

■ ■ ■ SNORRE KVERNDOKK OG KNUK EINAR ROSENDAHL:

# Subsidiering av gasskraft – fornuftig politikk?<sup>1</sup>

**R**egjeringen har nylig lovet betydelig støtte til investeringer i CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk. I denne artikkelen vurderer vi om dette er fornuftig politikk eller ei. Ifølge økonomisk teori, er avgifter generelt det beste virkemiddelet i miljøpolitikken, mens subsidier også kan være fornuftig dersom produksjonen har positive eksterne effekter. I artikkelen diskuterer vi forhold som gjør at subsidier ikke nødvendigvis er optimalt selv ved positive eksternaliteter. Vi er spesielt interessert i hvordan subsidier på CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk kan påvirke produksjonen av andre CO<sub>2</sub>-frie energikilder.

## 1. Innledning

Er CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk redningen for klimaet vårt, eller vil satsing på slik teknologi forpurre satsingen på andre karbonfrie teknologier eller energikilder som kan ha større potensial? Dette spørsmålet, satt noe på spissen, er hva vi ønsker å diskutere i denne artikkelen. Nærmere bestemt, bør myndighetene bevilge store midler for å stimulere investeringer i CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk? Vi vil diskutere dette spørsmålet på basis av en mer generell analyse, der vi undersøker under hvilke forhold det er fornuftig å supplere bruk av CO<sub>2</sub>-avgifter eller -kvoter med subsidiering av karbonfri energi.



Snorre Kverndokk er Seniorforsker, Stiftelsen Frischsenter for Samfunnsøkonomisk Forskning



Knut Einar Rosendahl er Forsker I, Statistisk sentralbyrå

I statsbudsjettet for 2002 fikk regjeringen flertall for en betydelig opptrapping av bevilgningene til forskning på utvikling av renseteknologi for gasskraftverk.<sup>2</sup> Videre har regjeringen flere ganger (senest nå i januar) signalisert at CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk vil få økonomisk støtte i milliardklassen i form av investeringsstøtte, avgiftsfritak og produksjonsstøtte i form av tilbakeført el-avgift.<sup>3</sup> Hensikten med denne satsingen er to-delt.

For det første har Norge gjennom Kyotoprotokollen påtatt seg forpliktelser i form av en øvre grense for landets utslipp av CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser i årene 2008-12. Forpliktelsene kan i stor grad oppfylles ved å kjøpe utslippsreduksjoner i andre land, men det vil uansett være en kostnad for Norge forbundet med økte innenlandske CO<sub>2</sub>-utslipp. Dessuten er myndighetene opptatt av det norske utslippsnivået som sådan, uavhengig av Kyotoprotokollen.

Den andre hensikten med å støtte CO<sub>2</sub>-fri gasskraft er at myndighetene mener Norge har et naturlig fortrinn for å utvikle slik teknologi, og at slik teknologiutvikling kan gi positive effekter som ikke bare tilfaller de bedriftene som investerer i CO<sub>2</sub>-fri gasskraft (såkalte positive eksternaliteter). Dette kan for det første dreie seg om reduserte kostnader ved framtidig bygging av CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk, dels ved at teknologiutviklingen gir økt kunnskap, og dels ved at anvendelse av slik teknologi medfører læringseffekter. Disse kunnskapseffektene vil typisk komme alle potensielle investorer til gode, i større eller mindre grad. I tillegg mener myndighetene at bygging av CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk kan gi positive ringvirkninger til samfunnet for øvrig, som for

<sup>1</sup> Takk til Lars-Erik Borge og en anonym konsulent for kommentarer. Arbeidet er finansiert under SAMSTEMT programmet til Norges forskningsråd.

<sup>2</sup> Bondevik-regjeringen foreslo en økning på 30 millioner kroner i forhold til forslaget fra Stoltenberg-regjeringen, som igjen innebar en liten økning fra 2001 (Energi- og miljøkomiteen, 2001). Den totale bevilgningen er i 2002 på 65 millioner kroner. Regjeringen har i Sem-erklæringen lagt opp til en økning på 100 millioner kroner over to år til dette formålet.

<sup>3</sup> I intervju med NRK 27. januar i år lovet olje- og energiminister Einar Steensnæs avgiftsfritak på 1,2 milliarder kroner og investeringsstøtte på flere milliarder kroner til CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk ([www.nrk.no/nyheter/innenriks/1602137.html](http://www.nrk.no/nyheter/innenriks/1602137.html)). I Sem-erklæringen ble det lovet en tidsbegrenset støtteordning for produksjon av CO<sub>2</sub>-fri gasskraft tilsvarende refusjon av hel el-avgift på 2002-nivå ([www.krf.no/krfweb/politikk/lesdokumenter2.asp?ID=politiskedokumenter/fellesregjering\\_2001/sem\\_fellesregjering\\_2001.htm#\\_Toc527171521](http://www.krf.no/krfweb/politikk/lesdokumenter2.asp?ID=politiskedokumenter/fellesregjering_2001/sem_fellesregjering_2001.htm#_Toc527171521)).

eksempel til industriell framstilling av fiskefôr (Energi- og miljøkomiteen, 2001).

Den store satsingen på CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk møter motstand. Noen hevder at det er sløsing med offentlige midler, som kun vil komme store industriselskaper til gode.<sup>4</sup> Andre er skeptiske fordi de mener støtten heller burde vært rettet mot satsing på fornybare energikilder.<sup>5</sup> Det er interessant å merke seg at de store miljøvernorganisasjoner i Norge er delt på midten. Naturvernforbundet og Framtiden i Våre Hender har uttrykt skepsis til denne storstilte satsningen, mens Bellona og Natur og Ungdom er positive.

Støtten til CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk må også ses i sammenheng med vilkårene som er gitt for de tre konvensjonelle gasskraftverkene (dvs. kraftverk som slipper ut CO<sub>2</sub>) som hittil har fått konsesjon. Disse er fritatt fra CO<sub>2</sub>-avgift. Myndighetenes begrunnelse er at de skal ha samme rammevilkår som tilsvarende kraftverk ellers i Europa. Når et nasjonalt kvotehandelsystem etter planen blir etablert i 2005, må gasskraftverkene skaffe seg kvoter tilsvarende sine CO<sub>2</sub>-utslipp. Det er imidlertid store muligheter for at myndighetene vil tildele gratis kvoter til store industribedrifter, deriblant gasskraftverk, slik at lønnsomheten til bedriftene ikke blir rammet. Dette følger av at flere EU-land har signalisert at de vil gjøre det samme. Dermed kan de tre konvensjonelle gasskraftverkene i praksis stå overfor null restriksjoner på CO<sub>2</sub>-utslipp. Subsidiert av CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk blir dermed den eneste måten myndighetene kan favorisere rene teknologier på.<sup>6</sup>

Resten av artikkelen belyser problemstillingen over med utgangspunkt i økonomisk teori og en numerisk modellanalyse. Vi fokuserer på subsidiering av produksjonen, ikke på subsidiering av forskning og utvikling, som utgjør en liten del av den offentlige støtten CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk er lovet.

### 2. Kan politikken begrunnes ut fra økonomisk teori?

Ut fra økonomisk teori, bør markedsimperfeksjoner korrigeres ved hjelp av prissystemet, for at samfunnets totale velferd skal bli størst mulig. Dette betyr at man bør avgiftsbelegge aktiviteter som gir negative eksterne effekter, mens aktiviteter som gir positive eksterne effekter bør belønnes gjennom en subsidie. Størrelsen på avgiften eller subsidien skal gjenspeile verdien av eksternaliteten som påføres samfunnet. Anta at vi står ovenfor kun en eksternalitet, nemlig miljøforurensning som følge av utslipp av CO<sub>2</sub>, og at vi har et fastlagt utslippsmål for disse. Fra teorien vil da målet nås på billigst mulig måte ved å avgiftsbelegge utslippene. Det er imidlertid også andre måter å nå målet på, som f.eks. subsidier til ikke-forurensende energikilder. Subsidier gjør disse energikildene billigere å produsere, noe som gjør at de kan kapre en større markedsandel. Forurensende utslipp vil dermed gå ned. Grunnen til at dette vil være et dyrere alternativ for samfunnet, er at subsidier, i motsetning til avgifter, ikke direkte er rettet mot markedsimperfeksjonen. Subsidier vil kunne rette opp prisforholdet mellom forurensende og ikke-forurensende energi, men prisen på energi vil likevel være for lav i forhold til andre varer.

Hvis det finnes to imperfeksjoner i samfunnet, vil det være optimalt å bruke to virkemidler for å korrigere disse, se f.eks. Johansen (1965). Relatert til energipolitikken, kan man tenke seg at det eksisterer en negativ eksternalitet som følge av utslipp av CO<sub>2</sub>, mens det i tillegg også er en positiv eksternalitet ved produksjon av ikke-forurensende energi. Det siste kan f.eks. være læreeffekter som også tilfaller andre enn den produserende enheten. De erfaringene man får ved å produsere ikke-forurensende gasskraft, vil for eksempel kunne være nyttige for andre produsenter både i Norge og utlandet. Ut fra dette, vil det være optimalt å avgiftsbelegge CO<sub>2</sub>-utslipp, og gi subsidier til produksjon av ikke-forurensende energi. Subsidier vil dermed kunne være et nyttig virkemiddel i energipolitikken, men det utelukker ikke bruk av avgifter. Hvis forurensende gasskraftverk også gir positive eksterne effekter, bør de ikke møtes med fritak for CO<sub>2</sub>-avgiften, men subsidiene bør brukes som et virkemiddel i tillegg, og rettes direkte mot det som gir den positive eksternaliteten.<sup>7</sup>

I utgangspunktet bør vi altså subsidiere positive eksternaliteter ved energiproduksjon. Det finnes imidlertid tilfeller hvor man bør fravike dette, noe vi skal fokusere på i resten av artikkelen. Et eksempel, som er illustrert i Figur 1, er følgende: Anta at det finnes to alternative teknologier for å produsere kraft, A og B. Etterspørselen etter kraft er fallende i prisen, og er illustrert ved kurven DD. Produsentene som bruker teknologi B har konstante marginalkostnader, C<sub>B</sub>. For teknologi A er det mange små bedrifter som hver for seg har konstante marginalkostnader, men kostnadene avhenger av størrelsen på sektoren (stordriftsfordeler). Både marginalkostnadene (C<sub>A</sub>) og gjennomsnittskostnader (C̄<sub>A</sub>) for teknologi A vil derfor være konstante i mikro, men fallende i makro. Produsentene med teknologi A, ønsker på lang sikt ikke å produsere til en pris lavere enn gjennomsnittskostnaden, dvs. P<sub>1</sub>. Dette fører til at denne teknologien ikke blir brukt da produsentene av teknologi B kan produsere til en lavere pris, nemlig P<sub>2</sub>. Fra økonomisk teori vet vi at samfunnsøkonomisk effektivitet nås hvis prisen er lik marginalkostnaden. Hvis kun teknologi A hadde eksistert, ville den

<sup>4</sup> F.eks. Fremskrittspartiet og BI-professor Øystein Noreng ([www.nrk.no/nyheter/okonomi/1602492.html](http://www.nrk.no/nyheter/okonomi/1602492.html)).

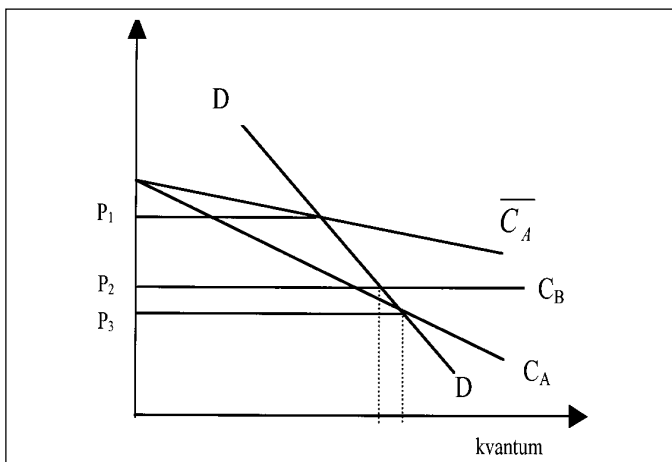
<sup>5</sup> Se f.eks. Sosialistisk Venstrepartis innstilling til statsbudsjettet (Energi- og miljøkomiteen, 2001).

<sup>6</sup> Bondevik-regjeringen har uttrykt at den ikke vil gi konsesjon til flere konvensjonelle gasskraftverk før det nasjonale kvotesystemet er iverksatt. Dette kan tilsi at regjeringen heller ikke vil gi gratis kvoter til nye kraftverk, gitt at den fortsatt eksisterer.

<sup>7</sup> I denne artikkelen diskuterer vi ikke avgiftsfritak som følge av karbonlekkasje, dvs. at utslippsreduksjoner i Norge oppveies av økte utslipp i andre land. Grunnen til dette er todelt. For det første kan det argumenteres med at karbonlekkasje bør løses ved hjelp av handelspolitiske virkemidler i den grad det er mulig, og for det andre har de landene vi handler elektrisitet med også underskrevet Kyotoprotokollen, og vil derfor også ha utslippsrestriksjoner. Om disse landene velger å gi avgiftslettelse til elektrisitetsproduksjon, bør ikke dette påvirke norsk klimapolitikk. Hvis Norge har sysselsettingsmålsettinger i visse næringer eller distrikter, og på grunn av avgiftslettelse for elektrisitetsproduksjon i andre land er redd for redusert sysselsetting i disse, bør vi heller subsidiere arbeidskraften. Argumentet er det samme som før; virkemidlene bør direkte rettes mot problemet for at målsettingen effektivt skal nås. Hvilken frihet vi som nasjon har til fritt å velge virkemidler, går vi ikke inn på her.

samfunnsøkonomisk sett effektive pris-kvantumskombinasjonen være bestemt av skjæringspunktet mellom DD og  $C_A$ , noe som gir en pris lik  $P_3$ . Dette punktet kan realiseres ved å gi produsentene med teknologi A, en subsidie tilsvarende differansen mellom gjennomsnittskostnaden og marginalkostnaden. Med denne subsidien vil ikke teknologi B være lønnsom, og kraft ville blitt produsert bare med teknologi A. En slik subsidie kan likevel gi et velferdstap, da samfunnets totale overskudd (arealet under etterspørselskurven fratrukket de samfunnsøkonomiske kostnadene) ved å produsere kraft, kan bli mindre enn ved produksjon kun med teknologi B.<sup>8</sup>

**Figur 1** Subsidier i en situasjon med stordriftsfordeler og en lavkostnadsteknologi



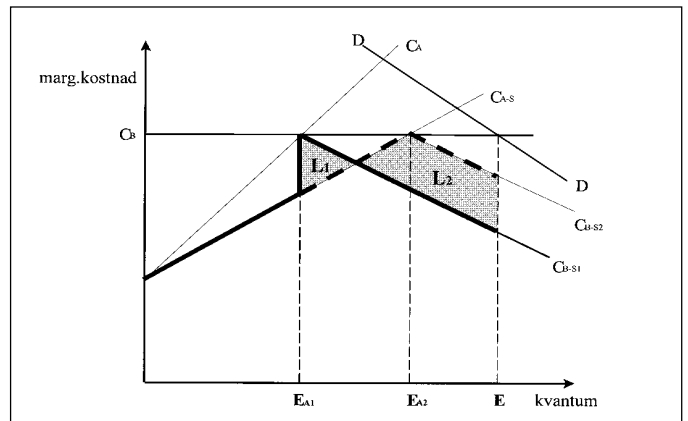
En annen og kanskje viktigere grunn til at subsidier kan være velferdsreducerende selv om de korrigerer positive eksternaliteter, er at det finnes andre imperfeksjoner i økonomien som man ikke uten videre kan korrigere. Dette kan være usikkerhet, mangelfull informasjon eller stivheter og restriksjoner i politikktutforming. La oss tenke oss at det finnes to måter å produsere kraft på, en forurensende teknologi (gasskraft) og en ikke-forurensende teknologi (CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk). Den siste gir positive eksterne virkninger til samfunnet. Kan subsidier til den ikke-forurensende teknologien, selv om de er godt begrunnet ut fra teorien om positive eksterne effekter, hindre eller forsinke framveksten av andre forurensningsfrie teknologier (f.eks. solkraft, bølgekraft, fusjonsteknologi)? Det neste eksempelet kan avklare dette.

Anta som over, at kraft produseres ved en forurensende teknologi,  $E_C$ , og en alternativ ikke-forurensende teknologi,  $E_A$ . Det eksisterer også en såkalt «backstop-teknologi»,  $E_B$ , dvs. en ikke-forurensende teknologi med konstante marginalkostnader, som ikke er i bruk da den har for høye produksjonskostnader. En eventuell CO<sub>2</sub> avtale som regulerer bruken av fossile brenslere kan imidlertid gjøre «backstop-teknologien» økonomisk lønnsom. Dette er illustrert i Figur 2 som viser markedet for ikke-forurensende kraft ved en klimaavtale. Produksjonen av forurensende kraft er gitt ved CO<sub>2</sub>-avtalen.<sup>9</sup> La DD derfor være restetterspørselen etter kraft, dvs. totaltterspørselen med fradrag av det som dekkes av den forurensende teknologien. Den eksisterende ikke-forurensende kraften,  $E_A$ , har stigende marginalkostnader,  $C_A$ , men

produksjonen har positive eksterne effekter for samfunnet, noe som fører til at de samfunnsøkonomiske marginalkostnadene,  $C_{A-S}$ , er lavere enn de bedriftsøkonomiske ( $C_A$ ). Produsentene tar med andre ord, ikke hensyn til disse eksternalitetene i sin tilpasning. De bedriftsøkonomiske marginalkostnadene ved  $E_B$ ,  $C_B$ , er i utgangspunktet høyere enn for  $E_A$ , men produksjon med denne teknologien vil også gi positive eksternaliteter, dvs. de samfunnsøkonomiske marginalkostnadene er  $C_{B-S}$ . Produsentene av  $E_B$  tar derfor heller ikke hensyn til eksternalitetene i sin tilpasning. Ved fri konkurranse, dvs. uten bruk av subsidier, vil  $E_A$  bli produsert så lenge de bedriftsøkonomiske marginalkostnadene er lavere enn for  $E_B$ ;  $E_A = E_{A1}$ , se Figur 2. Ved produksjonskvantum høyere enn dette, vil det lønne seg å produsere  $E_B$ ; dvs.  $E_B = E - E_{A1}$ . De samfunnsøkonomiske kostnadene ved produksjon av ikke-forurensende kraft under klimaavtalen, er derimot arealet under den uthevede rette linja i figuren; kostnadene bestemmes av  $C_{A-S}$ -kurven så lenge  $E_A$  produseres, og deretter av kurven  $C_{B-S1}$ .

Hvis myndighetene hadde gitt en subsidie til produsentene av  $E_A$  tilsvarende verdien av de positive eksternalitetene denne produksjonen tilfører samfunnet, ville tilbudskurven for  $E_A$  blitt  $C_{A-S}$  istedenfor  $C_A$ . Produksjonen av  $E_A$  øker til  $E_{A2}$ , og produksjonen av  $E_B$  reduseres tilsvarende til  $E - E_{A2}$ . De samfunnsøkonomiske kostnadene ved dette tilsvarer arealet under  $C_{A-S}$  fram til  $E_{A2}$ , og deretter arealet under  $C_{B-S2}$ , dvs. den uthevede stiplede linja i figuren. Dette fører til at de samfunnsøkonomiske kostnadene reduseres med arealet  $L_1$ , og øker med arealet  $L_2$  i forhold til tilfellet uten subsidier. Hvis  $L_1 > L_2$ , vil denne politikken gi en

**Figur 2** Samfunnsøkonomiske kostnader ved subsidier til en alternativ kraftteknologi



velferdsgevinst (reduksjon i de samfunnsøkonomiske kostnadene). Motsatt vil  $L_1 < L_2$  gi et velferdstap, noe som er tilfelle i vår figur. Dette eksempelet viser derfor at ved å kun subsidiere den eksisterende alternative teknologien, kan samfunnet få et velferdstap; det produseres for lite av «backstop-teknologien» fordi det ikke tas hensyn til de positive

<sup>8</sup> Takk til Michael Hoel som påpekte dette.

<sup>9</sup> Dette er en forenkling. Så lenge ikke kraftsektoren har et gitt utslippsmål (ikke-omsattelig utslippskvote), vil det kunne være et samspill mellom denne og produksjonen av ikke-forurensende kraft gjennom kraftprisen, selv under en avtale.

eksternalitetene denne gir. Samfunnet bør forplikte seg til å subsidiere alle teknologier som gir positive eksternaliteter. Dette kan imidlertid være vanskelig da det kan være usikkerhet rundt en teknologi som ennå ikke er tatt i bruk, det kan være mangelfull informasjon, eller det kan være stivheter i det politiske systemet som gjør at teknologier som ikke er tatt i bruk, ikke nødvendigvis kan regne med å bli likebehandlet med teknologier som er i bruk.

### 3. Illustrasjoner ved en numerisk simuleringsmodell

Eksempelet i Figur 2 var basert på en partiell likevektsmodell, og var derfor veldig stilisert og forenklet. Vil resultatet fremdeles holde hvis man trekker inn andre kompliserende faktorer? For å se på dette, velger vi å bruke en numerisk generell likevektsmodell. Ved hjelp av denne vil vi komplisere bildet ved å innføre:

- Positive læreeffekter innen den enkelte produksjonsteknologien, dvs. høyere produksjon reduserer produksjonskostnadene (jf. eksemplet i Figur 1).
- Positive eksterne effekter mellom teknologiene, dvs. det kan være læreeffekter fra  $E_A$  til  $E_B$  og omvendt.
- Imperfekt substitusjon mellom  $E_A$  og  $E_B$ , dvs., eksempelet kan gjelde for andre energiprodukter enn kraft, produkter som nødvendigvis ikke har helt like anvendelser.

Vi ser på en lukket økonomi hvor det er fri konkurranse i alle markeder. Det finnes en makrovarer som produseres ved hjelp av kapital, arbeidskraft og energi, og to eksisterende energibærere, nemlig konvensjonell (forurensende),  $E_C$ , og alternativ (karbonfri),  $E_A$ . Modellen er statisk, noe som betyr at kapitalen er gitt for hver enkelt produksjonssektor, mens arbeidskraften er mobil mellom sektorene. I tillegg til de to eksisterende energibærerne, er det også mulig å produsere en tredje energikilde,  $E_B$ , ved hjelp av en backstopteknologi.<sup>10</sup> Denne er imidlertid for dyr å produsere i referansescenariet (BAU), dvs. når det ikke er noen klimaaftale, men kan bli aktuell ved en slik avtale da karbonbasert energi da blir dyrere. Eksempler på en slik backstopteknologi kan være soleenergi eller jordvarme, men det kan også være en hittil ukjent teknologi.<sup>11</sup> Vi antar at det finnes læreeffekter i produksjonen av både  $E_A$  og i en eventuell produksjon av  $E_B$ . Disse kan både være innen hver produksjonsteknologi og mellom disse to produksjonsteknologiene.<sup>12</sup> Vi har kalibrert modellen slik at alle variablene i referansescenariet har verdien 1. Den er kun illustrativ, og ikke ment til å gjenspeile et bestemt lands økonomi. For en nærmere beskrivelse av modellen og resultatene, se Kverndokk m.fl. (2001).

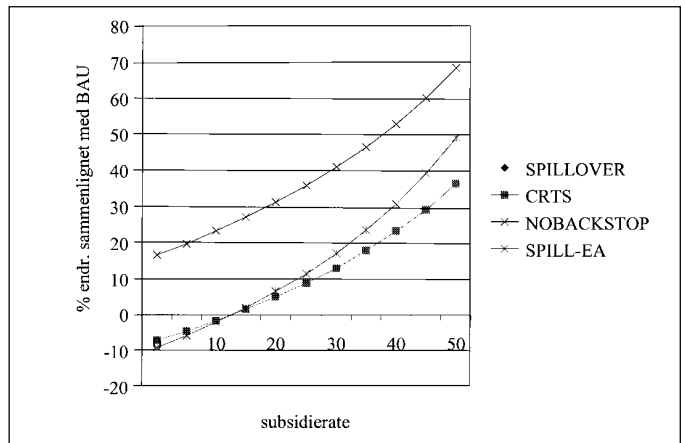
Anta nå at det innføres restriksjoner på karbonutslipp i økonomien som er slik at utslippene skal reduseres med 25%.<sup>13</sup> Myndighetene har to virkemidler for å nå dette utslippsmålet. Det ene er å skattlegge utslipp, mens det andre er å subsidiere arbeidskraften i produksjonen av  $E_A$ .<sup>14</sup> Ved bruk av subsidier, vil avgiften tilpasses slik at utslippsmålsettingen nås akkurat. Det gis ingen subsidier til en eventuell produksjon av  $E_B$ . Dette kan begrunnes, som tidligere nevnt, ved mangelfull informasjon om de positive eksternalitetene denne produksjonen gir, eller ved det politiske beslut-

ningssystemet; det kan være vanskelig å binde seg opp til å subsidiere en vare som ikke produseres, og som man ikke vet om vil produseres. Vi vil studere hvordan bruk av subsidier til  $E_A$  påvirker økonomien når det eksisterer en klimaaftale, under følgende alternative scenarier:

- SPILLOVER – Det er positive eksternaliteter fra både backstopenergi og alternativ energiproduksjon. Backstopkostnadene er 10% høyere enn energiprisindeksen.<sup>15</sup>
- CRTS – Som SPILLOVER, men det finnes ingen positive eksternaliteter.
- NOBACKSTOP – Som SPILLOVER, men det finnes ingen mulige backstopteknologier.
- SPILL-EA – Som SPILLOVER, men det er ingen positive eksternaliteter fra backstop og heller ingen fra alternativ energiproduksjon til backstopsektoren.

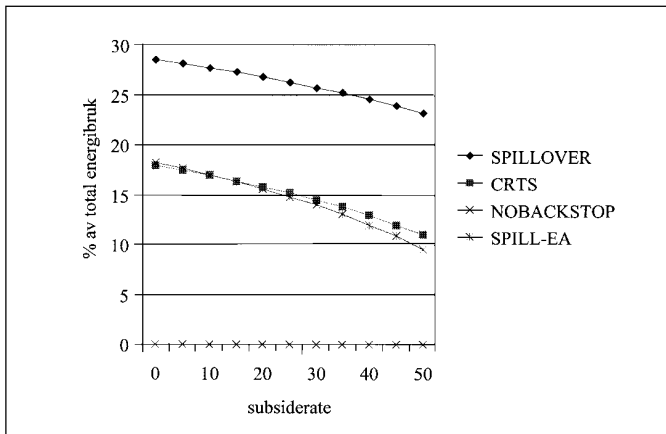
Figurene 3 og 4 viser hvordan de ulike subsidieratene påvirker produksjonen av  $E_A$  og  $E_B$  under en klimaaftale. Subsidiene går fra 0 til 50% av lønnsatsen til arbeiderne i produksjonen av  $E_A$ . Ikke overraskende øker produksjonen av  $E_A$  i subsidieraten. Hvorvidt produksjonen av  $E_A$  er høyere eller lavere enn BAU-nivået uten en subsidie, avhenger av tre forhold. For det første, vil det foregå en substitusjon fra energikilder basert på fossile brenslere mot forurensningsfrie kilder, både  $E_A$  og  $E_B$ , noe som trekker i retning av høyere  $E_A$ . Denne effekten vil være større hvis  $E_A$  er det eneste for-

**Figur 3** Produksjon av alternativ energi ( $E_A$ ) ved ulike subsidierater.



<sup>10</sup> Teknisk sett er denne et perfekt substitutt til et energiaggregat av  $E_C$  og  $E_A$ , men et imperfekt substitutt til hver enkelt av dem.  
<sup>11</sup> Mens solenergi er et relativt dyrt alternativ i stor skala i Norge (40-120 øre/kWh), er jordvarme til dels konkurransedyktig i enkelte områder (11-18 øre/kWh i pilotprosjekt på Rikshospitalet) (NVE, 2000).  
<sup>12</sup> Dette er modellert ved at en økning i sysselsettingen øker produktiviteten til arbeiderne. I en statisk modell er en økning i sysselsettingen den eneste måten å øke produksjonen på. Ved BAU nivå på produksjonen av  $E_A$  er produktiviteten til arbeidskraften i denne sektoren lik i alle scenarier. Produktiviteten er høyere ved høyere produksjon og lavere ved lavere produksjon i scenariene med positive læreeffekter, sammenlignet med scenariene uten.  
<sup>13</sup> I modellen er det kun produksjon av  $E_C$  som gir utslipp. Dette betyr at  $E_C$  dermed skal være 25% lavere enn i BAU.  
<sup>14</sup> Dette tilsvarer en subsidie til produksjonen av  $E_A$ .  
<sup>15</sup> Et veid gjennomsnitt av prisene på  $E_C$  og  $E_A$ .

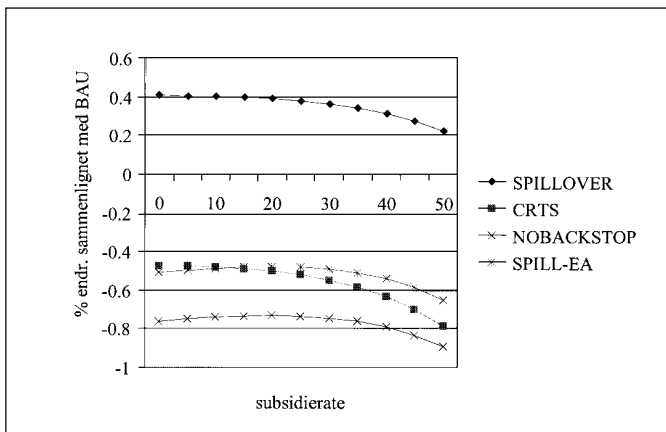
Figur 4 Backstopproduksjon ( $E_B$ ) ved ulike subsidierater.



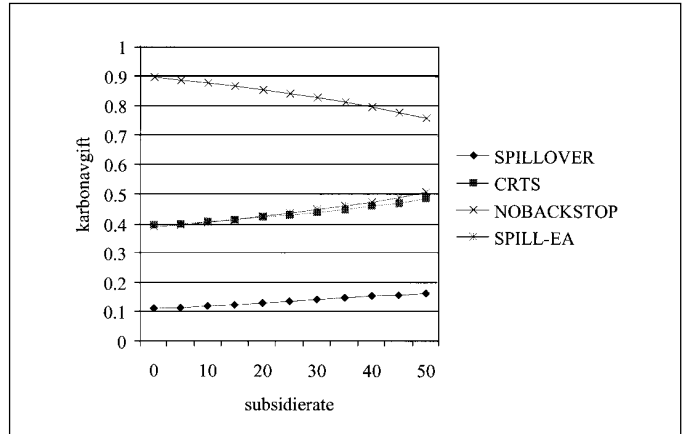
urensningsfrie alternativet, eller jo høyere prisen på  $E_B$  er. For det andre, vil energi bli dyrere, noe som trekker i retning av lavere energiforbruk, og dermed lavere  $E_A$ . Til slutt vil det også være en inntektseffekt. Hvis klimaavtalen reduserer inntekten i samfunnet, representert ved bruttonasjonalproduktet (BNP), vil også etterspørselen etter alle normale goder, inkludert  $E_A$ , gå ned. I motsatt fall, vil etterspørselen øke. Hvorvidt produksjonen av  $E_A$  går opp eller ned i forhold til en situasjon uten klimaavtaler (BAU), avhenger av størrelsene på disse tre effektene. I vår modell, vil produksjonen av  $E_A$  gå ned hvis det ikke gis en subsidie, i alle scenarier utenom NOBACKSTOP.<sup>16</sup> Figur 4 viser at en klimaavtale vil gjøre produksjon av  $E_B$  lønnsomt i vår modell. Ikke uventet vil produksjonen være lavere, jo høyere subsidie som gis til  $E_A$ .

Figur 5 viser endringer i BNP i forhold til BAU under de ulike scenariene, og ved ulike subsidierater. I vårt eksempel, vil vi faktisk kunne oppnå positive BNP-effekter av en klimaavtale i ett av scenariene, nemlig SPILLOVER. Dette skyldes at i dette scenariet, er det positive eksternaliteter fra produksjonen av både  $E_A$  og  $E_B$  som markedet ikke tar hensyn til. Som vi ser av figurene 3 og 4, er det først og fremst den store bruken av  $E_B$  som spiller inn. For resten av scenariene, vil en klimaavtale innebære en kostnad for økonomien.

Figur 5 Virkninger på BNP ved ulike subsidierater



Figur 6  $CO_2$ -avgifter ved ulike subsidierater



Når det gjelder virkningen på BNP av subsidier, ser vi at BNP faktisk faller i subsidieraten i alle scenarier med unntak av NOBACKSTOP og SPILL-EA. I begge disse scenariene er det positive eksternaliteter kun ved produksjonen av  $E_A$ . Dette bekrefter to ting. For det første viser dette at resultatet fra Figur 2 også kan gjelde under mer generelle forhold: En subsidie til en bestemt karbonfri energikilde kan gi et velferdstap, da den vil være hemmende for produksjonen av andre alternative forurensningsfrie teknologier. En subsidie kan derfor være med på å plukke ut en «vinner» i energimarkedet for de nærmeste årene. For det andre bekrefter figuren at når det kun er to eksternaliteter, en negativ (miljøpåvirkningen) og en positiv (spillovereffekter fra produksjon av  $E_A$ ), vil det være riktig å gi subsidier i tillegg til å bruke avgifter. Under scenariene NOBACKSTOP og SPILL-EA, vil den optimale subsidieraten være på 20%.

Et siste resultat, som kan være verdt å vise, er samspillet mellom  $CO_2$ -avgiften og energisubsidien, se Figur 6.<sup>17</sup> Som ventet, vil størrelsen på avgiften avhenge av substitusjonsmulighetene for energi. Avgiften vil være høyest i tilfellet hvor det ikke finnes noen mulige backstop-teknologier (NOBACKSTOP), og lavest hvis det finnes en slik teknologi som gir positive eksternaliteter (SPILLOVER). I det første tilfellet, vil både avgifter og subsidier være en måte å redusere utslippene på, og den nødvendige størrelsen på avgiften vil derfor falle jo høyere subsidien er. Men hvis slike teknologier finnes, vil det, i vår modell, faktisk være nødvendig med en høyere avgift jo høyere subsidier vi gir. Merk at dette gjelder også i SPILL-EA, dvs. i et scenario hvor det faktisk var optimalt å bruke subsidier. Grunnen til dette er at subsidien hindrer en substitusjon fra konvensjonell og alternativ energi mot backstop-teknologien, og  $CO_2$ -avgiftene må derfor økes for at utslippene skal gå ned. En følge av det sist-

<sup>16</sup> I Figur 3 er kurvene for SPILLOVER og CRTS sammenfallende. Dette skyldes at slik modellen er spesifisert, vil i optimum produktiviteten til arbeidskraften, og den kvalitetsjusterte arbeidskraften i tilfellet med læreeffekter, i  $E_A$  bli bestemt av den gitte produktiviteten til arbeidskraft i  $E_B$ . Dette betyr at produksjonen av  $E_A$  er lik i begge scenarier, se Kverndokk m.fl. (2001).

<sup>17</sup> I figuren er karbonavgiften målt som andel av prisen på  $E_C$  i referanse-scenariet (BAU).

<sup>18</sup> Olje- og energiministeren har lovet tilsvarende støtteordninger til enkelte fornybare energikilder som til  $CO_2$ -frie gasskraftverk.

te er også at andre sektorer i økonomien får en større økonomisk byrde gjennom høyere avgifter, hvis myndighetene velger å gi en subsidie til den alternative energikilden.

#### 4. Konklusjon

Det er vanskelig å plukke vinnere på forhånd. Dette taler for at man skal være svært forsiktig med å rette omfattende subsidier inn mot en bestemt CO<sub>2</sub>-fri teknologi. Det er også vanskelig for myndighetene å forplikte seg til å gi samme finansielle støtte til alle rene teknologier med positive eksternaliteter.<sup>18</sup> Dermed kan man risikere at andre CO<sub>2</sub>-frie energikilder eller teknologier, som kan være potensielle vinnere på lengre sikt, får mindre spillerom enn de burde få. Bruk av CO<sub>2</sub>-avgifter (eller auksjonering av CO<sub>2</sub>-kvoter) virker nøytralt, og gir alle CO<sub>2</sub>-frie energikilder bedre rammebetingelser på like vilkår. I Rosendahl (2002) diskuteres det hvordan myndighetene alternativt kan differensiere CO<sub>2</sub>-avgiftene for å ta hensyn til positive eksternaliteter.<sup>19</sup>

En innvending som kan rettes mot analysen over, er at vi ikke har tatt hensyn til at Norge er en liten, åpen økonomi. Det innebærer for det første at prisen på elektrisitet trolig vil være mer påvirket av CO<sub>2</sub>-avgifter i våre naboland enn av CO<sub>2</sub>-avgifter på tre konvensjonelle gasskraftverk i Norge. Dermed kan CO<sub>2</sub>-avgifter i mindre grad brukes som virkemiddel til å stimulere eventuelle positive eksternaliteter for CO<sub>2</sub>-fri kraftproduksjon. For det andre er forskning på og utvikling av fornybare energikilder en internasjonal prosess, der Norges bidrag uansett vil være relativt liten. Norske rammebetingelser vil derfor ha liten innvirkning på den teknologiske utviklingen her. CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk kan være et unntak fordi vi har store gassforekomster på norsk sokkel, og kan deponere CO<sub>2</sub> på havbunnen. På den annen side vil det også kunne være positive (eksterne) læringseffekter av å importere ny teknologi til Norge.

På tross av innvendingene over, vil vi hevde at det må svært gode argumenter til for å gi subsidier til CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk i den målestokk regjeringen legger opp til. Subsidiering vil ofte være en lite effektiv virkemiddelbruk. Artikkelen vår har pekt på noen viktige momenter som i liten grad har vært framme i debatten så langt. Ikke minst bør man merke seg at subsidiering av CO<sub>2</sub>-frie gasskraftverk ikke uten videre medfører lavere CO<sub>2</sub>-avgifter for å nå et bestemt utslippsmål. Tvert imot viste analysen vår at resultatet kan bli et høyere avgiftsnivå. Tilrettelegging for utstrakt bruk av CO<sub>2</sub>-avgifter (eller auksjonering av CO<sub>2</sub>-kvoter) bør i stedet prioriteres, både nasjonalt og i Europa.

#### Referanser

- Energi- og miljøkomiteen (2001): Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om bevilgninger på statsbudsjettet for 2002, Budsjettinnstilling Stortinget nr.9 (2001-2002), Stortinget.
- Johansen, L. (1965): Offentlig økonomikk, Universitetsforlaget, Oslo.
- Kverndokk, S., K. E. Rosendahl og T. Rutherford (2001): Climate policies and induced technological change: Which to choose the carrot or the stick?, Memorandum 26/2001, Økonomisk institutt, Universitetet i Oslo.
- NVE (2000): Kostnader ved produksjon av kraft og varme i 1999, Håndbok 1/2000, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Rosendahl, K.E. (2002): Cost-effective environmental policy: Implications of induced technological change, Discussion Papers No. 314, Statistisk sentralbyrå.

<sup>19</sup> Hvis myndighetene f.eks. mener det er positive eksternaliteter forbundet med å ta i bruk renere teknologier i prosessindustrien, kan det være kostnadseffektivt å ilegge større CO<sub>2</sub>-avgifter for denne industrien enn for andre sektorer for å stimulere de positive eksternalitetene (Rosendahl, 2002). Dette kan selvsagt også bære preg av å plukke vinnere, men krever ikke samme presisjonsnivå.