.

Problemer forbundet med kompensation

Der er to problemer med at bruge økonomisk kompensation. Det første problem er, hvem der skal betale. Dette spørgsmål spillede en væsentlig rolle i forbindelse med COP15-forhandlingerne. Kompensation, som gør det mere fordelagtigt at deltage i en klimaaftale for de lande, som modtager den, betyder omvendt, at det bliver mindre fordelagtigt at deltage i en klimaaftale for de lande, som skal betale. Det andet problem er, at udsigten til en (forbedret) kompensation kan tilskynde lande til ikke umiddelbart at indgå i et samarbejde.

11) Kyoto-protokollen indeholdt CDM-systemet (Clean Development Mechanism), som fremmede teknologioverførslen fra annex I-lande til ikke-annex I-lande.

Kompensation kan gives ud fra retfærdighedshensyn

Selvom kompensation kan bruges til at få lande med i en aftale, har de argumenter, som har været fremført for at bruge kompensation i en klimaaftale, først og fremmest drejet sig om retfærdighed. Der er blevet argumenteret for, at verdens rige lande er blevet rige via en vækst, som i høj grad har været baseret på, at de har afbrændt fossilt brændsel. En effektiv klimaaftale kan ikke undgå at reducere CO₂-udledningen pr. indbygger. Det betyder samtidig, at det ikke er muligt, at verdens fattige lande opnår samme CO₂-udledning pr. indbygger, som verdens rige lande har i dag, hvis f.eks. togradersmålsætningen skal opfyldes. Nogle argumenterer derfor for, at de bør kompenseres for at afstå fra at gøre dette. Et beslægtet argument for kompensation, som har været fremført, er, at de rige lande, på grund af deres historiske udledninger af drivhusgasser, er hovedansvarlige for klimaforandringerne. Derfor er der blevet argumenteret for, at de rige lande skal give kompensation for de omkostninger, de gennem klimaforandringer har påført verdens fattige lande.

Klimaaftalen kan kombineres med en ikke-klimapolitisk aftale

Uanset hvilke argumenter, der fremføres for behovet for kompensation, kan denne opnås ved at sammenkoble klimaaftalen med aftaler om andre forhold. En ikke-klimapolitisk aftale kan eksempelvis være en international handelsaftale, en sundheds- og sikkerhedsaftale eller en international forsknings- og udviklingsaftale. Ved en international forsknings- og udviklingsaftale kan udviklede lande eksempelvis stille teknologi og know-how om reduktion af udledning af drivhusgasser til rådighed for mindre udviklede lande. Alternativt kan lande gå sammen om fælles forsknings- og udviklingsprojekter, hvilket både kan frembringe ny teknologi og føre til teknologioverførsel. Sådanne forsknings- og udviklingsprojekter kan sænke omkostningerne ved at reducere udledningen af drivhusgasser for de mindre udviklede lande. Derfor kan en sådan aftale bruges til at tilskynde udviklingslande til at deltage i en global klimaaftale. Et problem ved en sådan aftale er, at et udviklingsland, som indgår en forsknings- og udviklingsaftale, kan opnå en konkurrencefordel frem for andre udviklingslande. Dette kan give udviklingslande, som har indgået en forsknings- og udviklingsaftale, et ønske om, at andre udviklingslande holdes ude, så de ikke opnår samme konkurrencefordel.

Handelsrestriktioner

En troværdig trussel om handelssanktioner er tilstrækkelig

Handelssanktioner er ligeledes et politisk instrument, der kan bruges over for lande, der står uden for en klimaaftale. Hvis tabet ved at være pålagt handelsrestriktioner overgår gevinsten ved at stå udenfor, kan det være en fordel at indgå i en aftale. Barrett (1997) viser, at alene en troværdig trussel om handelssanktioner vil være tilstrækkelig til, at alle lande vil have en tilskyndelse til at indgå i en aftale, givet at antallet af lande, der som udgangspunkt deltager i aftalen, er tilstrækkeligt stort.

En toldmur kan have flere formål

Hoel (1996) argumenterer for, at de samarbejdende lande kan indføre en toldmur over for de lande, der står uden for et samarbejde. Denne regulering kan have tre formål. For det første kan det give landene en tilskyndelse til at indgå i et samarbejde, da de derved undgår told på deres varer. For det andet kan en toldmur mindske tilskyndelsen til at flytte produktion til mindre regulerede lande. For det tredje kan en toldmur sænke efterspørgslen efter varer fra lande, som ikke indgår i aftalen. Da varer fra disse lande typisk er produceret med relativt meget CO₂-udledning til følge, kan dette sænke udledningerne af CO₂.

En toldmur kan stride mod WTO-regler

En toldmur over for lande, som vælger at stå uden for en klimaaftale, kan umiddelbart være i strid med WTO's regler. WTO's regler åbner dog undtagelsesvis op for, at der kan indføres en told på varer fra visse lande, hvis det tjener et miljømæssigt formål.

Aftale mellem en gruppe af lande

Vanskeligt at få en global aftale

Klimaforhandlingerne i København har vist, at det er svært at nå en aftale, som effektivt begrænser udledningerne af drivhusgasser. Det rejser naturligt spørgsmålet, om det er muligt for en gruppe af lande at indgå en aftale, som effektivt begrænser klimaforandringerne. Ved indgåelse af en aftale, hvor kun en del af verdens lande deltager, er det meget vigtigt at inddrage overvejelser om reaktioner i udbuddet af fossilt brændsel, da en ufuldstændig aftale ellers kan blive mindre effektiv end tilsigtet. I værste fald

kan en ufuldstændig aftale fremskynde den globale opvarmning, jf. afsnit IV.2.

Klimaaf tale mellem en gruppe af lande

Hvis en gruppe af lande går sammen om at begrænse deres udledninger af drivhusgasser, og det lykkes at begrænse udledningen af drivhusgasser fra de lande, som indgår i aftalen, er det ikke nødvendigvis det samme som, at verdens udledninger af drivhusgasser falder tilsvarende.

Lækage kan medføre øget udledning

Der er flere problemer forbundet med, at en klimaaf tale ikke omfatter alle lande. To meget vigtige er risikoen for lækage og effekten på prisen på fossilt brændsel på verdensmarkedet. Lækage opstår, når virksomhederne i de samarbejdende lande har mulighed for at flytte deres produktion til ikke-samarbejdende lande, hvor reguleringskravene er lavere. Hvis de samarbejdende lande nedbringer deres udledning ved at udflytte produktionen, vil det forbedre landenes "CO₂-regnskab", men den samlede udledning af CO₂ på verdensplan vil ikke nødvendigvis blive reduceret og kan endda stige, hvis teknologien er ringere i det mindre regulerede land.

Forbruget af fossilt brændsel kan stige i mindre regulerede lande

Et andet problem ved, at ikke alle lande er med i et samarbejde om at reducere udledningen af drivhusgasser – og dermed brugen af fossilt brændsel – er effekten på prisen på verdensmarkedet. En reduktion af efterspørgslen efter fossilt brændsel for en given pris i en gruppe af lande kan påvirke verdensmarkedsprisen både direkte og indirekte. Den direkte effekt opstår, fordi den lavere efterspørgsel efter fossilt brændsel fra de lande, som samarbejder om at reducere deres brug af fossile brændsler, presser prisen på verdensmarkedet ned. Dette prisfald får lande uden for aftalen til at øge deres forbrug af fossilt brændsel, og derved øges deres udledninger af drivhusgasser. Den indirekte effekt på prisen opstår, hvis aftalen mellem en gruppe af lande om at begrænse udledningen af drivhusgasser giver anledning til en forventning om en lavere prisstigning på fossilt brændsel i fremtiden. Det kan for eksempel ske som følge af en forventning om, at flere og flere lande efterhånden vil tilslutte sig. Det kan, som beskrevet i afsnit IV.2, få producenterne af fossilt brændsel til at fremskynde udvindingen. Den øgede mængde af fossilt brændsel kan finde

afsætning i de lande, som ikke er med i aftalen. Dette vil ske gennem en lavere pris på fossilt brændsel, som stimulerer efterspørgslen. På den måde kan en klimaafnate mellem en gruppe af lande øge udledningen af drivhusgasser i de lande, som ikke er med i aftalen, og i værste fald øge verdens samlede udledning af drivhusgasser.

Det kræver store prisfald, hvis store reduktioner skal opvejes

Hvis koalitionen af lande, som reducerer deres udledninger af drivhusgasser, er tilstrækkelig stor, og de gennemfører store reduktioner, er det dog svært at forestille sig, at reduktionerne kan blive opvejet af yderligere udledninger i landene uden for samarbejdet. Tabel IV.1 viser, hvor store prisfald der skal til på verdensmarkedet, hvis landene, som står uden for en klimaafnate, skal øge deres forbrug af fossilt brændsel svarende til den reduktion, som gennemføres af en koalition af lande, der samarbejder om at reducere deres forbrug af fossilt brændsel med 50 pct. Det nødvendige prisfald afhænger af koalitionen størrelse og af, hvor prisfølsomt forbruget af fossilt brændsel er. Tabellen viser, at prisfaldet skal være meget stort, hvis de lande, der indgår aftalen f.eks. dækker 75 pct. af verdens efterspørgsel efter fossile brændsler. Afhængigt af prisfølsomheden viser regneeksemplet, at verdensmarkedsprisen skal falde med mellem 60 og 99 pct., for at efterspørgslen i de lande, der ikke deltager i aftalen om reduktioner, stiger så meget, at det ophæver reduktionerne i aftalelandene. Omvendt viser tabellen også, at hvis aftalen kun dækker en mere begrænset del af verdens efterspørgsel efter fossile brændsler, så er det nødvendige prisfald mindre. Hvis aftalen eksempelvis kun dækker halvdelen af verdens energiforbrug, og prisfølsomheden i de lande, der ikke deltager, antager værdien 0,6, fordres en halvering af verdensmarkedsprisen på fossile brændsler for, at aftalen er effektiv. Et større fald i prisen vil resultere i, at aftalen er direkte skadelig på den korte bane, mens et mindre prisfald vil indebære, at aftalen rent faktisk reducerer de globale udledninger, om end mindre end svarende til de indgående landes reduktioner.

Tabel IV.1 Nødvendigt prislefald for, at en ikke-global aftale om reduktioner bliver effektiv

Prisfølsomhed ^{a)}	Aftalens omfang ^{b)}		
	25	50	75
	----- Pct. -----		
1	14	33	60
0,6	23	49	78
0,2	54	87	99

a) Prisfølsomheden i forspalten angiver, hvor mange pct. efterspørgslen efter fossile brændsler stiger i de lande, der ikke deltager, når prisen falder 1 pct.

b) Aftalens omfang angiver, hvor stor en andel (målt i pct.) af verdens samlede forbrug af fossile brændsler der i udgangspunktet kommer fra de lande, der indgår i aftalen og reducerer med 50 pct.

Anm.: Tallene i tabellen viser, hvor meget prisen på fossilt brændstof skal falde for, at effekten af en aftale om reduktion på 50 pct. blandt en del af verdens lande opvejes af stigende efterspørgsel blandt de lande, der ikke deltager i aftalen.

Ren investeringsstrategi kan fremskynde klimaforandringer

Det har været fremført, at verdenssamfundet bør satse på at udvikle ny klimavenlig teknologi, fremfor at indgå en aftale om at reducere udledningen af drivhusgasser gennem eksempelvis indførelse af kvoter eller afgifter. Verdens lande skal i henhold til denne tankegang investere i udvikling af alternative energikilder eller energibesparende teknologier som brændstoføkonomiske biler, isolering osv. Hvis denne strategi er troværdig, vil producenterne af fossilt brændsel indse, at udviklingen af denne form for teknologi vil begrænse efterspørgslen efter fossilt brændsel i fremtiden, hvilket sænker forventningerne til prisudviklingen. Det kan, som beskrevet i afsnit IV.2, få producenterne af fossilt brændsel til at fremskynde udvindingen, hvorved klimaforandringerne fremskyndes. På denne måde er der en risiko for, at en øget satsning på udvikling af alternative energikilder og brændstofbesparende teknologi kan øge forbruget af fossilt brændsel på kort sigt. En forsknings- og udviklingsstrategi kan derfor ikke stå alene.

Reduktion af drivhusgas fra andre kilder

En strategi, som satser på at reducere ikke-energi-relaterede udledninger af drivhusgasser, for eksempel ved at bekæmpe skovrydning, vil ikke have samme problem. En forventning om lavere ikke-energi-relaterede udledninger af drivhusgasser påvirker ikke forventningen til prisudviklingen på fossilt brændsel. Derfor vil en sådan investeringsstrategi ikke fremskynde udvindingen af fossilt brændsel.

Størrelsen af nødvendig indsats

Uden aktiv klimapolitik vil CO₂-udledningen stige i fremtiden

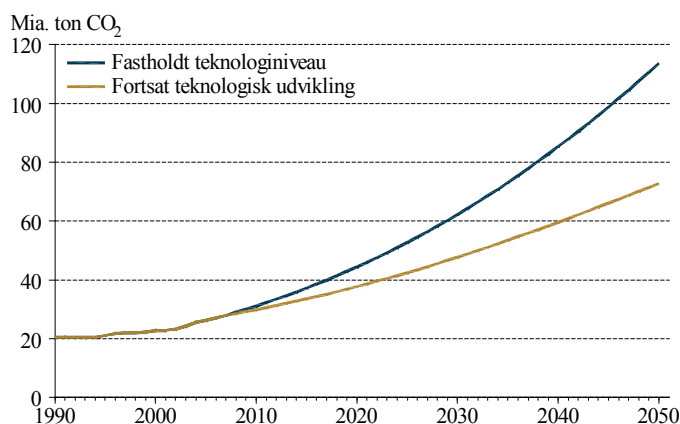
Som påpeget ovenfor er der betydelige vanskeligheder ved at opnå en international aftale, som effektivt begrænser verdens udledninger af CO₂. Hvis der ikke indgås en sådan aftale, vil forbruget af fossilt brændsel sandsynligvis fortsætte med at stige i takt med den økonomiske udvikling. I dette afsnit præsenteres nogle meget stiliserede beregninger, der skal illustrere størrelsesordenen af problemet og kravene til reduktionerne under forskellige restriktioner.

Fremtidig vækst i BNP og fastholdt teknologi giver stærkt voksende CO₂-udledning

Som udgangspunkt er den gennemsnitlige årlige stigning i BNP i faste priser fra 1990 til 2007 beregnet for annex I- og ikke-annex I-landene til hhv. 2,3 pct. og 5,2 pct. Herefter er BNP fremskrevet under den forsimplede antagelse, at annex I-landene fortsætter deres historiske vækst, mens væksten i ikke-annex I-landene antages at konvergere lineært fra deres nuværende niveau til en vækst på 3 pct. i 2050. Det er oplagt, at dette er en forsimpelse, men beregningen kan illustrere betydningen af den økonomiske vækst for størrelsesordenen af klimaproblemet. Hvis det samtidig forsimplet antages, at CO₂-udledningerne fra fossilt brændsel pr. enhed BNP i de to landegrupper forbliver den samme som i 2007, fås en illustration af udviklingen i CO₂-udledningen ved dagens teknologi og det forømtalte økonomiske vækstforløb i økonomierne. Den simple beregning viser, at de globale udledninger af CO₂ fra brugen af fossilt brændsel fordobles fra de nuværende ca. 30 mia. ton CO₂ pr. år til 60 mia. ton CO₂ omkring 2030, med udsigt til en yderligere fordobling frem imod 2050, jf. den blå kurve i figur IV.2. Resultatet er naturligvis stærkt afhængig af de gjorte vækstforudsætninger, men budskabet i beregningen er, at fortsat økonomisk vækst lægger meget stort pres på

udledningerne, hvis der ikke sker en markant afkobling af CO₂-udledningen fra produktionen.

Figur IV.2 *Stiliseret fremskrivning af global CO₂-udledning fra fossilt brændsel*



Anm.: Det er lagt til grund for beregningerne, at annex I-landene fortsætter deres historiske vækst i BNP for perioden 1990-2007, mens væksten i ikke-annex I-landene antages at konvergere mod 3 pct. i 2050. I beregningerne med teknologisk udvikling er der lagt til grund, at den historiske vækst i CO₂-intensiteterne fortsættes.

Kilde: IEA (2009) samt egne beregninger.

Gradvist lavere CO₂-intensitet er ikke tilstrækkelig til at hindre stigende udledning

Der har historisk været en sådan tendens til afkobling af væksten i CO₂-udledningen fra væksten i produktionen. Denne afkobling er forskellig fra land til land. Regneeksemplet ovenfor udvides derfor med en beregning af den historiske udvikling i sammenhængen mellem CO₂-udledningen fra fossilt brændsel og BNP i perioden fra 1990 til 2007. Derved fås et mål for udviklingen i CO₂-intensiteterne i de to landegrupper. For annex I-landene har den gennemsnitlige årlige forbedring af CO₂-intensiteten været ca. 2 pct., mens den for ikke-annex I-landene kun har været ca. ½ pct. Under antagelse af, at den gennemsnitlige årlige historiske reduktion i CO₂-intensiteten fastholdes fremover, kan CO₂-udledningen ved det beskrevne økonomiske vækstforløb illustreres, jf. den brune kurve i figur

IV.2. Resultatet er, at der også i dette tilfælde vil være en markant fortsat vækst i de årlige CO₂-udledninger fra brugen af fossilt brændsel. Beregningerne i eksemplet peger på, at de årlige udledninger fra brugen af fossile brændsler i dette tilfælde vil stige fra de nuværende ca. 30 mia. ton CO₂ til omkring 60 mia. ton i 2040. Den stiliserede beregning viser således, at vi er langt fra at kunne stabilisere udledningen af CO₂ fra brugen af fossile brændsler, hvis den økonomiske vækst i verden fortsætter som beskrevet, og tendensen til afkobling af CO₂-udledningen fortsætter svarende til den historiske udvikling. Hertil kommer desværre, at en stabilisering af udledningen på det nuværende niveau ikke er tilstrækkelig til at stabilisere koncentrationen af CO₂ i atmosfæren. Stabilisering af koncentrationen af CO₂ i atmosfæren kræver en direkte reduktion og ultimativt ophør med CO₂-udledning fra afbrænding af fossile brændsler. Da det samtidig er koncentrationen af CO₂ i atmosfæren, som er betydende for effekten på klimaet, viser beregningerne, at der er behov for en markant opbremsning for at kunne nå København-erklæringens målsætning om at begrænse temperaturstigningen til to grader.

**Tograders-
målsætning lægger
betydelige
restriktioner på
udledninger**

Det er særdeles kompliceret at vurdere sammenhængen mellem udledningerne, koncentrationen af CO₂ i atmosfæren og den fremtidige udvikling i klimaet. En gruppe af fysikere og statistikere har med udgangspunkt i de eksisterende klimamodeller søgt at vurdere, hvor stor en akkumuleret udledning af CO₂ der kan tillades i perioden 2000-2050, uden at temperaturen i dette århundrede overstiger togradersmålet, jf. Meinshausen mfl. (2009). Vurderingen baseres på den antagelse, at udledningerne efter 2050 gradvis reduceres mod nul frem mod år 2100. På grund af den store usikkerhed ved beregningerne opereres med en risiko for, at målet ikke opfyldes. Beregningerne i Meinshausen mfl. (2009) viser eksempelvis, at hvis man accepterer en 50 pct. risiko for, at målsætningen overskrides, er kravet, at den akkumulerede CO₂-udledning i perioden 2000-2050 maksimalt udgør 1437 mia. ton CO₂, eller et gennemsnit på knap 29 mia. ton pr. år. Det svarer til, at udledningen pr. person i verden i gennemsnit over perioden 2000-2050 skal være godt 4 ton pr. år, hvis verdens befolkning blev fastholdt på 2007-niveau. I 2007 var verdens CO₂-udledning

alene som følge af brugen af fossilt brændsel 4,4 ton. En udledning på godt 4 ton pr. indbygger svarer eksempelvis til udledningen fra afbrænding af fossile brændsler i Mexico i 2007. Til sammenligning udledte Danmark godt 9 ton CO₂ pr. indbygger i 2007 som følge af afbrænding af fossilt brændsel, mens udledningen i USA var på 19 ton. Hvis risikoen for at overskride togradersmålet skal reduceres til 33 pct., vurderer Meinshausen mfl. (2009), at den akkumulerede udledning for perioden 2000-50 skal begrænses til maksimalt 1158 mia. ton CO₂ eller ca. 23 mia. ton pr. år. Det svarer til ca. 3½ ton pr. person pr. år i verden i gennemsnit over perioden 2000-50, hvis verdens befolkning blev fastholdt på 2007-niveau.

Uden yderligere tiltag overskrides grænsen for udledninger

Resultaterne fra Meinshausen mfl. (2009) kan sammenholdes med de stiliserede beregninger, som er vist i figur IV.2. Hvis det antages, at den teknologiske udvikling fortsætter som historisk, jf. den brune kurve, vil de samlede udledninger i 2038 have nået grænsen, hvor risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen er 50 pct. Grænsen for de samlede udledninger, hvis risikoen for overskridelse skal begrænses til 33 pct., nås allerede i år 2032. Der er således ikke tvivl om, at det er meget markante reduktioner, der skal til, hvis togradersmålet skal kunne opnås med en rimelig sandsynlighed.

Vanskeligt at opnå begrænsninger i udledningerne

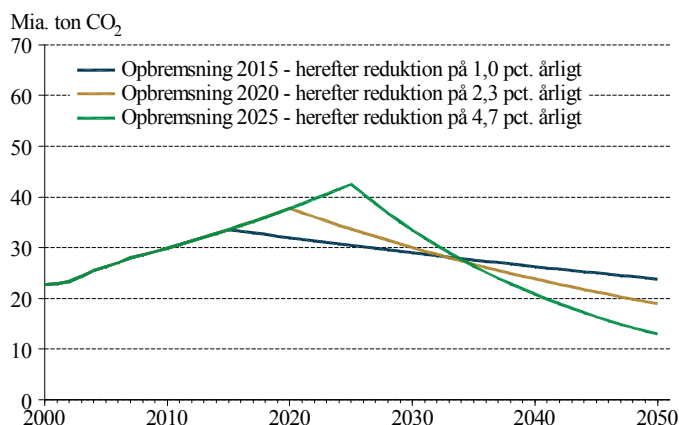
Der er en række forhindringer, som kan gøre det endog meget vanskeligt at begrænse udledningerne tilstrækkeligt til, at temperaturstigningen begrænses til to grader. I det følgende vurderes størrelsesordenen af nogle af disse faktorer med udgangspunkt i regneeksemplet ovenfor.

Togradersmålet kræver udledninger på 2006-niveau frem til 2050

En central faktor er, at det er vanskeligt at reducere CO₂-udledningerne hurtigt. Der er en betydelig træghed i en omstilling til lavere CO₂-intensitet i produktionen, selv i en situation, hvor der er politisk enighed om omfanget af reduktionerne. I de følgende regneeksempler illustreres denne problemstilling. Beregningerne i Meinshausen mfl. (2009) peger på, at hvis den globale udledning af CO₂ som følge af afbrænding af fossilt brændsel var blevet fastholdt fra 2006, mens CO₂-udledning fra skovrydning og ændret arealanvendelse var ophørt, ville det være tilstrækkeligt til

at begrænse risikoen for overskridelse af togradersmålet til 50 pct. I den tid, der er gået, er de årlige udledninger steget, og det er således ikke længere tilstrækkeligt at fastholde det aktuelle niveau, hvis risikoen for overskridelse af målsætningen skal fastholdes på 50 pct. Hvor meget, udledningerne skal reduceres, afhænger af, hvornår indsatsen begynder. I det følgende betragtes tre forløb, som alle har samme akkumulerede udledning af drivhusgasser i perioden frem til 2050, nemlig den udledning, der giver anledning til, at der er en 50 pct. risiko for, at målsætningen overskrides. Begrænsningen i udledningerne af CO₂ introduceres i henholdsvis 2015, 2020 og 2025, og det antages, at begrænsningerne strammes sådan, at udledningerne i hvert af de tre tilfælde falder med en konstant procentsats fra år til år i den efterfølgende periode frem til 2050. En grafisk illustration er vist i figur IV.3.

Figur IV.3 Globale udledninger af CO₂, som begrænser risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen til 50 pct.



Anm.: Fremskrivningen indeholder kun CO₂-udledning fra afbrænding af fossilt brændsel. Der er i beregningerne af den maksimalt tilladte udledning i perioden frem mod 2050 forudsat, at udledningerne herefter reduceres gradvist mod nul i 2100. For det scenarie, der er markeret med en blå kurve, indebærer dette, at de absolutte, årlige reduktioner i den sidste halvdel af århundredet skal være større end i perioden op til 2050.

Kilde: IEA (2009), Meinshausen mfl. (2009) samt egne beregninger.

Årlige reduktioner på 2,3 pct. nødvendige fra 2020

Frem til det tidspunkt, hvor udledningerne topper, antages udledningerne at udvikle sig som i eksemplet med en fortsættelse af den historiske udvikling i CO₂-intensiteten, jf. den brune kurve i figur IV.2. Beregningerne viser, at hvis verdens samlede udledninger topper i 2015, skal CO₂-udledningerne begrænses med ca. 1 pct. om året frem til 2050 for at holde udledningerne på et niveau, hvor risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen er 50 pct. Ventes yderligere fem år til 2020 skal den årlige reduktion i CO₂-udledningen frem mod 2050 være på 2,3 pct., mens de årlige reduktioner skal være på 4,7 pct., hvis reduktionerne først iværksættes fra 2025, jf. tabel IV.2.

Tabel IV.2 Nødvendig årlig reduktion i den globale CO₂-udledning afhængig af starttidspunkt for reduktion af udledning

	Risiko for at togradersmålsætningen overskrides	
	50	33
	----- Pct. -----	
2015	1,0	3,0
2020	2,3	5,5
2025	4,7	10,9

Anm.: Fremskrivningen indeholder kun CO₂-udledning fra afbrænding af fossilt brændsel.

Kilde: IEA (2009), Meinshausen mfl. (2009) samt egne beregninger.

Udsættelse af toppunkt hæver kravet til de efterfølgende reduktioner

Der er to grunde til, at reduktionskravet stiger væsentligt ved bare en femårig udsættelse af det tidspunkt, hvor verdens udledninger topper: For det første er den årlige udledning højere i udgangspunktet, hvorfor reduktionen må blive større. For det andet er kravet til den begrænsning, der skal opnås, blevet større, jo senere indgrebet gennemføres, fordi der i den mellemliggende periode er blevet udledt mere. Reduktionskravet stiger også væsentligt, hvis det ønskes at reducere risikoen for at overskride togradersmålsætningen til 33 pct.

Reduktionskrav er væsentligt højere end dem, som var indeholdt i Kyoto ...

Ovenstående regneeksempler viser, at de nødvendige reduktionskrav i fremtiden er meget mere restriktive end dem, som er indeholdt i Kyoto-aftalen. Kyoto-aftalen blev indgået i 1997, og reduktionsmålene i aftalen gælder som gennemsnit for perioden fra 2008 til 2012. De forpligtede lande havde dermed 11 til 15 år til at opnå en reduktion, som samlet er på 5,2 pct. for landene i gennemsnit. Det svarer til 0,4 pct. om året. Selv om regneeksemplerne bygger på meget stiliserede forudsætninger, viser de, at de årlige reduktioner i *hele* verden skal være mange gange større end det, de lande, der har reduktionsforpligtelser i Kyoto-aftalen, forpligtede sig til.

... og også meget højere end EU's

De illustrative beregninger kan også sammenholdes med EU's målsætning om at reducere udledningerne med 20 pct. i 2020 i forhold til 1990, hvilket svarer til en reduktion på 0,7 pct. pr. år. Hvis målsætningen hæves til 30 pct., ville det svare til en reduktion på 1,2 pct. pr. år. Hvis risikoen for at overskride togradersmålsætningen strammes til 33 pct., skal hele verden reducere mere end dobbelt så meget om året, hvis reduktionerne starter i 2015.

Nødvendigt med restriktioner i ikke-annex I-landene

I Kyoto-aftalen var det kun udviklede lande, de såkaldte annex I-lande, som påtog sig reduktionsforpligtelser. Fremadrettet er det ikke muligt at friholde alle de øvrige lande for restriktioner for udledninger af drivhusgasser, hvis togradersmålsætningen skal overholdes.

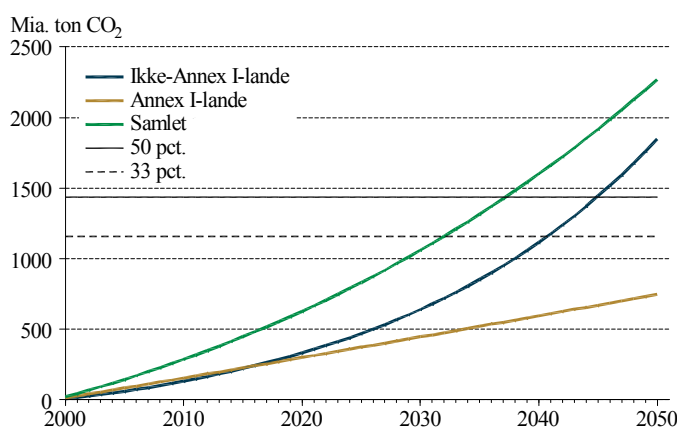
Ikke-annex I-landes udledninger er i sig selv for høje til at nå målet

I det betragtede regneeksempel vil udledningen fra de lande, som ikke er blandt Kyoto-aftalens annex I-lande, i perioden 2000-2045 *alene* overskride den maksimale udledning for perioden 2000-2050, som er forenelig med 50 pct. risiko for, at togradersmålsætningen overskrides.¹² Betragtes alternativt den akkumulerede udledning, som giver 33 pct. risiko for, at togradersmålsætningen ikke overholdes, vil ikke-annex I-lande alene overskride dette niveau allerede i 2041, jf. figur IV.4. Beregningerne illustrerer, at det er

12) Beregningen er naturligvis stærkt afhængig af de gjorte antagelser om vækst (konvergens mod 3 pct. i 2050 for de betragtede lande) og antagelser om teknologi (fortsættelse af den historiske tendens).

nødvendigt, at også de lande, som ikke er annex I-lande, begrænser deres udledninger.

Figur IV.4 Akkumulerede udledninger af CO₂



Anm.: Fremskrivningen indeholder kun CO₂-udledning fra afbrænding af fossilt brændsel. Det er lagt til grund for beregningerne, at annex I-landene fortsætter deres historiske vækst i BNP for perioden 1990-2007, mens væksten i ikke-annex I-landene antages at konvergere mod 3 pct. i 2050. Der antages en fortsættelse af den historiske tendens til reduktion i CO₂-intensiteten for begge landegrupper.

Kilde: IEA (2009), Meinshausen mfl. (2009) samt egne beregninger.

Udledninger i annex I-lande skal toppe meget snart

Det fremgår af København-erklæringen, at globale og nationale udledninger af drivhusgasser skal toppe hurtigst muligt, men det anerkendes, at det har en længere tidshorisont i udviklingslandene. De ovenstående regneeksempler viser, at denne tidshorisont ikke må være for lang, hvis togradersmålsætningen skal overholdes. Det betyder, at udledningerne af drivhusgasser i annex I-landene skal toppe meget snart.

Mindre udviklede lande kan ikke få samme CO₂ pr. indbygger, som udviklede lande har i dag

En række af verdens mindre udviklede lande har på grund af et lavt BNP pr. indbygger en lav CO₂-udledning pr. indbygger. De udviklede lande udleder på nuværende tidspunkt væsentligt mere CO₂ pr. indbygger end de mindre udviklede lande, jf. tabel IV.3. Lande som Kina og Sydafrika udledte dog allerede i 2007 mere CO₂ pr. indbygger alene som følge

af forbruget af fossilt brændsel end den gennemsnitlige udledning på godt 4 ton CO₂ pr. indbygger, som over perioden 2000-2050 er forenelig med, at risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen reduceres til 50 pct.

Tabel IV.3 Karakteristika for verdens største CO₂-udledere, 2007

	Andel af verdens udledning af CO ₂		CO ₂ -udledning pr. indbygger		BNP pr. indbygger	
	----	Pct. ----	--	Ton --	-	1.000 \$ -
Kina		21		5		2,6
USA		20		19		46,7
EU27		14		8		34,3
Rusland		5		11		9,1
Indien		5		1		0,9
Japan		4		10		34,3
Canada		2		17		43,4
Sydkorea		2		10		21,7
Iran		2		7		4,0
Mexico		2		4		9,7
Australien		1		19		42,9
Indonesien		1		2		1,9
Saudi-Arabien		1		15		15,8
Brasilien		1		2		7,1
Sydafrika		1		7		5,9
Andre		18		-		-
Verden samlet		100		4		8,4

Anm.: Tabellen viser kun udledninger af CO₂ som følge af afbrænding af fossile brændsler.

Kilde: IEA (2009) og International Monetary Fund, World Economic Outlook Database.

Økonomisk vækst skal nås uden stigning i CO₂-udledningen pr. indbygger

Problemstillingen er således, at det ikke er realistisk muligt samtidig at opnå togradersmålsætningen og give de mindre udviklede lande mulighed for i en periode at opnå samme CO₂-udledning pr. indbygger, som de udviklede lande har i dag. En international klimaaftale må derfor ikke bare indeholde reduktionskrav for de rige lande, men den må samtidig forhindre, at de fattigere lande kommer op bare i nærheden af en CO₂-udledning pr. indbygger, der svarer til, hvad annex I-landene har i dag. Aftalen om oprettelse af Copenhagen Green Climate Fund og København-erklæringens formuleringer om teknologiudvikling og -overførsel skal ses i dette lys.

Reduktion af CO₂-intensiteten i ikke-annex I-lande

For lande, der har høj økonomisk vækst – f.eks. Indien og Kina – kan mål om absolutte reduktioner i CO₂-udledningen imidlertid lægge markante begrænsninger på væksten på kortere sigt. Disse lande har derfor argumenteret for, at de mindre udviklede lande i stedet for at binde sig til et reduktionskrav for CO₂-udledningen skal reducere CO₂-intensiteten i deres produktion, dvs. udledningen af CO₂ målt i forhold til BNP. Sådanne reduktioner i ikke-annex I-landene skal imidlertid være meget markante, hvis togradersmålsætningen skal nås. Kina og Indien har frivilligt forpligtet sig til at reducere CO₂-intensiteten i deres økonomier med hhv. 40-45 pct. og 20-25 pct. i 2020 relativt til 2005. Det svarer for Kinas vedkommende til en årlig reduktion i CO₂-intensiteten på 3,3-3,9 pct. og for Indiens vedkommende til en årlig reduktion på 1,5-1,9 pct. Til sammenligning har den gennemsnitlige årlige forbedring i CO₂-intensiteten i perioden 1990-2007 været 3,2 pct. i Kina og 1,4 pct. i Indien.

Voldsomme krav til reduktion i annex I-lande, hvis øvrige lande ikke reducerer udledningen

For at illustrere størrelsesordenen af reduktionskravene til de øvrige lande, hvis ikke-annex I-landene påtager sig at reducere CO₂-intensiteten i deres produktion, tages der igen udgangspunkt i eksemplet, hvor den økonomiske vækst i annex I-landene antages at svare til væksten i 1990-2007, og væksten i ikke-annex I-landene antages at konvergere mod 3 pct. i 2050. Beregningerne er baseret på, at reduktionerne er tilstrækkelige til, at risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen reduceres til 50 pct., og det antages, at de reduktionsforpligtelser, som de to landegrupper påtager sig,

implementeres allerede i 2011. Det er oplagt, at en forsinkelse af dette ikrafttrædelsestidspunkt i sig selv vil forøge kravene til reduktionerne. Baseret på disse antagelser viser beregningerne, at hvis ikke-annex I-landene forbedrer CO₂-intensiteten i deres økonomier med 3 pct. pr. år frem til 2050, hvilket er ca. 2½ pct.point mere end i perioden 1990-2007, skal udledningerne i annex I-landene årligt reduceres med 6,7 pct. Hvis ikke-annex I-landene er i stand til at forbedre CO₂-intensiteten i deres økonomier med 5 pct. pr. år, skal udledningerne i annex I-landene årligt reduceres med 0,9 pct., hvis risikoen for at overskride togradersmålsætningen skal reduceres til 50 pct., jf. tabel IV.4.

Tabel IV.4 Nødvendige årlige reduktioner fra 2011-2050, hvis togradersmålsætning skal overholdes med 50 pct. sandsynlighed

Gennemsnitlig reduktion i CO₂-intensitet i ikke-annex I-lande	Pct. pr. år	Gennemsnitlig reduktion i CO₂-udledning i annex I-lande
3		6,7
4		2,7
5		0,9

Anm.: Fremskrivningen indeholder kun CO₂-udledning fra afbrænding af fossilt brændsel. Det er lagt til grund for beregningerne, at annex I-landene fortsætter deres historiske vækst i BNP for perioden 1990-2007, mens væksten i ikke-annex I-landene antages at konvergere mod 3 pct. i 2050. Der antages en fortsættelse af den historiske tendens til reduktion i CO₂-intensiteten for annex I-landene.

Kilde: IEA (2009), Meinshausen mfl. (2009) samt egne beregninger.

Vanskeligt at nå togradersmålet – fordelingshensyn gør det sværere

Konklusionen af regneeksemplerne er ganske klar: Det bliver overordentligt vanskeligt at opnå reduktioner i et omfang, så risikoen for overskridelse af togradersmålsætningen forbliver under f.eks. 50 pct. Det er vigtigt, at reduktionerne i CO₂-udledningen gennemføres så hurtigt som overhovedet muligt, da det i modsat fald bliver meget vanskeligt at begrænse udledningerne tilstrækkeligt. Forde-

lingshensyn mellem de forskellige lande gør det endnu vanskeligere at opnå målsætningen.

IV.5 Sammenfatning

Togradersmålsætning er en enorm udfordring

København-erklæringen satte en målsætning om at begrænse den globale opvarmning til maksimalt to grader. Denne målsætning indebærer i praksis, at der er lagt en snæver grænse for den samlede mængde af drivhusgas, der må udledes i de kommende årtier. Det er dermed en enorm udfordring for verdenssamfundet at begrænse udledningen af drivhusgasser, således at togradersmålsætningen nås. Reduktionerne skal både være meget store, og de skal påbegyndes hurtigt.

Stor usikkerhed om naturvidenskabelige sammenhænge

Det er forbundet med stor usikkerhed at fastlægge den præcise sammenhæng mellem udledningen af drivhusgasser, koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren og de fremtidige klimatiske forhold. En særlig usikkerhed knytter sig til risikoen for, at udviklingen fører til omfattende og muligvis katastrofale omvæltninger i jordens klima, hvis temperaturen overskrider en ukendt tærskelværdi. Målsætningen om at begrænse temperaturstigningen til maksimalt to grader kan blandt andet ses som et forsøg på at minimere denne risiko.

Krav om markant reduktion i brugen af fossilt brændsel ...

Jordens klima er påvirket af koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren. Denne koncentration afhænger bl.a. af menneskeskabte udledninger af drivhusgasser, som for en stor dels vedkommende kommer fra afbrænding af fossilt brændsel. Hvis den globale temperaturstigning skal begrænses til to grader, kræver det derfor en væsentlig reduktion i brugen af fossile brændsler. Klimamodellerne er forbundet med betydelig usikkerhed, men det er ret sikkert, at den samlede "tilladte" udledning er væsentligt mindre end den udledning, som ville fremkomme, hvis blot verdens kendte forekomster af fossilt brændsel, bliver brændt af. Togradersmålsætningen indebærer derfor med meget stor sandsynlighed, at en betydelig del af de kendte forekomster af fossilt brændsel skal forblive i jorden i princippet til evig tid.

... og meget fossilt brændsel må blive i jorden

Reaktioner fra udbudssiden er en udfordring for klimapolitikken

En række særlige karakteristika ved udbuddet af fossile brændsler gør, at klimapolitikken står over for betydelige udfordringer. For det første er der en risiko for, at en uhen-sigtsmæssigt designet klimapolitik kan føre til større udledninger på kort sigt – eller i hvert fald væsentlig mindre reduktioner end umiddelbart forventet. Dette hænger sammen med risikoen ved, at producenterne af fossile brændsler har mulighed for at fremskynde udvindingen ved at acceptere en lavere pris. Det andet forhold er, at udbuddet af fossile brændsler er meget lidt følsomt i forhold til prisen (en relativt stejl udbudskurve). Derfor vil en reduktion af efterspørgslen – f.eks. som følge af klimapolitiske initiativer – i vidt omfang slå ud i lavere priser på fossile brændsler og kun i mindre grad i lavere solgte mængder. Der skal derfor ske en meget stor reduktion i den efterspurgte mængde til en given pris for, at forbruget af fossile brændsler og dermed udledningen af drivhusgasser reduceres nævneværdigt.

Ingen fuldstændig plan for, hvem der skal gennemføre reduktioner – eller hvornår

København-erklæringen tager ikke konkret stilling til, hvornår de nødvendige reduktioner i verdens udledninger af drivhusgasser skal gennemføres og af hvem. Med Kyoto-aftalen forpligtede en række udviklede lande (de såkaldte annex I-lande) sig til at reducere udledningen af drivhusgasser, mens verdens mindre udviklede lande ikke påtog sig reduktionsforpligtelser. Kyoto-aftalens annex I-lande stod i 1990'erne for en meget stor del af verdens samlede udledninger. Den økonomiske udvikling siden har imidlertid ført til, at nogle af de lande, der ikke påtog sig at reducere udledningen, i dag står for en væsentligt større del af udledningerne. Et eksempel er Kina, hvor udledningen i 2007 var vokset til at være større end verdens indtil da største udleder, nemlig USA. Da den økonomiske vækst i Kina også i de kommende år må forventes at være meget høj, og landet samtidig har en CO₂-udledning i forhold til BNP, der er mere end fire gange så høj som USA og omkring otte gange så høj som EU, er det oplagt, at et land som Kina må inddrages i en aftale.

Global udledning skal snart toppe og begynde at falde

En stiliseret fremskrivning af den globale udledning af drivhusgasser foretaget i afsnit IV.4 viser, at udledningen i 2050 kan være mere end fordoblet i forhold til i dag, selv hvis den historiske tendens til forbedret teknologi fortsætter,

og selv om vækstraterne i mindre udviklede lande gradvist antages at aftage til ca. det halve af den historiske vækst. Den stiliserede fremskrivning illustrerer også de nødvendige reduktionskrav, hvis den samlede udledning af drivhusgasser frem imod 2050 skal holdes på et niveau, der skønnes at være i overensstemmelse med togradersmålsætningen. Hvis udledningerne antages at fortsætte med at stige frem imod 2015, er kravet, at de globale udledninger hvert år i perioden 2016 til 2050 skal reduceres med ca. 1 pct. Udskydes tidspunktet for, hvornår udledningerne antages at toppe til f.eks. 2020, øges det årlige reduktionskrav frem imod 2050 til 2,3 pct. om året. Til sammenligning svarer EU's målsætning om at reducere udledningen med 20 pct. i 2020 i forhold til 1990-niveauet til en årlig reduktion på 0,7 pct., og selv hvis målsætningen strammes til 30 pct., vil det blot svare til 1,2 pct. om året. En udskydelse af klimaindsatsen vil således kræve meget store reduktioner over kort tid, hvilket vil hæve omkostningerne væsentligt og øge risikoen for, at målsætningen ikke nås.

Nødvendigt at inddrage mindre udviklede lande

De reduktioner, som er nødvendige for med rimelig sandsynlighed at overholde togradersmålsætningen, er så betydelige, at det ikke er tilstrækkeligt, at det alene er de udviklede lande, der reducerer deres udledninger. Der er også behov for reduktioner i de mindre udviklede lande. De stiliserede fremskrivninger i afsnit IV.4 viser, at selv hvis annex I-landene reducerer deres udledninger til nul, vil den akkumulerede udledning fra de mindre udviklede lande (de såkaldte ikke-annex I-lande) alene kunne overstige den samlede "tilladte" udledning allerede omkring 2040.

Store krav til mindre udviklede lande, større til de udviklede

Selv hvis det antages, at udviklingen i CO₂-intensiteten (udledning af CO₂ i forhold til BNP) i ikke-annex I-landene forbedres mærkbart relativt til den historiske udvikling, vil kravene til de udviklede lande (annex I-landene) være meget store. Antages det eksempelvis, at CO₂-intensiteten i ikke-annex I-landene reduceres med 3 pct. om året – mod en historisk reduktion på ca. ½ pct. årligt – og antages fortsat, at vækstraterne i disse lande over de kommende årtier falder til omkring halvdelen af det hidtidige niveau, så er kravet til reduktionerne i udledningen af drivhusgasser fra annex-I-landene på over 6½ pct. om året, givet reduktio-

nerne starter allerede i 2011. Selv om disse regneeksempler er baseret på meget stiliserede fremskrivninger af historiske tendenser, understreger de, at der er brug for en meget stor indsats – både fra de udviklede og de mindre udviklede lande – hvis togradersmålsætningen skal holdes.

Svært at nå frem til en global klimaaf tale:

1) Lande rammes forskelligt af klimaforandringer

2) Behov for kompensationer til fattige lande

3) Fordel at stå udenfor

4) Nogle lande mister store indtægter

En aftale, der ikke omfatter alle lande, er problematisk

Lækage et særligt problem

Erfaringerne fra COP15 viser med stor tydelighed, hvor vanskeligt det er at få alle lande med i en aftale. Der er adskillige årsager til, at det er vanskeligt at nå frem til en tilstrækkelig ambitiøs klimaaf tale, der inddrager alle verdens lande. For det første rammes klimaforandringer de enkelte lande forskelligt, hvilket giver landene forskellig tilskyndelse til at arbejde for en klimaaf tale. For det andet vil de fattige lande, der typisk har lavere drivhusgasudledninger end rige lande, kræve en kompensation for at indgå i en aftale. Kompensationen kan eksempelvis være mindre reduktionskrav, overførsel af teknologi eller anden form for økonomisk støtte. Modstykket til en lempeligere behandling af nogle lande er imidlertid skrappe krav til andre lande, hvilket reducerer deres tilskyndelse til at indgå i aftalen. For det tredje vil lande få en fordel af, at der indgås en effektiv klimaaf tale, uanset om de medvirker eller ej. Derved kan landene ved at stå uden for en aftale høste gevinsten uden at betale omkostningerne forbundet med reduktion af udledningerne. For det fjerde vil lande med store reserver af fossile brændstoffer miste store indtægter – både fordi den solgte mængde vil blive mindre med en effektiv aftale, og fordi prisen på fossile brændsler vil falde. Dette giver disse lande en klar økonomisk tilskyndelse til at modarbejde en klimaaf tale.

En aftale, der ikke dækker alle verdens lande, er mindre effektiv. Reduktionen af efterspørgslen i nogle lande vil alt andet lige reducere prisen på fossile brændsler, hvilket betyder, at de ikke-omfattede lande kan øge deres forbrug. Herved reduceres de globale udledninger mindre end de givne reduktioner i de deltagende lande. Samtidig opstår risikoen for lækage. Lækage opstår, når stram klima-regulering i nogle lande indebærer, at produktionen flytter til lande, der ikke indgår i aftalen. Dette får udledningen af drivhusgasser fra de regulerede lande til at falde, men sænker ikke nødvendigvis udledningen på verdensplan. Da

reguleringen må formodes at være dårligere i de lande, som produktionen flyttes til, kan udledningen af drivhusgasser i værste fald stige. Endelig er der en risiko for, at udbydere af fossile brændsler vælger at fremskynde produktionen af frygt for, at aftalen senere bliver globalt dækkende og dermed effektivt begrænsende for afsætningen.

**Svært at få
alle lande med**

I praksis indebærer problemerne med at nå til enighed om en global aftale, at det kan være svært at forestille sig en effektiv aftale, der dækker alle verdens lande. Eksempelvis er konsekvenserne af en aftale for de olieproducerende lande i Mellemøsten formentlig så store og negative, at de næppe vil være villige til at arbejde konstruktivt for en effektiv aftale. Også i lande som USA, Rusland og Kina er der store forekomster af fossile brændsler.

**Handels-
restriktioner
kan i sidste ende
blive nødvendige**

Hvis en aftale skal være effektiv, må den dog nødvendigvis inddrage hovedparten af de betydende aftagerlande. Dette dækker ikke blot de udviklede lande, men også de store, mindre udviklede lande, såsom Kina og Indien. Hvis en stor gruppe af lande er villige til at indgå i en aftale, men gruppen ikke er stor nok til at aftalen er effektiv, kan det blive nødvendigt at overveje handelsrestriktioner i forhold til de lande, der ikke deltager. Handelsrestriktioner kan mindske problemer med lækage og modvirke den negative effekt på konkurrenceevnen, der skyldes den strammere klimapolitik. Samtidig kan handelsrestriktioner give lande en tilskyndelse til at deltage i aftalen. Indførelse af handelsrestriktioner er selvsagt i modstrid med frihandel og kan kun forsvares helt undtagelsesvist. Hvis klimamålsætningerne skal opnås, kan det imidlertid vise sig at være et nødvendigt instrument at tage i anvendelse.

**En global aftale
må bygge på
markedsbaserede
instrumenter**

Et effektivt system til reduktion af udledningen af drivhusgasser må nødvendigvis bygge på markedsbaserede instrumenter som omsættelige kvoter eller afgifter. Disse instrumenter sikrer en effektiv begrænsning af udledningerne, og at reduktionerne foretages omkostningseffektivt. Herved bliver omkostningerne ved et nå et givet mål mindst mulige – og dermed øges muligheden for, at flere lande kan indgå i en klimaaftale.

Afgifter eller omsættelige kvoter

Et kvote- eller afgiftssystem kan udformes, så kvoter eller afgifter betales af efterspørgerne eller udbyderne. De eksisterende systemer, såsom eksempelvis EU's kvotesystem, er udformet sådan, at det er efterspørgerne, der reguleres. Hvis en aftale kan indgås mellem alle betydende aftagerlande, vil et system, der indebærer, at kvoter eller afgifter betales af producenter og importører af fossilt brændsel, formentlig være simplere at administrere og mere effektivt, fordi antallet af producenter og importører af fossilt brændsel er begrænset i forhold til antallet af brugere. Hermed kan man undgå at have flere parallelle systemer.

Kvoter og afgifter giver en høj pris på CO₂ ...

... og tilskynder til teknologiudvikling

De store reduktioner af verdens udledninger af drivhusgasser, som er nødvendige for at leve op til togradersmålsætningen, kræver udvikling af ny klimavenlig teknologi. Regulering af udledningen af drivhusgasser via markedsbaserede instrumenter som omsættelige kvoter og afgifter kan sikre en høj og rimeligt stabil pris på CO₂, hvilket tilskynder til teknologiudvikling. Det er hensigtsmæssigt at tilskynde til teknologiudvikling via en pris på udledning af drivhusgasser, fordi det giver samme tilskyndelse til alle former for teknologi. Hvis markedet skal tilskynde til udvikling og anvendelse af klimavenlig teknologi, er det nødvendigt med et troværdigt system, som sikrer en høj og stabil pris på udledning af drivhusgasser langt ud i fremtiden.

Litteratur

- Arrow, K.J., W.R. Cline, K.-G. Mäler, M. Munasinghe, R. Squitieri og J.E. Stiglitz (1996): Intertemporal Equity, Discounting, and Economic Efficiency. I: Bruce, J.P., H. Lee, og E.F. Haites (eds.): *Climate Change 1995*. Cambridge University Press.
- Barrett, S. (1997): The strategy of trade sanctions in international environmental agreements. *Resource and Energy Economics*, 19 (4), s. 345-361.
- Conrad, J.M. og C.W. Clark (1987): *Natural resource economics*. Cambridge University Press.
- Heal, G. (2009): Climate Economics: A Meta-Review and Some Suggestions for Future Research. *Review of Environmental Economics and Policy*, 3 (1), s. 4-21.
- Hoel, M. (1996): Should a carbon tax be differentiated across sectors? *Journal of Public Economics*, 59 (1), s. 17-32.
- Hoel, M. og T. Sterner (2007): Discounting and relative prices. *Climatic Change*, 84 (3-4), s. 265-280.
- IEA (2009): *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report*.
- Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S.C.B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D.J. Frame og M.R. Allen (2009): Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature*, 458 (7242), s. 1158-1162.
- Neher, P.A. (1990): *Natural resource economics*. Cambridge University Press.
- Nordhaus, W. (2008): *A Question of Balance*. Yale University Press.

Robinson, J.C. (1990): Philosophical Origins of the Social Rate of Discount in Cost-Benefit Analysis. *The Milbank Quarterly*, 68 (2), s. 245-265.

Sinn, H.-W. (2008): Public policies against global warming: a supply side approach. *International Tax and Public Finance*, 15 (4), s. 360-394.

Stern, N. (2007): *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press.

