

Rapport 2005-053

**Støtte til miljøvennlig
transportteknologi**

Støtte til miljøvennlig transportteknologi

Utarbeidet for
Samferdselsdepartementet

Innhold:

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	1
1 INNLEDNING	7
2 MARKED OG INNOVASJON.....	10
2.1 Teorier om marked og innovasjon	10
2.1.1 Nyklassiske tilnærminger til innovasjon.....	10
2.1.2 Nyere vekstteori	12
2.1.3 Innovasjonssystemet	13
2.1.4 Teknologiske utviklingsbaner og sporavhengighet	14
2.1.5 Oppsummerende merknader	16
2.2 Forskning om FoU og verdiskaping	16
2.3 Oppsummerende merknader	17
3 MILJØEFFEKTER OG NYE TEKNOLOGIER	18
3.1 Miljøulempen ved transport	18
3.2 Teknologi og miljø.....	19
3.3 Miljøeffekter og kjøretøyteknologier.....	20
3.4 Oppsummerende merknader	22
4 VIRKEMIDDELBRUK, EKSTERNE EFFEKTER OG INCENTIV- PROBLEMER	23
4.1 Fokuser på markedssvikt	23
4.2 Kostnader og styringssvikt.....	24
4.3 Mest støtte der det er store eksternaliteter	24
4.4 ”Premie” for FoU-stimulans med distriktpolitisk gevinst?	25
4.5 Støtte bør gi mer og bedre FU	25
4.6 Støtte for å sikre teknologisk mangfold.....	26
4.7 Tilskudd kan øke troverdigheten	26
4.8 Ikke støtte der markedet selv kan finne fram.....	27
4.9 Støtte til nasjonale kostnadskomponenter.....	28
4.10 Betydningen av petroleums-skatteregimet.....	28
4.11 Tiltaksutforming – noen momenter	30
4.11.1 Selektive og generelle tiltak.....	30
4.11.2 Styringsproblemer.....	31
5 DRØFTING AV NOEN KONKRETE TYPER TILTAK	32
5.1 Tiltak for å stimulere bruken av ny teknologi.....	32
5.2 Informasjonstiltak	33
5.3 Kvoter for nye teknologier.....	34
5.4 Avgiftspolitikken	35
5.4.1 Drivstoffavgifter	35
5.4.2 Fastavgifter	35
5.4.3 Generelt om avgifter og innovasjon.....	36

Sammendrag og konklusjoner

Resymé

Rapporten drøfter samfunnsøkonomiske perspektiver på offentlig støtte for å stimulere nye, miljøvennlige teknologier i transportsektoren. Teoretisk og empirisk forskning gir en rekke argumenter for å støtte forskning og utvikling av nye teknologier generelt, fordi den som investerer i FoU ikke tar hensyn til at investeringen gir gevinst også for andre. Når utslipp og andre miljøulempen ved transport er regulert ved avgifter, utslippskrav og andre tiltak, er de viktigste gevinstene ved å utvikle mer miljøvennlig teknologi reflektert i markedet. Støtte til miljøvennlig teknologi, i transportsektoren og ellers, kan gis en samfunnsøkonomisk begrunnelse ved eksternaliteter i innovasjonsprosesser og at den kan utløse kommersielle gevinster.

Bakgrunn

Utslippene av klimagasser fra transportsektoren er blant de utslippene som vokser raskest på global basis og i Norge. Norge har lagt stor vekt på generelle virkemidler som avgifter og reguleringer i miljøpolitikken, samt å bidra til internasjonale avtaler og samarbeid. Generelle miljø- og transportpolitiske virkemidler påvirker forbrukernes valg av transportformer, men de har også indirekte effekter på teknologiutviklingen.

Norge og de fleste andre industriland øker nå bruken av offentlige midler for å stimulere forskning, nyskaping og innovasjon. Dette gjøres for å fremme vekst i produksjon og verdiskaping, men det gjøres også spesifikke satsinger for å møte verdens miljøutfordringer. I flere land begrunnes satsingene også med ønsket om sikker energiforsyning.

Fra tid til annen foreslås det i Norge at det offentlige skal gjennomføre nye tiltak for å stimulere utvikling og bruk av mer *miljøvennlige transportteknologier*. Slike forslag er blitt satt fram fra mange hold, blant annet miljøvernorganisasjoner, politikere, næringsliv og fra teknologiske miljøer og institusjoner.

Problemstilling

Den overordnede problemstillingen i rapporten er hvordan tiltak for å stimulere nye miljøvennlige transportteknologier bør vurderes i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Markedssvikt retningsgivende for virkemiddelbruk

Ved de fleste ”vanlige” investeringsprosjekter er det en nær sammenheng mellom hva som er privatøkonomisk lønnsomt og hva som er lønnsomt for samfunnet. På miljøområdet og innenfor forskning og utvikling eksisterer det imidlertid en rekke forhold som uten offentlige inngrep fører til avvik mellom hva som er privatøkonomisk lønnsomt og hva som er samfunnsøkonomisk lønnsomt. En fellesbetegnelse på faktorer som gjør at et uregulert marked ikke fungerer godt, er *markedssvikt*.

Årsakene til markedssvikt kan være flere. Viktigste er eksistensen av:

- Eksterne virkninger, som følge av at aktiviteter virker inn på andre enn produsenten eller forbrukeren,
- Fellesgoder, som er goder hvor en aktørs bruk ikke skjer til fortrengsel for andres bruk,
- Skjevfordelt informasjon, f. eks. at den som planlegger å investere har bedre kjennskap til prosjektet enn en ekstern finansinstitusjon.

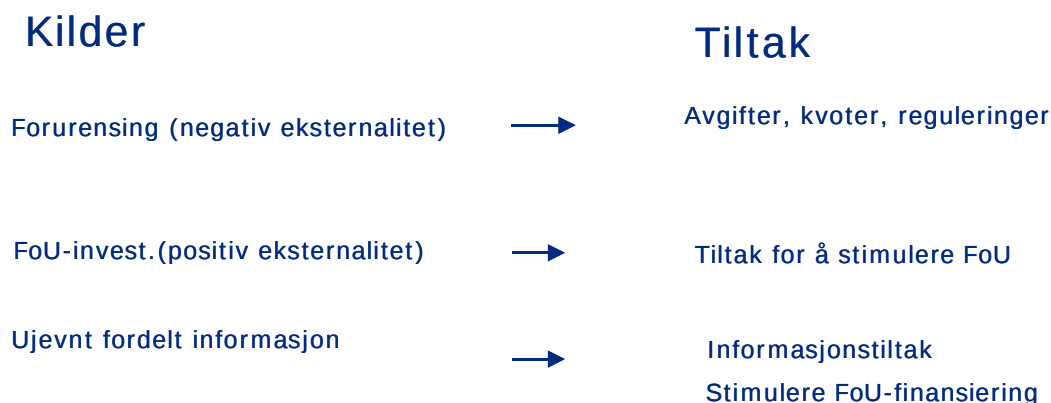
Forurensninger som skader andre enn forurenseren og kunnskapsinvesteringer som også kommer andre til gode, er eksempler på *eksterne virkninger* – virkninger som ikke uten videre blir priset i markedet. Ved forurensning snakker vi om en negativ ekstern effekt. Kunnskapsinvesteringer kan gi positive eksterne effekter for andre. I et ordinært marked vil ingen ha incentiv til å betale for slike eksterne effekter, noe som bidrar til at produksjonsomfanget kan bli for høyt (forurensning) eller for lavt (kunnskapsinvesteringer).

Uten offentlig koordinering eller finansiering er det ingen grunn til å anta at det vil bli produsert *fellesgoder* i et ønsket omfang. Det finnes få rene eksempler på fellesgoder, og skillet mellom fellesgoder og positive eksternaliteter er i mange tilfeller uklart.

En tredje hovedkilde til markedssvikt er *skjevfordelt informasjon* mellom de forskjellige aktørene i markedet. Eksempelvis vil det ofte være vanskelig å få finansiert FoU-prosjekter fordi finansinstitusjonene har for liten informasjon om prosjektet

En samfunnsøkonomisk velbegrunnet støtte til ny og mer miljøvennlig transportteknologi, må ta utgangspunkt i at man har identifisert en eller annen form for markedssvikt som ikke eksisterende virkemiddelbruk har tatt hensyn til, jf. Figur A.

Figur A Kilder til markedssvikt og tiltak for å motvirke betydningen av dem.



FoU-tiltak der markedssvikten er større enn styringsproblemene

Selv om ulike former for markedssvikt gjør at det i en uregulert markedsøkonomi gjennomføres for lite FoU, kan det samfunnsøkonomisk mest lønnsomme tiltaket i noen tilfeller likevel være å ikke gjennomføre stimuleringsiltak. For det første er det grunn til å forvente at markedsaktørene i mange tilfeller selv klarer å samarbeide om å realisere FoU-prosjekter med eksterne effekter. For det andre er det ofte betydelige offentlige styringsproblemer i forbindelse med FoU-støtte. For eksempel kan det offentlige i mange tilfeller ha like store problemer med å skille mellom gode og dårlige prosjekter som det private finansinstitusjoner har. Kostnadene ved å stimulere gode FoU-prosjekter kan derfor i en del tilfeller bli høyere enn gevinstene. Offentlig finansieringsordninger må dessuten ta hensyn at offentlige midler skaffes til veie gjennom beskatning som isolert sett reduserer effektiviteten i økonomien.

I tilfeller hvor man anser at gevinstene er høye nok til å forsvare offentlig virkemiddelbruk, bør virkemiddelbruken innrettes mot å unngå uønskede bivirkninger og incentiver. Stikkord her er at måleproblemer og informasjonsforskjeller gir fare for at offentlige FoU-midler lett bare kan erstatte private FoU istedenfor å komme i tillegg til denne, at administrasjonskostnadene både innen det offentlige og hos søkerne kan bli høy, samt at man kan ende opp i en situasjon hvor bedriftenes atferd mer rettes mot å framstå som støtteverdige enn mot å være innovative. Likevel vil ofte gevinstene ved å stimulere FoU anses store nok til å forsvare ressursbruken.

Miljøpolitikk gir incentiver til å utvikle miljøvennlig teknologi

Det samfunnsøkonomiske perspektivet tilsier at myndighetene bør korrigere for markedssvikt på miljøområdet ved å legge på avgifter, sette utslippskrav eller gjennomføre andre typer reguleringer *nærmest mulig* miljøulempen. En slik politikk gjør det mer lønnsomt for bedriftene å utvikle ny teknologi som kan redusere miljøproblemene. En effektiv og konsekvent miljøpolitikk har dermed – i hvert fall som en første tilnærming - eliminert miljøulempene som kilde til markedssvikt i forhold til markedets incentiver til å utvikle miljøvennlig teknologi. Det kan selvsagt være både faglig uenighet om hvor høye

miljøkostnadene ved et utslipp er, og politisk uenighet om hvor stor vekt som skal legges på miljøhensyn i forhold til andre mål for samfunnsutviklingen. Men gitt myndighetenes prioriteringer i miljøpolitikken, synes det ikke å være tungtveiende grunner til å støtte utvikling av miljøvennlig teknologi, verken i transportsektoren eller ellers, i større grad enn til å støtte teknologiutvikling på andre områder.

Som hovedregel vil vi argumentere for at dersom man klarer å regulere miljøulempene direkte, bør støtte til FoU-prosjekter vurderes ut fra hvor store eksternalitetene, er. Det tilsier støtte til prosjekter hvor man tror det er store positive bivirkninger for andre bedrifter, eller der det er grunn til å anta at det er markedssvikt pga informasjonsforskjeller. Dette prinsippet hindrer selvsagt ikke at det i mange tilfeller vil være gode samfunnsøkonomiske grunner til å støtte investeringer som har til formål å utvikle miljøvennlig transportteknologi fordi det er positive eksternaliteter i FoU-prosessen.

Betraktningene over hadde en uregulert markedsøkonomi som referansepunkt. I dag støtter myndighetene FoU gjennom ulike programmer, fra skattesubsidier til forsknings- og innovasjonsprogrammer gjennom Norges Forskningsråd, Innovasjon Norge og gjennom andre offentlige aktører. Hvorvidt det kan forsvares å introdusere nye program for å stimulere til ny miljøvennlig teknologi (transport og ellers) vil ut fra dette avhenge av om det kan identifiseres markedssvikt i et omfang som ikke er godt nok ivaretatt i den eksisterende virkemiddelbruken.

”Premie” for FoU i miljøvennlig teknologi?

Norges internasjonale forpliktelser krever at vi overholder utslippsbegrensningene i internasjonale avtaler som Kyotoavtalen. Strengt tatt gir ikke disse forpliktelsene særskilte grunner til å støtte utvikling av miljøvennlig teknologi. Særnorsk virkemiddelbruk, i form av støtte til FoU for å utvikle miljøvennlig transportteknologi eller på andre måter, utover det som kan begrunnes i FoU-eksternaliteter og betydning for norsk verdiskaping, kan imidlertid gis en begrunnelse ved at den kan være et bidrag til de internasjonale klimaforhandlingene. Det kan også argumenteres med at Norge har en moralsk forpliktelse til å bidra til den globale teknologiutviklingen, selv om Norge ikke skulle tjene på det. Hvor stor vekt som skal legges på slike hensyn kan imidlertid ikke avgjøres ved samfunnsøkonomisk analyse. I den grad det er ønskelig å legge vekt på pådriverrollen og den moralske forpliktelsen, kan man gi prosjekter der det utvikles miljøteknologi en ”premie” eller en viss konkurransefordel i konkurransen med andre FoU-prosjekter.

I et eventuelt forpliktende internasjonalt FoU-samarbeid for å utvikle nye og mer miljøvennlige teknologier innenfor transport og ellers, vil rene miljøhensyn - uavhengig av konsekvensene for norsk verdiskaping - kunne spille en mer framtrædende rolle som begrunnelse for prosjekter.

”Premie” for FoU-stimulans med distriktpolitisk gevinst?

I tillegg til FoU og miljø, er *arbeidsledighet* en mulig kilde til avvik mellom bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Den samfunnsøkonomiske gevinsten ved et prosjekt i en region med høy ledighet kan være større enn den bedriftsøkonomiske, hvis prosjektet bidrar til å redusere ledigheten. Det tilsier at det kan være aktuelt å tilordne FoU-prosjekter med særlig gunstige

effekter for sysselsetting eller verdiskaping i distriktene en "premie" i en nyttekostnadsvurdering. Selv om den eksterne effekten i form av bidrag til redusert ledighet neppe vil kunne tallfestes presist, bør man iallfall tydeliggjøre, og så langt som mulig anslå størrelsesforholdet på denne effekten i forhold til de øvrige eksternalitetene et slikt program skal rette seg mot.

På den andre siden vil en slik premie kunne være utslagsgivende i beslutninger om å iverksette et program. Dersom man betrakter øvrig støtte til distriktene som gitt, ville man ved iverksettelsen av programmet ha styrket den distriktpolitiske virkemiddelbruken. I den grad iverksettelsen av et teknologiprogram realiseres pga distriktpolitiske gevinster, er det derfor naturlig samtidig å vurdere omfang og innretning av den øvrige distriktpolitiske virkemiddelbruken.

Sporavhengighet og innelåsing

Teknologiske prosesser er ofte svært vanskelige å forutsi, og utviklingen kan ta mange retninger. Hvilke teknologiske løsninger som viser seg som de beste er ofte svært usikkert på tidlige stadier. Utvikling av nye teknologier kjennetegnes i en del tilfeller av såkalt "sporavhengighet" og "innelåsning", dvs. at tilsynelatende tilfeldige valg på et tidlig tidspunkt i en teknologisk utvikling virker styrende på den etterfølgende utviklingsretningen ved at det etter hvert blir svært kostbart å skifte teknologisk "spor". En rolle for det offentlige kan ut fra dette være å sikre et teknologisk mangfold lenger enn det markedet selv ville gjort, gjennom å støtte alternative teknologier. Dette kan begrunnes med at markedsaktørene kan ha mangelfull oversikt over teknologiske alternativ eller være overoptimistiske på "egen" teknologisk vegne. Siden dagens og framtidens energi- og transportteknologier trolig vil være kjennetegnet ved store infrastrukturinvesteringer, er det trolig svært viktig å unngå uønsket sporavhengighet i utviklingen av energiteknologier og -infrastruktur.

Siden den teknologiske utviklingen på transportområdet i all hovedsak er bestemt av forhold i utlandet, må også virkemiddelbruken for å unngå uønsket sporavhengighet og teknologisk innelåsing på området være internasjonalt koordinert. Norge kan tenkes å spille en rolle i en internasjonal arbeidsdeling for å bidra til mangfold i forskningen for å utvikle nye teknologier. I dag kan trolig Norge bidra til teknologisk mangfold både ved å sørge for at våre egne forskningsprogram har en bred teknologisk basis med plass til ulike teknologiske spor, og gjennom deltakelse i EU-programmer og andre internasjonale satsinger der norske beslutninger samordnes med andre lands innsats.

Støtte til bruk?

Når myndighetene skal støtte nye teknologier, kan man velge å stimulere de virksomhetene som selv gjennomfører eller finansierer FoU'en (bedrifter og FoU-institusjoner) eller man kan stimulere bruken av nye teknologier. Mens stimulering av FoU-prosesser gjennom å stimulere til bruk av nye teknologier synes mest relevant for "markedsnære" teknologier som er anerkjent som pålitelige, vil ofte utvikling av nye teknologier i tidligere faser best skje ved å stimulere FoU-utførende eller FoU-finansierende virksomheter direkte.

Siden miljøulempene ved transport i Norge i de fleste tilfeller synes internalisert gjennom avgifter og reguleringer, må støtte til *bruk* av nye teknologier begrunnes i at støtten utløser eksternaliteter eller motvirker annen markedssvikt i

innovasjonsprosesser for disse teknologiene. Slik støtte kan gis gjennom informasjonstiltak, investeringsstøtte eller gjennom rabatter i avgiftene på utvalgte teknologier. Vurderingene av hvor vellykket slike tiltak er, bør ikke begrense seg til antall biler solgt eller lignende. Man bør i minst like stor grad være opptatt av konsekvenser for det man vil stimulere, nemlig innovasjonsprosessen – læringseffekter, spredning av kompetanse og utnyttelse av stordriftsfordeler. En indikator som kan kaste lys over hvorvidt tiltakene faktisk påvirker innovasjonsprosessene, er kostnadsutviklingen på de teknologiene som stimuleres.

I tidlige faser av en teknologisk utviklingsprosess vil *mangel på informasjon* være et stort problem. Det kan tilsi at det er en rolle for offentlig finansiering av *demonstrasjonsprosjekter*, det vil si prosjekter der nye teknologier gjennomføres i større skala utenfor laboratoriet, på stadier hvor teknologien fortsatt ikke er konkurransedyktig i markedet. Offentlig støtte til demonstrasjonsprosjekter kan rettferdiggjøres samfunnsøkonomisk dels ved at støtten bidrar til teknologisk mangfold i en situasjon der det er uavklart hvilken teknologi som kommer til å vinne fram, samtidig som investeringen er for stor og gevinsten for spredt til at man realistisk kan regne med at private vil stå for investeringen. Man må være oppmerksom på muligheten til *duplisering* av norske prosjekter i forhold til demonstrasjonsprosjekter i andre land. I så fall vil nytteverdien av demonstrasjonsprosjektet kunne bli begrenset.

1 Innledning

Miljøulempene knyttet til transport er betydelige. I mange byer og tettsteder er støy, samt utslipp av NO_x, SO₂ og partikler kilde til lokale miljøproblemer. Utslippene av CO₂ fra transportsektoren er blant utslippene med sterkest vekst, både i Norge og internasjonalt.

Hensynet til internasjonale avtaler er styrende for norsk miljøpolitikk. Kyoto-protokollen, som trådte i kraft i 2005, setter grenser for hvor store utslipp av klimagasser Norge og de fleste andre industrilandene kan ha i perioden 2008-2012. Gøteborgprotokollen mot langtransporterte forurensninger setter grenser for utslipp av NO_x og svovel. For svevestøv og NO_x er det satt nasjonale krav til luftkvalitet, mens det for støy er et mål at antall personer med støyplager skal reduseres med 25 prosent innen 2010¹. Målene er nasjonale, uavhengig av sektor.

Norge og andre land benytter en lang rekke virkemidler for å redusere miljøproblemene. Disse er dels regulative (blant annet krav til renseteknologi, nasjonale forbud mot piggdekk i visse perioder, konsesjonsbetingelser ved kraftproduksjon), og dels økonomiske (blant annet avgifter på utslipp eller på fossile brensl, lokale piggdekkavgifter, kvotesystemer, avgiftsfritak eller tilskudd til miljøvennlige teknologier). I tillegg gir Kyotoprotokollen adgang til å investere direkte i utslippsreducerende prosjekter utenfor industrilandene, og få godskrevet disse i de nasjonale utslippsberegningene. Hensynet til kostnadseffektivitet tilsier at norsk virkemiddelbruk rettes inn slik at de kvantitative utslippsmålene oppnås til lavest samfunnsøkonomisk kostnad. Et ønske om å bidra til den globale utviklingen av teknologier for å løse klimaproblemene eller et ønske om å bidra å styrke internasjonale miljøavtaler, herunder Kyotoprotokollen, kan tenkes å modifisere denne konklusjonen.

Kyotoprotokollen er et rammeverk for å redusere utslipp av klimagasser, og i seg selv bare et første skritt for å løse de globale klimaproblemene. På kort og mellomlang sikt vil overgang til kjente teknologier som er mer miljøvennlige enn de som er mest vanlige i dag, dempe utslippene. Betydelige utslippsreduksjoner i Norge er allerede oppnådd for utslipp av andre gasser enn klimagasser, bl. a. NO_x, svovel, bly og osonnedbrytende gasser. CO₂-utslippene har imidlertid fortsatt å vokse. For å nå klimakonvensjonens langsiktige målsetting om å stabilisere atmosfærens innhold av klimagasser, må det imidlertid utvikles nye energiteknologier vi i dag bare ser konturene av.

¹ Se St. prp. 1 (2004-2005) fra Miljøverndepartementet (kap. 12).

Virkemiddelbruken internasjonalt gjør det mer kostbart å slippe ut klimagasser, og denne "prisen" på utslipp vil trolig stige i framtiden. I tillegg til at en slik utvikling gjør det mer lønnsomt å bytte til eksisterende teknologi som slipper ut mindre CO₂, gir den også næringslivet sterke økonomiske motiver til å forsøke å utvikle nye teknologier. De bedriftene som klarer dette, kan vente seg høyere lønnsomhet i framtiden.

Myndighetene bruker betydelige beløp på FoU i form av bevilgninger til offentlige forsknings- og utdanningsinstitusjoner og i form av økonomisk støtte til FoU i næringslivet. Hovedbegrunnelsen for denne ressursbruken er at den skal bidra til mer FoU og derigjennom økt omstilling og nyskaping i næringslivet. Egne forsknings- og utviklingsprogrammer retter seg mot energisektoren, herunder programmer for å utvikle teknologi som kan løse miljøproblemer. Hoveddelen av forskningen på "klimateknologier" i Norge har vært rettet mot stasjonær energiproduksjon og i mindre grad på teknologier som kan redusere utslippene i transportsektoren.

Fra tid til annen foreslås det at det offentlige skal gjennomføre nye tiltak for å stimulere utvikling og bruk av mer miljøvennlige transportteknologier. Slike forslag er blitt satt fram fra mange hold, blant annet miljøvernorganisasjoner, politikere, næringsliv og fra teknologiske miljøer og institusjoner.

I denne rapporten drøftes samfunnsøkonomiske perspektiv på slik støtte. Fra en økonomisk synsvinkel er samfunnsøkonomisk lønnsomhet og kostnadseffektivitet sentrale kriterier når offentlige tiltak skal vurderes. Ofte vil det være et godt samsvar med hva som er privatøkonomisk lønnsomt og hva som er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Da er det ofte like greit å overlate saken til markedet. Ved prosjekter som forurenser eller som innebærer at det investeres i ny kunnskap, vil som oftest nytten for samfunnet ikke reflekteres godt i den privatøkonomiske lønnsomheten.. Dette skyldes markedssvikt (eksternaliteter) både i form av miljøulemper og i form av ulike typer kunnskapslekkasjer og andre eksternaliteter i innovasjonsprosessen.

Miljøulemper er en viktig kilde til markedssvikt i et uregulert marked. Når markedet ikke gir forbrukere og bedrifter signaler om at utslipp har en pris (miljøkostnad), kan heller ikke markedet gi de rette signaler om at det er lønnsomt å utvikle teknologier og produkter som gir mindre miljøproblemer. Men gode reguleringer og bruk av økonomiske virkemidler (avgifter, omsettelige kvoter) i miljøpolitikken, kan langt på vei bote på denne mangelen. I en situasjon hvor man har internalisert alle miljøkostnader fullt ut, gir markedet like gode incentiver til å utvikle miljøvennlig teknologi, herunder miljøvennlig transportteknologi, som det har til å utvikle ny teknologi og nye løsninger generelt.

Innovasjonsprosesser er kjennetegnet ved ulike typer eksternaliteter og markedssvikt. Generelt vil den som finner fram til en ny teknologi eller et nytt produkt ikke klare å hindre at også andre tjener på oppfinnelsen. Dermed vil den samfunnsøkonomiske lønnsomheten ved å frambringe et nytt og bedre produkt ofte være større enn den privatøkonomiske lønnsomheten. Selv om det er effekter som også trekker i motsatt retning, tyder forskningen på at det samfunnsøkonomiske overskuddet ved forskning og utvikling (FoU) gjennomgående er større enn det privatøkonomiske.

Det er derfor gode grunner til at det offentlige skal gripe inn med politikk og korrigere for eksternalitetene ved investeringer i FoU. Det gjøres da også i høy grad både i Norge og i andre land. Miljøpolitikken, energipolitikken, avgiftspolitikken, utdanningspolitikken og politikken for å stimulere FoU i næringslivet ivaretar således en lang rekke av eksternalitetene ved forurensninger og i FoU-prosesser.

Offentlig ressursbruk på FoU finansieres hovedsak ved skatter. Når myndighetene vurderer nytten ved offentlig støtte til FoU i forhold til kostnadene, må man ta hensyn til effektivitetstapet som følger av økte skatter. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved offentlig ressursbruk er dermed noe høyere enn de beløp som kan leses ut av de offentlige budsjettene².

Problemstillinger

Den overordnede problemstillingen i rapporten er hvordan tiltak for å stimulere nye, miljøvennlige transportteknologier bør vurderes i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Problemstillingen besvares gjennom å drøfte blant annet følgende spørsmål:

- Hvilke eksternaliteter er til stede i innovasjonsprosesser? Hvor godt ivaretar markedet samfunnsøkonomiske hensyn og hvor mye bør det offentlige gripe inn? Drøftingen baseres dels på teoretiske vurderinger og dels fra resultater fra empirisk forskning.
- Hvilke eksternaliteter er til stede i miljøpolitikken? Hvilke er ivaretatt og hvilke er ikke ivaretatt gjennom miljøpolitikken? Hvor godt klarer markedet selv å gi gode incentiver til innovasjon i miljøvennlig FoU?
- Er det viktige eksternaliteter i utviklingen av miljøvennlig transportteknologi som er mangelfullt ivaretatt i dag?
- Gitt at det er ønskelig å stimulere FoU, hvordan skal man mest hensiktsmessig gjøre det?

Innholdet i rapporten

Kapittel 2 drøfter teori og relevant empiri om hvor godt markedet ivaretar samfunnsøkonomiske hensyn i innovasjonspolitikken, og hvilke eksternaliteter som er til stede.

Kapittel 3 drøfter miljøeffektene ved transport og hvorvidt disse effektene er ivaretatt i eksisterende virkemiddelbruk.

Kapittel 4 drøfter hvordan vi mener det offentlige bør vurdere ulike spørsmål knyttet til innovasjon og utvikling av miljøvennlige transportteknologier.

Kapittel 5 drøfter generelt samfunnsøkonomiske perspektiver på noen utvalgte virkemidler.

² Et vanlig anslag er et skattetap på 20 %, slik at de regnskapsmessige utgiftene multipliseres med 1,20 for å beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene ved offentlig ressursbruk.

2 Marked og innovasjon

2.1 Teorier om marked og innovasjon

Det fins en rekke teorier som beskriver og forklarer utvikling og bruk av ny teknologi. Det kan skilles mellom to hovedstrømmer av tilnærminger til oppfinnelser og innovasjon, en *tradisjonell økonomisk* (nyklassisk) tilnærming og en *evolusjonær* tilnærming. Vi legger størst vekt på den økonomiske tilnærmingen³.

Fellestrekket ved nyklassiske tilnærminger er at bedrifter og enkeltpersoner som innoverer, gjennomfører forskning og utvikling (FoU) som en "ordinær" aktivitet som har høyest mulig overskudd som mål.

I *den evolusjonære tilnærmingen* er innovasjon mye mer en tilfeldig prosess; den store usikkerheten ved utfallet av FoU-aktiviteter gjør det vanskelig for bedrifter å optimalisere beslutningene om FoU. Istedenfor å være profittmaksimerende, anses bedriftene å bruke tommelfingerregler og rutiner for å bestemme hvor mye de skal bruke på FoU. Teoriretningen er ikke så velutviklet at man kan foreta noen formell velferdsvurdering av tiltak for å stimulere til økonomisk vekst.

2.1.1 Nyklassiske tilnærminger til innovasjon

Enkle makroøkonomiske vekstmodeller (Solow) har forklart økonomisk vekst med teknologisk framgang, men selv ikke forklart den teknologiske framgangen. Slike modeller er derfor lite interessante for problemstillingen i denne rapporten.

Markedsledet innovasjon

Tanken om at FoU-investeringer er en del av en profittmaksimerende bedrifts handlingsparametere har en lang historie innenfor tradisjonell økonomisk analyse (nyklassisk økonomi). Hypotesen om markedsledet innovasjon⁴ innebærer at både endringer i relative priser på produksjonsfaktorer og kvantitative reguleringer (f. eks. av utslipp) er en viktig spore til innovasjon. Markedet øver et generelt innovasjonspress på bedriftene, og endringer i relative priser eller reguleringer på

³ Framstillingen nedenfor bygger i betydelig grad på Hervikutvalget (NOU 2000:7), Jaffe m fl (2003), IPCC (2001), Cappelen m. fl. (2004) og Hervik (2004), samt Forskningsmeldingen (St. meld 20, 2004-2005).

⁴ Det engelske begrepet, som det ikke finnes noen god norsk betegnelse for, er Induced Innovation. Det ble først brukt av den engelske økonomen Hicks på 1930-tallet.

enkelte felt påvirker *retningen* på den teknologiske utviklingen. For eksempel anses høyere lønninger å ha vært en sentral kilde til utviklingen av arbeidsbesparende teknologiske framskritt. Et annet eksempel på markedsledet (i dette tilfellet via reguleringer) innovasjon er at innføring av strenge framtidige krav til drivstoffeffektivitet på 1970-tallet trolig bidro til å akselerere forbedringen i brenselseffektiviteten i USA fram til midten av 1980-tallet (Jaffe, m.fl., 2003).

FoU skiller seg imidlertid mye fra andre produksjonsfaktorer. Usikkerheten er for det første langt høyere enn for andre aktiviteter. I tillegg er finner man i empiriske analyser av FoU at sannsynlighetsfordelingen for utfallene av FoU-aktivitetene er svært skjev, sammenlignet med sannsynlighetsfordelingen til utfallene av ordinære investeringer. Det vil si at det er en lav sannsynlighet for at en konkret investering fører til positivt resultat, men dersom den gjør det, blir utbyttet ofte svært høyt. Usikkerhetens størrelse og form gjør det trolig vanskeligere for bedriftene å optimalisere FoU-aktiviteter enn å optimalisere andre investeringer.

Kunnskapslekkasjer

I litteraturen om innovasjon anses den viktigste markedssvikten å være at bedriften som investerer i ny kunnskap ikke selv får det fulle utbyttet av investeringen. Gevinstene "lekker" til konkurrerende bedrifter, til kunder, leverandører eller til konsumentene i form av billigere og bedre produkter. Det er med andre ord en eksternalitet i frambringelsen av ny kunnskap - kunnskapslekkasje.

Kunnskapslekkasjen skjer via en rekke kanaler. Kunnskap vil for eksempel sive ut av bedriften som gjennomfører FoU-prosjektet til andre bedrifter gjennom mobilitet i arbeidsmarkedet, via omtale i media eller på ulike uformelle måter. Slik lekkasje kan kalles "rene" eksternaliteter. Eksternaliteter kan også finne sted gjennom markedet – "pekuniære eksternaliteter". En bedrift som har utviklet en billigere produksjonsprosess enn konkurrentenes, kan sette ned prisen for å selge mer. Da vil bedriftens kunder få del i den økonomiske verdien av den nye prosessen i form av lavere innkjøpspriser. Disse argumentene trekker i retning av at privatøkonomisk lønnsomhet er mindre enn samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Det er imidlertid også tenkelig at den bedriftsøkonomiske gevinsten ved en innovasjon kan bli større enn den samfunnsøkonomiske, dersom bedriften som innoverer, overtar store deler av markedet fra andre bedrifter. Da vil reduksjonen i overskuddet hos konkurrentene måtte komme til fradrag fra økningen i overskuddet hos den innoverende bedriften, for å komme fram til den samfunnsøkonomiske gevinsten av innovasjonen. Empiriske analyser tyder på at denne effekten er av mindre størrelsesorden enn effektene som trekker i retning av at privatøkonomisk lønnsomhet er mindre enn samfunnsøkonomisk lønnsomhet⁵.

Særlige finansieringsproblem ved FoU-investeringer

Bedrifter vil ofte finne det vanskeligere å finansiere FoU-investeringer enn investeringer i kapitalutstyr eller bygninger. Kombinasjonen av stor usikkerhet om utfallet av investeringen, samt det forhold at den som skal foreta FoU-

⁵ Se f. eks. Cappelen m. fl.. (2004.).

investeringen har langt bedre kjennskap til prosjektet og mulighetene for å lykkes enn en ekstern finansiør, gjør det vanskelig for eksterne å kredittvurdere prosjektet. Sannsynligheten for at en ekstern finansiør vil finansiere et FoU-prosjekt reduseres ytterligere som følge av at investeringen ikke gir grunnlag for pant, slik som i de fleste andre investeringsprosjekter. Informasjonsasymmetri kombinert med manglende pantbarhet er en form for markedssvikt som gjør at FoU-prosjekter får for liten privat finansiering og bidrar til at det gjennomføres for få forskningsprosjekter.

Lovregulert rettighetsbeskyttelse

Hemmelighold og juridiske ordninger som patenter og opphavsrettigheter bidrar til å sikre at verdien av en ny prosess eller nytt produkt beholdes i en viss periode av den som står for utviklingskostnadene. Det reduserer eksternalitetene, og øker sannsynligheten for at FoU-prosjekter blir realisert. Patenter og andre rettighetsbeskyttelser er imidlertid langt fra noe perfekt virkemiddel.

2.1.2 Nyere vekstteori

Økonomisk analyse av den typen vi har beskrevet over legger vekt på at FoU er kjennetegnet ved markedssvikt som følge av informasjonsasymmetrier og kunnskapslekkasjer. Nyere vekstteori legger i tillegg vekt på at investeringer bygger på hverandre (de er komplementære). Det gir opphav til ytterligere markedssvikt.

Generelle teknologier

For eksempel kan FoU på ett sted i økonomien gi opphav til *kjeder av investeringer* oppstrøms eller nedstrøms, eller investeringer i andre sektorer enn den sektoren der den opprinnelige investeringen ble gjort i. Oppfinnelser eller nye produkter kan være komplementære med eksisterende produkter og teknologier, og dermed øke verdien av disse, slik forholdet kan være mellom ny programvare og eksisterende datamaskiner.

Et skille gjøres ofte mellom generelle teknologier og andre teknologier. Generelle teknologier⁶ er teknologier som kan anvendes i mange sektorer og i mange prosesser, og andre teknologier. Generelle teknologier anses i særlig grad å gi opphav til teknologiske komplementariteter. Investeringer i FoU innenfor en "General Purpose Teknologi" ett sted i økonomien vil kunne ha stor betydning for avkastning av FoU innenfor denne teknologien et annet sted (hos en kunde, hos en leverandør, hos en bedrift i en annen sektor) som følge av teknologiske komplementariteter.

Teknologiske komplementariteter av denne typen gir opphav til eksterne effekter, som markedsaktørene vanskelig klarer å ta hensyn til. Hadde aktørene kunnet koordinere sin FoU-innsats kunne problemet vært løst ved at aktørene samarbeidet og samordnet sine aktiviteter. Slikt samarbeid, som til dels ville måtte foregå på globalt nivå, er meget vanskelig å få til. IKT anses gjerne som det mest typiske

⁶ I engelskspråklig litteratur brukes begrepet "General Purpose Technology", jf. Breshanan og Trajtenberg (1995).

eksemplet på en generell teknologi med stort potensial for teknologiske komplementariteter.

Radikale og inkrementelle innovasjoner

Et annet skille som gjøres i litteraturen er mellom radikale og inkrementelle innovasjoner. Radikale innovasjoner er basert på grunnleggende teknologiske gjennombrudd, ofte basert på avansert forskning. Inkrementelle innovasjoner er forbedringer innenfor rammen av en eksisterende teknologi. Forbrenningsmotoren, elektrisiteten og eventuelt hydrogendrevne kjøretøy er eksempler på *radikale innovasjoner*.

Inkrementelle innovasjoner er oftere basert på erfaringsbasert kunnskap. Trolig er usikkerheten ved hvorvidt FoU for å oppnå inkrementelle innovasjoner vesentlig mindre enn usikkerheten ved FoU som har til formål å oppnå radikale innovasjoner. Den ekstraordinært store usikkerheten mellom sammenhengen mellom ressursbruk og radikale innovasjoner vil kunne gjøre at profittmaksimerende bedrifter gjennomfører mindre av denne typen FoU enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt.

Tilbakekoplingsmekanismer

Innovasjoner med omfattende teknologiske komplementariteter vil lett være kjennetegnet av såkalte dynamiske feed-back-sammenhenger (tilbakekoplinger). Slike sammenhenger er kjennetegnet ved at FoU for å utvikle en generell teknologi kan øke avkastningen av FoU for å utvikle bedre teknologier der den generelle teknologien anvendes. Dette vil i sin tur øke avkastningen av FoU i den generelle teknologien. Siden denne prosessen tar tid, er tilbakekoplingen dynamisk.

2.1.3 Innovasjonssystemet

Innovasjonsprosesser studeres av forskere fra mange fag med andre perspektiv og begreper enn økonomenes. I disse tilnærmingene beskrives innovasjonsprosessene mer i detalj, og en bruker andre ord enn økonomene gjør. Det er imidlertid de samme fenomenene som analyseres.

Det tradisjonelle synet på innovasjon helt fram til 1960-tallet, var at nye teknologier framkom ved at man først brukte ressurser på grunnforskning, og at oppfinnelsene (invention) deretter ble demonstrert og videreutviklet (demonstration and development), hvorefter de til slutt ble tatt i bruk av forbrukere og bedrifter (deployment). Dette er det lineære synet på innovasjon.

Nyere innovasjonsteori legger stor vekt på at *innovasjon skjer i et system* og at innovasjon ikke er en lineær prosess. Isteden anses innovasjonsprosessen å være kjennetegnet ved mange tilbakekoplingsmekanismer. For eksempel kan "krevende kunder" som har behov for nye løsninger være en sentral drivkraft bak innovasjon. Innovasjon skjer i en prosess med samarbeidsforhold og samhandling mellom leverandører, kunder, forskningsinstitusjoner og offentlige myndigheter.

Synet på innovasjon som noe som skjer i et system står ikke nødvendigvis i motsetning til den beskrivelsen av innovasjonsprosesser vi finner innenfor nyere økonomisk vekstteori, hvor informasjonseksernaliteter, skalaeksternaliteter og

kunnskapsspredning står sentralt. Tvert i mot gir denne teorien begreper som kan benyttes til å beskrive og analysere samhandlingen mellom aktørene innenfor et innovasjonssystem.

Innovasjonssystemet kan ses på som nasjonalt, regionalt eller globalt. Forsknings-tunge bedrifter har gjerne samarbeidsrelasjoner med aktører andre steder i landet, og også ofte i andre land. Bedriften deltar i et *internasjonalt innovasjonssystem*. Der innovasjonsprosessene er mindre forskningsbaserte og mer erfaringsbaserte, vil ofte en regional avgrensning av innovasjonssystemet være naturlig (regionalt innovasjonssystem).

Innovasjonssystemet er definert ved at samhandlingen mellom bedrifter i systemet er langt mer omfattende og tett enn samhandlingen med bedrifter utenfor systemet. I et innovasjonssystem eller en næringsklynge (begrepe brukes ofte på samme fenomen) vil eksternalitetene være særlig store. Økt FoU i en bedrift i et innovasjonssystem kan ha større effekter på andre bedrifter enn ved økt FoU i en bedrift som ikke var med i et innovasjonssystem og samhandlet tett med andre aktører. Å stimulere FoU i eksisterende næringsklynger og innovasjonssystemer kan derfor antas å ha store effekter på andre bedrifter. Dette er begrunnelsen som Hervik (2004) gir for at det er fordelaktig å rette FoU-støtte mot eksisterende næringsklynger. På den andre siden er innovasjonssystemer kjennetegnet ved tett samhandling og ved at aktørene ivaretar (internaliserer) i hvert fall deler av eksternalitetene ved utvikling av ny kunnskap og teknologi. Dette tilsier at det er mindre grunn til å rette offentlige tiltak for å stimulere til FoU i eksisterende næringsklynger enn i andre bedrifter.

2.1.4 Teknologiske utviklingsbaner og sporavhengighet

Suksess eller fiasko for nye teknologier avhenger i siste instans av om noen vil bruke dem. Vi går i det følgende nærmere inn på forbrukeres og bedrifters atferd når de skal velge mellom ulike teknologier, samt på sammenhengen mellom innovasjon og bruk av nye teknologier.

Spredning av nye teknologier

Erfaringsmessig har spredningen av nye teknologier fulgt en "S-form". Først er det bare noen få som anskaffer det nye produktet, og økningen i markedsandel skjer svært langsomt den første tiden. Etter hvert vokser markedsandelen raskt, før veksten igjen avtar. Det er to hovedtyper begrunnelser for denne kurven.

For det første er *forbrukerne heterogene*; det nye produktet passer bedre for noen enn for andre. For det andre tar det tid før *informasjonen* om det nye produktet spres til forbrukerne. Et element i den siste teorien er at forbrukerne henter informasjon om produktet (pris, kvalitet, at det holder hva det lover), fra andre forbrukere. I den grad det siste er tilfellet, er det til stede en *informasjons-eksternalitet* ved anskaffelse av produktet: Når en forbruker kjøper produktet, sender han eller hun samtidig ut en melding til andre forbrukere, slik at de blir bedre informert. Denne gevinsten tar den første forbrukeren ikke hensyn til.

Læring og dynamiske stordriftsfordeler

Det er altså markedssvikt både i FoU-fasen og i anskaffelsesfasen. Erfaringsmessig er størrelsen på markedet bestemmende for FoU-nivået, slik at økende

bruk av et nytt produkt gir incentiv til økt FoU-bedriften. For mange nye produkter har man observert at enhetskostnadene faller selv om det ikke brukes mer ny teknologi eller at produksjonsvolumet øker. Bedriften blir bare flinkere som følge av læring – ”Learning by doing”. Hvis der er ”Learning by doing” i produksjonen, vil kvaliteten øke og kostnadene falle. Det vil selvsagt også være ”vanlig” tiltakende utbytte ved at større skala gir lavere enhetskostnader, selv uten ny teknologi.

Nettverkseksternaliteter

I tillegg kan det være ”Increasing returns to adoption” i form av nettverkseksternaliteter. Nettverkseksternaliteter oppstår hvis produktet er mer verdt for en enkelt bruker desto flere andre som også bruker teknologien. Denne eksternaliteten er forskjellig fra den informasjonseksternaliteten som er knyttet til ”adoption”, som vi beskrev foran. Eksempel på en nettverkseksternalitet er at nytten for en person ved å ha telefaksmaskin er større desto flere andre som også har en slik maskin.

Sporavhengighet og innelåsning

Med læring og stordriftsfordeler både på tilbudssiden og på etterspørselssiden, kan tilfeldigheter eller små kostnadsforskjeller på tidlige stadier kunne drive den teknologiske utviklingen i helt ulike retninger. Når de dynamiske og selvforsterkede prosessene har fått virke en stund, kan det vise seg å bli svært kostnadskrevende å skifte til en alternativ teknologisk bane. En slik utviklingsprosess kalles ofte ”sporavhengighet”⁷. Som følge av de positive dynamiske koplingene mellom FoU i den generelle teknologien og FoU i anvendelsene, fortsetter utviklingen i denne retningen i noen grad ”av seg selv”. Jo lenger økonomien beveger seg i det sporet som er valgt, desto vanskeligere blir det å ”bytte” til en alternativ teknologisk utviklingsbane. Man er ”låst” inne i en bestemt teknologi (innelåsning eller ”lock-in”).

En slik utvikling er ikke problematisk dersom denne innelåsningen faktisk gir de laveste samfunnsøkonomiske kostnadene; da kan man jo utnytte alle positive tilbakekoplinger og dynamiske stordriftsfordeler langs dette sporet. Men den kan også være problematisk dersom det i utgangspunktet hadde vært bedre å velge en annen teknologisk bane. Dette vet man selvsagt først i ettertid.

Tiltakende utbytte, læring, dynamiske stordriftsfordeler og teknologiske komplementariteter er markedssvikt, men det åpne spørsmålet er om det offentlige kan gjøre noe mer for å eliminere disse kildene til markedssvikt enn de private markedsaktørene selv kan gjøre. Mangelen på informasjon om den framtidige teknologiske utviklingen er jo genuin og ikke først og fremst noe som kjennetegner private aktører.

En rolle for det offentlige kan være å hindre markedet i å gjøre irreversible forpliktelser før tilstrekkelig informasjon er til stede om implikasjonene av tidlige beslutninger. Et argument i favør av en slik rolle for det offentlige kan ligge i at de selskapene som besitter teknologiene kan bli for ”ensporet” i sine vurderinger

⁷ Den engelske betegnelsen er ”path dependence”. Det oversettes noen ganger til norsk med ”stiavhengighet”.

og ikke ser alle alternative teknologivalg godt nok. Sporbarhet og manglende informasjon om hvilke teknologier som vil bli best på lang sikt, kan også tilsi at offentlig FoU-støtte bør oppmuntre til utvikling av alternative teknologier i en tidlig fase.

Er nettverkseffekter et argument for offentlige inngrep? Erfaringsmessig vil til slutt én standard dominere i nettverksmarkeder (video, tastatur til skrivemaskin og PC). Myndighetenes mulighet til å være både bedrifts- og sektorovergripende gjør at det offentlige kan være bedre enn private til å ta på seg koordineringsoppgaver, men global koordinering kan lett bli for krevende også for overstatlige myndigheter. Roten til problemet mht teknologiutvikling i nettverksmarkeder er at det er vanskelig å gjennomføre en kollektivt kordinert beslutningsprosess. En måte å adressere dette på er gjennom nasjonale eller internasjonale *standards*. Dette kan bidra til å unngå for stor treghet i spredning av ny teknologi, men (for) tidlige standarder kan gå på bekostning av mangfold og i seg selv bidra til uheldige teknologiske utviklingsbaner. I svært mange tilfeller forutsetter standarder vedtak på (nasjonalt eller mellomstatlig) myndighetsnivå.

2.1.5 Oppsummerende merknader

En konklusjon er at det er store eksternaliteter som rettferdiggjør støtte til FoU generelt. Dersom man har regulert miljøproblemene best mulig, hensyn tatt til måleproblemer og reguleringskostnader, har man trolig internalisert hoveddelen av miljøkostnadene. Dermed skulle det ikke være spesielle grunner til å støtte FoU innenfor verken miljøvennlig transportteknologi eller annen miljøteknologi særskilt utover den generelle støtten til FoU i Norge.

I tillegg kommer det forhold at selv om det er en rekke eksternaliteter i FoU-prosesser, er det mange måter markedet selv kan eliminere eller i hvert fall redusere betydningen av disse på, og som ikke nødvendigvis trenger involvere det offentlige. Det offentlige har en velbegrunnet rolle samfunnsøkonomisk sett ved å støtte alternative teknologier i tidlige faser for å hindre uønsket sporavhengighet og innelåsing i teknologier som i ettertid kan vise seg lite heldige.

2.2 Forskning om FoU og verdiskaping

Generelt

Både i Norge og i andre land er det gjennomført mye forskning om FoU og verdiskaping. Mye av forskningen har dreiet seg om å estimere avkastningen av FoU, kort referert til i forrige avsnitt i dette kapitlet. Det finnes også en rekke studier som påviser en klar sammenheng mellom ren grunnforskning og industriell utvikling, jf. Hægeland og Møen (2000). Nyere studier peker i retning av at sammenhengen mellom grunnforskning og verdiskaping i næringslivet har økt de senere årene. Grunnforskning har klart karakter av å være et kollektivt gode, noe som er en viktig grunn til at private bedrifter i liten grad engasjerer seg i slik forskning.

I nyere litteratur er det en økende tendens til å se FoU-investeringer som en grunnlagsinvestering, som et middel til å hevde seg i den generelle konkurransen i markedet. Dette perspektivet kan anlegges både på bedrifter og på land. Selv om det er store kunnskapslekkasjer slik at resultater av FoU i en bedrift kan utnyttes

av andre bedrifter, er ikke denne sekundære utnyttelsen gratis. For raskt å kunne utnytte oppfinnelser gjort av andre, trenger bedriften forskningskompetanse for å vurdere om andres forskning kan utnyttes, og også for å kunne utnytte resultatene raskt. I så fall blir FoU i næringslivet en type grunnlagsinvestering for å kunne utnytte innovasjoner som måtte dukke opp, og som utvikles av andre. Godø m. fl. (2003) anser store norske selskaper (Statoil, Hydro, andre) satsing på FoU innenfor brenselcelle- og hydrogenrelatert teknologi på 1990-tallet i noen grad som motivert fra denne typen hensyn⁸.

Næringsklynger anses å inneholde mye kunnskapsflyt og kunde-leverandørforhold som gir opphav til positive eksternaliteter i innovasjonsprosesser. Siden eksternalitetene er særlig sterke i klynger, gir det å stimulere til mer FoU i næringsklynger potensial for større samfunnsøkonomisk gevinst om man stimulerte FoU i bedrifter som ikke var med i klynger eller nettverk. Hervik (2004) bruker dette som argument for at det offentlige bør stimulere FoU i eksisterende klynger. Men som nevnt, det forhold at mange eksternaliteter er tatt hensyn til av markedsaktørene selv i større grad i klynger enn mellom andre bedrifter, er et argument for at man særlig bør stimulere bedrifter som ikke er med i klynger.

Mye nyskaping skjer i form av oppstartvirksomheter. Å konsentrere FoU-stimulans til klynger, kan derfor lett bli konserverende. En fornuftig politikk må balansere hensynet til å stimulere eksisterende næringsliv og å stimulere til at nytt næringsliv erstatter det eksisterende.

For små land som Norge finner man i empiriske analyser at det aller meste av veksten i verdiskapingen forklares av FoU utført i andre land. Motsatt kan mye av gevinsten av FoU i et lite land tilfalle andre land. Disse forholdene gir likevel ikke gode argumenter for at Norge ikke skal drive FoU og isteden vente på at andre land skal gjennomføre forskningen. Igjen trenger et lite land FoU for å kunne utnytte resultater gjort i andre land.

Ofte viser det seg at det ofte er uintenderte effekter som avgjør. Dette tilsier at offentlige programmer bør være brede, slik at ulike teknologiske alternativ kan konkurrere mot hverandre.

2.3 Oppsummerende merknader

De betydelige eksternalitetene innenfor kunnskaps- og teknologiutvikling er i utgangspunktet gode begrunnelser for offentlig støtte til FOU og innovasjon. Kildene til markedssvikt som gir denne konklusjonen, gjør det imidlertid også vanskelig å gjennomføre en effektiv virkemiddelbruk. Eksempelvis er informasjonssvikt og aktørenes incentiver til å ikke gi korrekt informasjon ofte like problematiske fra et offentlig styringssynspunkt som for markedets evne til å realisere samfunnsøkonomisk gode løsninger. I mange tilfeller er det likevel gode grunner til å tro at offentlige tiltak vil gi bedre resultater enn et uregulert marked, men forskningen på feltet har til nå gitt få eller ingen kvantitative anslag på størrelsen på eksternalitetene som på noen enkel måte gir grunnlag for utformingen av politikken.

⁸ Denne satsingen kan også i noen grad være skattemotivert, jf. kap. 4.

3 Miljøeffekter og nye teknologier

I dette kapitlet drøfter vi på generelt grunnlag forholdet mellom teknologisk utvikling og miljøulempere, samt drivkrefter og politikk overfor den teknologiske utviklingen på kjøretøymrådet. Stoffet danner et bakteppe for drøftingen av virkemidler i kapittel 4 og 5.

3.1 Miljøulempere ved transport

De viktigste miljøulempene fra transport kommer fra luftforurensning, støy, ulykker, køkostnader og veislitasje⁹.

Utslippene til luft har for mange komponenter gått ned de siste årene, men klimagassutslippene har økt sterkt. Samlet sto transportformål for 36 prosent av de samlede norske CO₂-utslippene i 2003. Veitransport og annen mobil forbrenning sto for knapt 25 prosent, innenriks sjøfart for 9 prosent, mens innenriks luftfart sto for drøyt 2 prosent av CO₂-utslippene¹⁰. Størstedelen av luftutslippene skjer under selve forbrenningen, men der kjøretøy benytter annen energi enn fossile brensler (f.eks. elektrisitet), må man ta hensyn til utslipp i andre sektorer, særlig i kraftsektoren, som direkte kan henføres til transportarbeidet.

Transportsektoren bidrar også til regional luftforurensning gjennom utslipp av nitrogenoksider og svovel. Utslippene av NO_x har avtatt, bl. a. som følge av strengere avgasskrav. Lokale forurensningsproblemer skyldes i hovedsak svevestøv og nitrogendioksid (smog). Utslippene gir økt risiko for helseskader. Vedfyring og piggdekkbruk er viktige kilder for svevestøv. Utslipp fra motorer er viktige kilder til NO₂-utslipp. Veitrafikken er den største kilden til støyproblemer, og det er beregnet at i overkant av 300.000 personer er sterkt plaget av støy fra veitrafikk. For lette biler er motorstøy dominerende i lave hastigheter, for øvrig er dekkstøyen dominerende, og det er variasjoner i støy mellom dekktyper og bilfabrikat. Veiunderlaget spiller også en rolle.

⁹ Mye av stoffet er basert på Finansdepartementet (2003).

¹⁰ <http://www.ssb.no/klimagassn/arkiv/tab-2005-02-09-03.html>

3.2 Teknologi og miljø

Uansett offentlig virkemiddelbruk skjer det en løpende teknologisk framgang. Deler av denne kan kanskje ses som ganske tilfeldig, mens andre framskritt er et resultat av målrettede satsinger, jf drøftingen foran om markedsdrevet innovasjon. Virkningen av ny teknologi på miljøet er tvetydig. Ny teknologi bidrar for det første til økte inntekter, noe som gjør det mulig å kjøpe mer varer og tjenester, også varer og tjenester som forurenser. Ny teknologi gir på den andre siden mulighet til å produsere mer med mindre ressursinnsats, herunder mindre utslipp eller andre miljølemper. Det er derfor ikke alltid åpenbart om en teknologisk nyvinning er til fordel for miljøet eller til ulempe for miljøet. Dette gjelder spesielt nye teknologier som kan anvendes i mange sammenhenger, som det er vanskelig å ha oversikt over når forskningen gjennomføres.

Den teknologiske utviklingen på kjøretøyområdet skjer i landene med de store bilfabrikkene, nemlig store EU-land, USA og Japan. I alle disse områdene har myndighetene, på ulike måter og med ulike motiver, forsøkt å stimulere til teknologiske nyvinninger på transportområdet som potensielt var viktige for miljøet.

Innenfor transportområdet har man i USA siden 1970-tallet søkt å stimulere til mer drivstoffeffektive kjøretøy gjennom *reguleringer*¹¹, kanskje som et "nestbestiltak" siden man der ikke som i Europa har hatt høye drivstoff- og CO₂-avgifter. Erfaringene er at reguleringene virket fram til tidlig på 1990-tallet, men at de deretter ikke har virket særlig godt. Hovedgrunnen er at forbrukerne har vridd bilkjøpene i retning av biler med sterkere motorer og større vekt. Dette har motvirket de intenderte effektene av reguleringene.

California har vært en foregangsstat i offentlige reguleringer for å fremme nye kjøretøyteknologier. Myndighetene der vedtok i 1990 at 2 prosent av kjøretøyene skulle være utslippsfrie innen 1998, og at denne andelen skulle øke til 10 prosent i 2003. Batterielektriske biler og hydrogenbaserte biler basert på brenselceller var de aktuelle nullutslippsteknologiene, der det batterielektriske alternativet hadde klart lavest kostnader av de to. Erfaringene har imidlertid ikke vært særlig gode, og etter flere års tautrekking mellom bilindustrien og myndighetene, er nå de opprinnelige målsettingene forlatt. Det viste seg for det første at den teknologiske utviklingen av batterielektriske biler gikk langt dårligere enn forutsatt. Samtidig gav utviklingen av hybridbiler, som imidlertid gir en del utslipp, lovende resultater. Bilindustrien brukte store ressurser på lobbyvirksomhet og på å argumentere for at reguleringene burde endres. Til slutt ble de offentlige reguleringene endret slik at hybridbiler også ble inkludert i de miljøvennlige bilene det var satt krav til markedsandelen for.

Den rådende oppfatningen blant bilfabrikantene synes nå å være at batterielektriske biler ikke lenger anses som en særlig lovende teknologi. På kort sikt har hybridbilen (bensin/diesel kombinert med batterier) blitt en suksess, og det globale salget av hybridbiler er nå så stort at den største leverandøren (Toyota) har

¹¹ Dette er de såkalte "CAFE"-reguleringene (Corporate average fuel economy). Bilfabrikantene tilpasset seg dem i hovedsak ved å endre kjøretøyutforming, vekt osv, men i liten grad gjennom mer brensel effektive motorer.

problemer med å dekke etterspørselen. På lengre sikt synes den teknologiske optimismen nå å være knyttet til hydrogen (brenselcelle)-elektriske kjøretøy, men her er teknologiene kommet svært kort, og det er høyst usikkert om man klarer å løse store gjenværende problemer ved å lagre og distribuere hydrogen. I denne sammenheng er det viktig å ta hensyn til at dersom man ikke løser problemet knyttet til utslipp av CO₂ ved produksjon av hydrogen og elektrisitet, er verken hydrogen- eller batterielektriske biler særlig klimavennlige.

I europeiske land og Japan har man hatt frivillige avtaler mellom myndighetene og bilprodusentene for å bidra til utvikling av nye kjøretøyteknologier, bl. a. elbiler og hybridbiler. Bruk av biobrensel (blandes med bensin og diesel), som ikke gir noe nettobidrag av CO₂ ved forbrenning, er også et miljøtiltak som kan gi reduserte CO₂-utslipp fra transportsektoren. Brasil har i denne forbindelse omfattende produksjon og bruk av biobrensel, og innenfor EU vurderes produksjon og bruk av biobrensel til transportformål som et utslippsreduserende tiltak.

3.3 Miljøeffekter og kjøretøyteknologier

I debatten om miljøeffekter ved ulike teknologivalg, er det ofte ikke klart om man bare regner med de direkte utslippene fra kjøringen (f. eks. at en bensinbil slipper ut CO₂ fra forbrenningen), eller om man tar hensyn til at det er utslipp forbundet med produksjonen av bilens drivstoff (for eksempel at selv om det ikke er utslipp fra en elbil, skjer det utslipp dersom den nødvendige elektrisiteten produseres med fossilt brensel). For bensin- og dieselmotorer er den dominerende andelen av utslippene knyttet til selve forbrenningen i kjøretøyet, mens utslipp tidligere i produksjonskjeden (utvinning, raffinering) spiller mindre rolle. For kjøretøy som benytter andre energibærere som hydrogen eller elektrisitet, stiller saken seg annerledes. Da skjer det utslipp lenger oppe i energikjeden som har sitt opphav i transportsektoren.

Ved sammenligninger av ulike energikilder eller energiteknologier beregnes ofte utslippene over hele energiens livsløp, fra utvinning, via eventuell energiomforming til bruken i kjøretøyet. Fra et miljøperspektiv er det utslippene som er det sentrale. Det betyr at utslippsintensiteter (f. eks. kilo CO₂ per kilometer) som er den interessante indikatoren, og ikke energiintensiteter (kWh per kilometer) siden miljøeffektene per kWh jo kan variere sterkt med type energibærer.

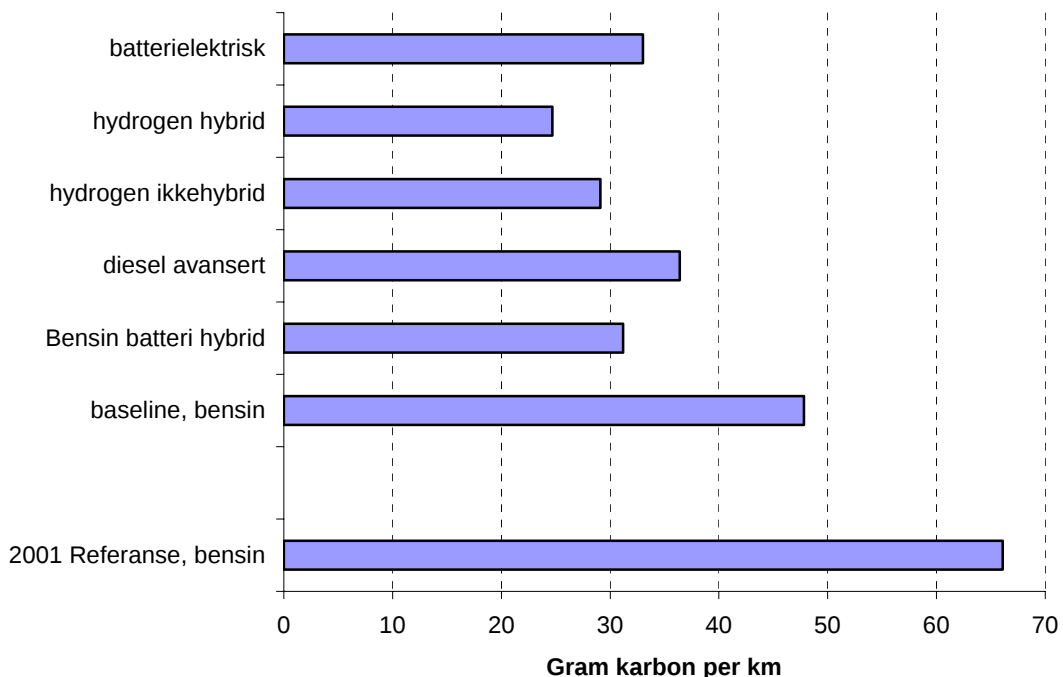
Vi redegjør nedenfor for hvordan framtidige utslipp ved ulike teknologiske alternativ ser ut i dag, basert på den historiske utviklingen i slike teknologier. Vi baserer framstillingen på amerikanske studier¹² (Weiss m. fl. 2003 og Weiss m. fl. 2000).

Disse studiene er basert på detaljerte teknologivurderinger og antatte, men svært usikre, utviklinger i disse i USA fram til 2020. Markedsandelene fram til 2020 for de ulike teknologiene er anslått ved å ta hensyn til sannsynlige endringer i kjøretøyvekt, aerodynamikk og motoregenskaper, samt antatt kostnadsutvikling.

¹² I Norge har SINTEF (2002) beregnet energibruk og utslipp for ulike energialternativer med fokus på hydrogen. Vi har valgt å ikke benytte denne studien fordi flere relevante transportteknologier ikke er inkludert.

Utgangspunkter er amerikanske forhold, med de egenskaper ved kjøretøyparken, bensinpriser og reisevaner som forventes framover. Det antas ikke sterke politikk-inngrep i transport- og energimarkedet utover dagens nivå. Likevel vil det høyst sannsynlig skje en betydelig teknologisk framgang i alle teknologiene. Resultatene må tolkes med bakgrunn i at fossile brensler, særlig kull, er forutsatt også i framtiden å veie tungt i den amerikanske kraftsektoren. Dette kan medføre at livsløpsutslippene i hydrogen- og batterielektriske alternativer blir noe høyere enn de ville vært i et gassbasert kraftsystem slik vi på marginen synes å ha i Nord-Europa.

Figur 3.1 *Beregnete utslipp av klimagasser i 2020 ved bruk av ulike transportteknologier. Gram karbon per kilometer*



Kilde: Weiss m. fl.(2003) og Weiss m. fl. (2000). Tallene omfatter også metanutslipp omregnet til karbonekvivalenter. Resultatene er basert på amerikanske forhold.

Hovedkonklusjonen synes å være at ingen av de alternative teknologiene peker seg ut som sannsynlige vinnere, med basis i utslipp av klimagasser. Det er, og vil trolig fortsatt bli, store kostnadsforskjeller mellom alternativene (framgår ikke av figuren). Hybridbiler drevet med bensin koster i dag ikke svært mye mer enn tradisjonelle biler, mens brenselceller basert på hydrogen er langt, langt dyrere, og har også vesentlige tekniske problemer i dag, som det ikke er sikkert blir løst innenfor beregningshorisonten.

Batterielektriske eller hydrogen-elektriske biler kan først gi løsning på klimagassutslippene på global basis den dag energien som kreves for å produsere elektrisitet eller hydrogen kommer fra kilder som ikke gir utslipp av klimagasser. I dag synes bare kjernekraft og avansert solcelleteknologi (som vi i dag knapt ser konturene av), aktuelle. Kraft- eller hydrogenproduksjon med CO₂-håndtering er et teknologisk alternativ. CO₂-håndtering innebærer at CO₂ skilles ut før, under eller etter oppstrøms prosessering, og pumpes tilbake i jordskorpen. Det knytter seg

stor usikkerhet til den fysiske gjennomførbarheten av dette (lekkasje, mm) og til kostnadene. Dersom det ble gjort gjennombrudd innenfor teknologi for CO₂-håndtering, ville attraktiviteten til kjøretøyteknologier som batteri-elektriske biler og brenselcellebiler bli dramatisk bedret.

3.4 Oppsummerende merknader

På global basis er det gode grunner til å støtte utvikling av miljøteknologi fordi miljøulempene er mangelfullt internalisert i prisene i viktige industriland (USA) og som regel også i land som ikke har undertegnet Kyotoprotokollen (utviklingsland og land med midlere inntektsnivå). I dag synes det for kjøretøyers del å være flere konkurrerende teknologier uten noen klar vinnerkandidat. De samlede miljøeffektene ved de ulike teknologiene avhenger kritisk av hvordan drivstoffet (hydrogen, elektrisitet) er produsert, og de utslipp som skjer ved produksjon av drivstoffet. Det betyr at utslippsreduksjoner innenfor stasjonær energibruk har direkte konsekvenser for utslippseffektene ved transport. Dette tilsier at en rekke alternative teknologivalg bør støttes, inkludert teknologier som potensielt kan produsere kraft eller hydrogen uten eller med sterkt reduserte CO₂-utslipp.

Disse vurderingene er imidlertid først og fremst relevante på global basis. For Norge, som et lite land og som har en oppgave i å overholde og kanskje også å bidra til å styrke internasjonale avtaler, vil beslutningssituasjonen fortone seg annerledes. Det er tema for de neste kapitlene.

4 Virkemiddelbruk, eksterne effekter og incentivproblemer

Samfunnsøkonomisk teori og forskning om innovasjoner gir noen føringer på når det offentlige bør gjennomføre virkemidler for å stimulere FoU og innovasjon, og hvordan dette best kan gjøres. I dette kapitlet drøfter vi hvordan det offentlige bør vurdere ulike spørsmål knyttet til innovasjon og utvikling av miljøvennlige transportteknologier (og for så vidt også andre teknologier som har til formål å redusere miljøproblemer). De fleste virkemidlene retter seg mot å påvirke bedrifter eller FoU-institusjoner. Til slutt i kapitlet drøfter vi også virkemidler som har til hensikt å påvirke *forbrukerne* av nye teknologier for å stimulere den teknologiske utviklingen.

4.1 Fokuser på markedssvikt

En kostnadseffektiv klimapolitikk og verdiskapingspolitikk tilsier at offentlige tiltak bør rettes mest mulig direkte mot kildene til markedssvikt og eksternaliteter. Dette gjelder både i de løpende miljøreguleringene og i tiltakene for å stimulere FoU og innovasjon. Det kan i noen tilfeller være for kostbart eller vanskelig å måle eksternalitetene og deretter å ilegge en avgift som varierer med over tid og sted (f. eks. køkostnader). Slike problemer kan gjøre teknologikrav, teknologi-differensierte avgifter og trafikktiltak aktuelle som virkemidler for å stimulere trafikantene til best mulige beslutninger.

Når miljøulempene er tatt hensyn til gjennom avgifter eller andre virkemidler, er forholdet mellom privatøkonomisk lønnsomhet og samfunnsøkonomisk lønnsomhet omtrent det samme i bedrifter som utvikler miljøteknologi som i bedrifter som utvikler teknologi som ikke har som formål å løse miljøproblem. Den "resterende" virkemiddelbruken bør derfor rette seg mot markedssvikt og eksternaliteter i FoU-prosesser generelt, dvs mot bedrifter, forskningsinstitutt og andre som utfører FoU-tjenester. En første konklusjon er at når miljøpolitikken har adressert miljøproblemene, er det altså ingen spesiell grunn til å støtte miljøvennlige teknologier, herunder transportteknologier som kan løse miljøproblemer. Dette betyr ikke at det ikke skal gis støtte til miljøvennlige transportteknologier. Støtte til slik teknologiutvikling – på linje med annen teknologiutvikling - har en samfunnsøkonomisk god begrunnelse dersom de kan begrunnes i eksternaliteter i FoU-prosessene og innovasjonssystemene.

4.2 Kostnader og styringssvikt

Gevinsten ved tiltakene for å støtte FoU må ses i forhold til de økonomiske kostnadene og eventuelle økte ulemper for brukerne. Også ulemper som ikke framkommer i bedriftens regnskaper eller på annen måte enkelt kan måles i kroner og øre, er relevante samfunnsøkonomiske kostnader og skal tas hensyn til. En samfunnsøkonomisk betraktning tilsier at eksternaliteten som søkes regulert som et minstekrav må være større enn kostnadene – for det offentlige og for private – ved å eliminere den. På kostnadssiden bør det her tas hensyn til at offentlig ressursbruk innebærer samfunnsøkonomiske kostnader som er noe høyere enn de rene provenyeffektene.

For at et offentlig tiltak skal være samfunnsøkonomisk velbegrunnet, må det også sannsynliggjøres at de samme eksternalitetene som innebærer at markedet ikke gir en samfunnsøkonomisk god ressursbruk, ikke i like stor grad gir opphav til offentlige styringsproblemer. Det offentlige vil for eksempel ofte møte mange av de samme problemene som private bedrifter på grunn av usikker og asymmetrisk fordelt informasjon. En form for markedssvikt er til stede dersom private finansinstitusjoner for eksempel har for lite og for dårlig informasjon til å skille gode prosjekter fra dårlige, og derfor yter for liten finansiering. Et offentlig organ som skal rette opp denne markedssvikten vil møte mange av de samme informasjonsproblemene. Et mulig offentlig tiltak i form av en offentlig finansieringsordning kan selvsagt kunne yte mer kreditt enn en privat finansinstitusjon, men vil trolig ha de samme problemene med å skille gode fra dårlige prosjekter. Slike forhold er relevante å inkludere i en samfunnsøkonomisk analyse av et eventuelt offentlig virkemiddel for eksempel for å bedre kapitaltilgangen til FoU-prosjekter.

4.3 Mest støtte der det er store eksternaliteter

Et prinsipp om at tiltak skal rette seg mot eksternaliteter, innebærer at tiltak for å stimulere FoU bør differensieres etter størrelsen på eksternalitetene. Kunnskapslekkasjer er en viktig eksternalitet i FoU-prosesser, og er potensielt større desto mer generell teknologien som utvikles er. Resultater fra FoU i generelle teknologier har i større grad enn mer spesialisert forskning karakter av å være et kollektivt gode (noe som også forklarer at private bedrifter i liten grad driver slik forskning). Ved utforming av tiltak er det således grunn til å differensiere dem etter karakteren av den FoU som drives. Dette gjøres da også i stor grad i Norge i dag, ved at grunnleggende og generell forskning ytes betydelig støtte både gjennom budsjettene til universiteter, høyskoler og forskningsinstitutt og gjennom NFRs forskningsprogrammer.

Et samfunnsøkonomisk perspektiv fokuserer på norsk verdiskaping og norske inntekter. Fra et norsk perspektiv blir derfor et sentralt kriterium for å støtte FoU om det er norske bedrifter som "drar nytte av" eksternalitetene ved FoU, eller om disse indirekte fordelene ved norsk FoU høstes av bedrifter i andre land. Argumenter for å støtte FoU svekkes dersom en stor andel av de bedriftene som drar nytte av FoU-eksternalitetene befinner seg i utlandet.

Andre lands myndigheter har større motiv for å støtte forskning på miljøvennlige transportteknologier enn myndighetene i Norge har, fordi bilindustrien og andre bedrifter som avhenger av denne næringen i liten grad er lokalisert i Norge. Norsk deltakelse i internasjonal forskning på feltet kan likevel være samfunnsøkonomisk gunstig, blant annet fordi slik deltakelse kan sikre tilgang til resultater og gi økonomisk utbytte i form av rettigheter til den økonomiske avkastningen. Dette kan tilsa at Norges FoU på transportområdet bør skje i form av deltakelse i internasjonale programmer, blant annet i regi av EU.

4.4 "Premie" for FoU-stimulans med distriktspolitisk gevinst?

I tillegg til FoU og miljø, er *arbeidsledighet* en mulig kilde til avvik mellom bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Den samfunnsøkonomiske gevinsten ved et prosjekt i en region med høy ledighet kan være større enn den bedriftsøkonomiske hvis prosjektet bidrar til å redusere ledigheten. Det tilsier at det kan være aktuelt å tilordne FoU-prosjekter med særlig distriktsgvinst en "premie" i en nyttekostnadsvurdering. Selv om den eksterne effekten i form av bidrag til redusert ledighet neppe vil kunne tallfestes presist, bør man tydeliggjøre og så langt som mulig anslå størrelsesforholdet på denne effekten i forhold til de øvrige eksternalitetene et slikt program skal rette seg mot.

På den andre siden vil en slik premie kunne være utslagsgivende i beslutninger om å iverksette et program. Dersom man betrakter øvrig støtte til distriktene som gitt, vil man ved iverksettelsen av et FoU-program av denne typen få en styrking av den distriktspolitiske virkemiddelbruken. I den grad iverksettelsen av et teknologiprogram realiseres pga antatte distriktspolitiske gevinster, er det derfor naturlig samtidig å vurdere omfang og innretning av den øvrige distriktspolitiske virkemiddelbruken.

4.5 Støtte bør gi mer og bedre FU

Dersom det vurderes som fornuftig å støtte FoU, bør støtten selvsagt gi mer FoU og ikke bare erstatte privatfinansiert FoU. FoU-en betegnes som *addisjonell* dersom offentlig støtte innebærer at det gjennomføres mer FoU enn det som ville vært tilfellet uten støtte. Evalueringer tyder på at det har vært varierende og til dels svak addisjonalitet av FoU-stimulans i Norske programmer (Cappelen, m. fl., 2004).

Måleproblemer (hva er egentlig FoU-utgifter?) og informasjonsasymmetrier kan gjøre det vanskelig å måle effekten av offentlig støtte i et program faktisk gir økte FoU-investeringer i tillegg til den privatfinansierte FoU'en. Å kreve en viss *egenfinansiering* er en måte å avdekke informasjon som selskapene har om de teknologiske mulighetene ved ulike FoU-prosjekter. Det er trolig også viktig for å bøte på informasjonsproblemene at det sitter offentlig ansatte eller andre personer uten økonomiske bindinger til selskapene eller andre institusjoner som kan tjene på prosjektene, i de organer som skal fatte vedtakene. Den økende kommersialiseringen av de offentlige forskningsinstituttene kan gjøre det vanskelig å finne slike personer. Men rent faglige spesialiseringer kan også

”forstyrre” nøkterne vurderinger av ulike FoU-prosjekter som innebærer ulike teknologivalg.

Der det er få private selskaper involvert – noe som er hovedregelen i norsk FoU – kan det oppstå *spillsituasjoner* mellom selskapene og tilskuddsmyndighetene. Spill med få aktører kan føre til at selskap reduserer sine FoU-utgifter på sentrale felt fordi de regner med at det offentlige vil øke sine bidrag. En slik situasjon vil gjøre det svært vanskelig å vurdere om offentlig finansiert FoU kommer i tillegg til eller fortrenger privat FoU, fordi det er vanskelig å si hva disse selskapene ville gjort i fravær av tiltaket. Dette forsterkes dersom FoU-innsatsen i selskapene uansett svinger mye over tid, eller det skjer hyppige omprioriteringer av deres innsats. Da er det vanskelig eller kanskje umulig å finne et referansenivå for bedriftenes FoU-innsats å sammenligne de løpende FoU-utgiftene med.

4.6 Støtte for å sikre teknologisk mangfold

En generell vurdering basert på tidligere kapitler er at en mulig offentlig oppgave er å sørge for et teknologisk mangfold på tidlige stadier i innovasjonsprosesser for å hindre for tidlige valg av teknologier og uønskede innelåsningseffekter. Dette argumentet trekker i retning av at FoU-programmer har en viss bredde, slik at ulike teknologier konkurrerer med hverandre. Disse argumentene tilsier at særlig på tidlige stadier kan det være en offentlig oppgave å sikre FoU-aktiviteter på flere konkurrerende transportteknologier som kan ha gunstige miljøeffekter.

Hvorvidt støtte til forskning på teknologier som kan redusere miljøulempene fra transport bør organiseres som egne program, eller om prosjekter for å utvikle miljøvennlig transportteknologi bør konkurrere med prosjekter i andre sektorer, er ikke åpenbart. Ønsket om teknologisk mangfold og konkurranse mellom teknologier tilsier at prosjekter i flere sektorer bør konkurrere med hverandre om FoU-støtte. Det trekker i retning av at prosjekter i transportsektoren bør konkurrere med prosjekter i andre sektorer. Administrative hensyn, kompetansen til personellet som skal vurdere støtte til prosjekter og størrelsen på målgruppene (bedrifter, forskningsmiljøer) kan trekke i retning av at programmer bør ha en sektormessig og aktørmessig begrensning av målgruppen, og trekke i retning av at transportsektoren bør være en egen målgruppe for FoU-programmer. Hensynet til at FoU-satsninger bør ha brede teknologiske fokus og administrative og praktiske hensyn som kan tilsi ”smale” programmer må avveies mot hverandre.

En fornuftig politikk må basere seg på evalueringer og læring underveis, slik at støtten til alternative teknologier til de spor som på kort sikt synes mest lønnsomme, kan avsluttes når det er klart hvilke teknologiske spor som bør følges videre og hvilke som bør forlates.

4.7 Tilskudd kan øke troverdigheten

I et velfungerende marked vil forventninger om framtidig strammere virkemiddelbruk, for eksempel at ”prisen” på utslipp av klimagasser vil øke, gi private bedrifter økonomiske motiv til å forsøke å utvikle nye teknologier som bare blir lønnsomme dersom CO₂-prisen blir langt høyere enn i dag. At miljøulempene ved CO₂ blir høyere i framtiden, er derfor ikke i seg selv et godt argument for at det

offentlige bør støtte miljøvennlige teknologier mer enn det som markedet gjør i dag.

Myndighetene kan imidlertid ikke troverdig binde seg 100 prosent til framtidig virkemiddelbruk, fordi framtidige politiske flertall vil kunne prioritere annerledes enn dagens. Mulighetene for at virkemiddelbruken blir endret i framtiden gjør at selv om f. eks. høye miljøavgifter i dag gjør det lønnsomt å forsøke å utvikle miljøvennlig teknologi, er det ingen garanti for at avgiftene vil bli opprettholdt, slik at ny teknologi også blir lønnsomt i morgen. Myndighetene har et *troverdighetsproblem* som kan redusere effekten av miljøavgiftene på den teknologiske utviklingen.

Ex ante støtte til investeringer i FoU vil redusere denne usikkerheten, siden bedriftens usikkerhet om hvorvidt den får støtte, blir eliminert. Behovet for økt troverdighet i virkemiddelbruken kan være et argument for støtte til utvikling spesielt av miljøvennlige teknologier som følge av at selv miljøpolitikk med miljøkostnader perfekt internalisert i prisene, har denne typen troverdighetsproblem.

Men det er grenser for hvor mye man kan bevilge i slik støtte ”i forkant”, og det er derfor begrenset hvor langt myndighetene kan redusere problemet med at den framtidige miljøpolitikken er usikker. Å isolere støtten fra ”vanlige” budsjettvedtak i form av fondsløsninger eller ved at støtten gis som skatterabatter eller lignende ordninger som ikke krever vedtak for å bli videreført, kan også bidra til å øke troverdigheten om at virkemiddelbruken vil bli opprettholdt i framtiden. Kvoteordninger for nye teknologier, som også løsriver den miljømessige virkemiddelbruken fra statsbudsjettvedtak, bidrar til å ”binde opp” virkemidlene og må antas å gi investorer økt trygghet for at virkemiddelbruken vil bli opprettholdt over tid.

4.8 Ikke støtte der markedet selv kan finne fram

Selv om vi kan identifisere klare eksternaliteter i FoU-prosesser, for eksempel at mange bedrifter i et næringsmiljø vil tjene på at én av bedriftene gjennomfører et FoU-prosjekt, tilsier ikke dette at det offentlige bør subsidiere forskningsprosjektet. Ofte vil markedsaktørene selv kunne overkomme kildene til markeds-svikten.

Private bedrifter kan for eksempel inngå avtaler og etablere samarbeidsforhold for å gjennomføre felles tiltak og å dele gevinstene ved dem. Denne tankegangen knyttes først og fremst til økonomen Ronald Coase (Coases teorem). Han argumenterer for at der transaksjonskostnadene er lave, vil markedsaktørene selv finne fram til ordninger som internaliserer eksternaliteter. Slike ordninger kan ta et utall former, fra stilltiende samarbeid, felles finansiering av FoU av felles interesse, oppkjøp, utviklingskontrakter eller lignende. Der det er få aktører vil ofte koordineringsproblemene være mindre enn der det er flere aktører. På den andre siden kan det være hard konkurranse i et marked selv om tallet på konkurrenter er lavt, noe som vanskeliggjør samarbeid. I en slik situasjon trenger likevel ikke offentlige tilskudd til FoU være det mest hensiktsmessige. Kanskje kan informasjonstiltak eller tillitsskapende tiltak være et alternativ.

Ventureselskap drives av teknisk kompetente personer som mobiliserer finanskapital. Norge anses å ha et svakt utviklet venturemarked, men fravær av venturekapital på et felt trenger ikke bety at det ikke er behov for et slikt selskap. I praksis vil historisk erfaring og tilgangen på utdannede personer med relevant kompetanse være styrende for tilgangen på venturekapital, og her vil eksisterende utdanningstilbud i landet, ha vært en viktig forklaringsfaktor. Dersom teknologiske muligheter dukker opp på nye områder hvor et land ikke har historiske tradisjoner, kan det argumenteres for at det offentlige vil kunne utløse samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter som ellers ikke ville blitt realisert. Men informasjonsproblemene er store også for det offentlige dersom man skulle forsøke å gi støtte, noe som begrenser de gevinstene som kan høstes ved offentlige tiltak.

4.9 Støtte til nasjonale kostnadskomponenter

I noen tilfeller er det liten internasjonal satsing på teknologier som kan redusere norske utslipp spesielt. Slike eksempler kan være teknologi for CO₂-håndtering ved kraftproduksjon eller hydrogenproduksjon, blant annet tiltak som innebærer deponering av CO₂ i jordskorpen. Her vil lokale geologiske forhold kunne være viktige for kostnadene. Hvor mye av resultatene fra norsk teknologiutvikling som kan bidra til billigere CO₂-håndtering i andre land, er usikkert. Dersom Norge er en betydningsfull aktør innenfor internasjonal teknologiutvikling på dette feltet, og CO₂-kostnadene ved norsk energiproduksjon ikke er godt ivaretatt i form av reguleringer, kvoter eller avgifter på CO₂-utslipp, kan det argumenteres for støtte for offentlig satsing på denne typen teknologiutvikling spesifikt.

Vår vurdering er at CO₂ er ivaretatt gjennom CO₂-avgifter på sokkelen, samt den skattemessige behandlingen av FoU i sokkelselskaper, jf drøftingen i neste avsnitt. Ut fra dette er det ikke noen særlige miljømessige begrunnelser for ytterligere offentlig støtte til slik FoU. Men slik støtte kan selvsagt begrunnes samfunnsøkonomisk gjennom generelle FoU-eksternaliteter.

Enkelte nye transportteknologier vil kreve ny infrastruktur på distribusjonsleddet. Teknisk funksjonalitet og kostnader kan her tenkes å være avhengig av særnorske forhold. For eksempel kan det hende at temperatur- eller andre klimaforhold i Norge reiser spesielle teknologiske problem for infrastruktur for gasskjøretøy eller for hydrogendrevne kjøretøy. FoU-eksternaliteter innenfor disse teknologiene kan tilsi at det offentlige kan støtte slike prosjekter, men med samme begrunnelse som offentlig støtte til andre FoU-prosjekter. Norske CO₂ - og drivstoffavgifter i dag og forventninger om disse i framtiden ivaretar miljøeffektene. Da vil eventuelle gunstige miljøeffekter ved bruk av for eksempel hydrogenkjøretøy i hovedsak allerede være tatt hensyn til gjennom miljømessig begrunnede reguleringer.

4.10 Betydningen av petroleums-skatteregimet

Norske og utenlandske energiselskap driver omfattende egen innkjøpt FoU på en rekke felt, både for å redusere kostnadene ved energiutvinning, og for å utvikle

mer miljøvennlige teknologier innenfor stasjonær energibruk og innenfor teknologier som er viktige i transportsammenheng. Et spørsmål er om den særegne beskatningen av aktiviteter på kontinentalsokkelen har betydningen for selskapenes incentiver til å drive FoU, og hvorvidt dette eventuelt skal påvirke offentlig virkemiddelbruk overfor slik FoU.

Petroleumsskatteregimet innebærer en høyere marginalsatt på inntekter som kan henføres til sokkelen. Skatteregimet innebærer at en antatt grunnrente, som defineres som overskudd utover en beregnet normalavkastning på investert kapital, beskattes med 78 prosent, mens den beregnede normalavkastningen beskattes med den samme sats som i landbasert næringsliv, nemlig 28 prosent. FoU-utgifter er generelt fradragsberettiget for selskapene, slik at selskap i skatteposisjon selv bare betaler 22 prosent (100 prosent - 78 prosents marginalsatt) av FoU-utgiften, mens Staten betaler resten i form av lavere skatt fra selskapet. Avkastningen av FoU i form av økte sokkelinntekter, beskattes med 78 prosent. FoU-utgifter betales altså i mindre grad selv av selskaper på sokkelen enn av andre selskaper, men dette motsvares av at sokkelselskap betaler mer skatt på den avkastningen som denne forskningen gir. Petroleumsskattene gir dermed ingen åpenbare skjeve incentiver til å drive FoU i olje- og gasselskaper i forhold til landbaserte bedrifter i dette tilfellet. Eventuelle skjevheter ville først oppstått dersom landbasert FoU kunne blitt belastet petroleumsskatteregimet.

Petroleumsskatteloven får kun anvendelse på inntekter og utgifter som er oppstått som følge av sokkelvirksomhet. Sokkelvirksomhet er definert avgrensende i loven på en slik måte at all inntekt knyttet til landvirksomhet beskattes med 28 prosent selv om inntekten er oppstått i sokkelselskapet, og likeledes kan sokkelselskapet kun kreve fradrag med 28 prosent for fradrag knyttet til landvirksomhet. Ett og samme selskap kan derfor både ha 78 prosent skatt på sokkelvirksomhet og 28 prosent skatt på landvirksomhet. FoU i sokkelvirksomhet er kun fradragsberettiget i den grad den er egnet til å fremme selskapets sokkelvirksomhet, dvs at det ikke kan oppstå annet enn royalty-inntekter av virksomheten dersom selskapet lisensierer resultatene av FoU'en til andre selskaper. Slik royalty vil da være å beskatte med 78 prosent.

Dersom FoU'en ikke kan knyttes til sokkelvirksomheten i utgangspunktet, er FoU-innsatsen å anse som "28 prosent-virksomhet" umiddelbart. Dersom FoU'en tidligere har blitt fradragsført i "78 prosent-virksomhet", men det viser seg at resultatene kan kommersialiseres og det er oljeselskapet som kommersialiserer dem, så må FoU-prosjektet flyttes fra sokkelbeskatning med 78 prosent skatt til landbeskatning med 28 prosent skatt. Resultatene (kommersialiseringen) betraktes da som at selskapet har opprettet et eget virksomhetsområde utenfor petroleumsskatteregimet, og har da heller ikke lenger krav på fradrag i 78 prosent virksomhet for slike utgifter.

Historisk har det vært pålagt gjennom lisensenes samarbeidsavtaler at en prosentsats (typisk 2-5 prosent) skal gå til FoU eller generelle overheadkostnader, uten at det har vært spesifisert at denne FoU'en skal være relatert til lisensen. FoU'en må likevel være sokkelrelatert for at operatøren som får midlene kan trekke fra prosjektenes utgifter mot 78 prosent virksomhet. Et prosjekt kan imidlertid ha mange faser. I prosjektets tidlige faser kan prosjektet defineres som sokkelrelatert da det vil forventes å kunne bidra til fremtidig inntjening på sokkelen. På det stadiet der sokkel-selskapet involverer seg i faser av et FoU-

prosjekt der prosjektet nærmer seg kommersialisering, vil prosjektet flyttes over til regimet med 28 prosent fradrag. Det er imidlertid ikke sikkert at hele FoU-innsatsen i de tidlige fasene flyttes over til 28 prosent fradrag. Dersom denne tidlige FoU'en bidrar til en senere kommersialisering som gir avkastning i form av økte overskudd i landbasert virksomhet, vil det kunne oppstå en skjevhet som følge av den ulike beskatningen av prosjektets ulike faser. I den grad sokkelselskapet deretter kjøper inn resultatene av FoU-innsatsen til egen sokkelaktivitet, vil imidlertid FoU-innsatsen enten lede til økte inntekter eller reduserte kostnader, og dermed større skattefundament i sokkelvirksomhet. En fordeling av FoU-innsatsen på henholdsvis 78 prosent og 28 prosent virksomhet er derfor ikke unaturlig. Skatteregimet har som mål å henvise utgifter til hhv sokkel og landbasert virksomhet etter hvor utgiftene hører hjemme. Problemet som kan oppstå er hvordan man trekker grensen mellom 78 prosent fradrag og 28 prosent fradrag i tilknytning til slike prosjekter og dermed få en korrekt klassifisering. Hvordan dette skal gjøres er ofte ikke åpenbart i praksis. Det er sterke incentiver til å henvise så mye som mulig av FoU og andre kostnader til sokkelen, selv om avkastningen denne ressursbruken gir, også kan komme i landbasert virksomhet. Det regulerte kravet om FoU på lisensene, samt den skattemessige effekten nevnt over, gir til sammen sterke incentiver for petroleumsselskaper til å ekspandere sin FoU-aktivitet, og kan være med på å forklare hvorfor flere store selskap som er aktive på norsk sokkel, bruker betydelige ressurser på FoU ut av Norge. Dette gjelder imidlertid ikke FoU-innsats innenfor miljøvennlig energi som vindkraft og bioenergi. Slike prosjekter vil ikke kunne defineres inn under sokkelvirksomhet da det ikke foreligger en forventet inntektsøkning eller kostnadsreduksjon i sokkelvirksomhet dersom man lykkes med FoU-innsatsen. Slike prosjekter blir derfor definert som en del av landvirksomhet allerede fra starten av prosjektet. Det kan tenkes at det finnes en del felles grunnforskning knyttet til energi i Norge som er finansiert ved fradrag i sokkelvirksomhet, og som alternative energikilder kan dra nytte av, men det er liten grunn til å anta at incentivene fra petroleumsskatteregimet har vært ett av motivene bak denne satsingen i de private selskapene. Derimot, dersom en betrakter disse selskapenes FoU som en form for investering i absorpsjonsevne, dvs at FoU-innsatsen ikke forventes å ha umiddelbar avkastning men heller som en form for grunnlagsinvestering i grunnforskning knyttet til energi, synes den å framstå som billig for selskapene som følge av den høyere marginalskatten på inntekt fra sokkelen enn i landbasert virksomhet.

Samlet sett synes incentivene for å gjennomføre FoU for å utvikle miljøvennlig teknologi kanskje svakt bedre i selskaper som delvis er underlagt petroleumsskatteregimet, enn i andre selskap.

4.11 Tiltaksutforming – noen momenter

4.11.1 Selektive og generelle tiltak

Selektive virkemidler er i utgangspunktet billigere enn generelle ordninger, fordi de kan rettes mot eksternaliteter og mot å realisere prosjekter som ellers er på grensen til å bli realisert. Men slik målstyring krever mye informasjon og ingen "vridde" incentiver hos de som skal fatte vedtak. Dette representerer utfordringer. Selektive virkemidler krever også mer ressurser i forskningsbyråkratiet for å vurdere søknader og administrere prosjekter, enn rettighetsbaserte virkemidler som Skattefunn eller lignende.

Det er store informasjons- og måleproblem ved selektive tiltak, og generelt problem med å velge ut prosjekter som bør få støtte. Informasjons- og incentiv-problemene gir også fare for rent-seeking, dvs at bedrifter bruker ressurser på å framstå som støtteberettigede. Som eksempel på hvor vanskelig det kan være å velge ut de riktige prosjektene, nevner Cappelen m. fl. (2004) satsingen på IT på 1980-tallet. I denne IT-satsingen gav man mest støtte til Norsk data og Tandberg, som begge gikk konkurs.

4.11.2 Styringsproblemer

Måten forskningsbyråkratiet fungerer på kan ha stor betydning for risikoprofilen i prosjektene som får støtte. En del grunnleggende innovasjoner synes å ha en svært "skjev" sannsynlighetsfordeling, dvs at svært få av FoU-prosjektene fører fram, mens de få som fører fram i mange tilfeller er så vellykkede at hele satsingen likevel kan forsvares. Administrative incentivmekanismer i forskningsbyråkratiet kan lett føre til at man velger prosjekter med for lav risiko fordi gevinsten ved et program kommer med ujevne mellomrom og kanskje ikke før etter at evalueringer er gjort og ansatte har byttet jobb.

Skreddersydde tilskudd kan også gi for mye samhandling og nærhet mellom de som gir tilskudd og de som mottar; det blir for kollegialt og for lite rom for nyskaping.

Skattestimulans, for eksempel i form av den norske Skattefunn- ordningen¹³, subsidierer enhver FoU-aktivitet. Et slikt virkemiddel kan således innebære store budsjettutlegg per økt FoU-krone, fordi man trolig gir støtte også til mange prosjekter som uansett ville vært gjennomført. I tillegg er det et målproblem ved at det i praksis er uklart hvordan FoU skal defineres. En ordning med såpass begrensede kontrollmuligheter som f. eks. Skattefunn kan innebære en fare for "inflasjon" i hva som klassifiseres som FoU-utgifter, siden dette langt på vei er basert på bedriftenes egne vurderinger.

Tilskudd gitt etter søknad, vil kunne skreddersys for å treffe eksternalitetene best mulig, og således være billigere fordi man ideelt sett bare trenger gi støtte til prosjekter med store eksternaliteter. Informasjonsproblemene ved slike ordninger er imidlertid også store, og i praksis vil man ofte måtte legge selskapenes egne vurderinger til grunn. En omfattende bruk av slike tiltak kan gi problemer med "rent seeking". Rent seekingen krever for det første ressurser, og i tillegg vanskeliggjøres valget av hvilke prosjekter som bør få støtte. Man risikerer at det ikke er de riktige prosjektene som får støtte, og at støttebeløpene heller ikke blir riktige i forhold til at ordningen skal virke utløsende på FoU-prosjekter.

¹³ Skattefunn har begrensninger på støtte per bedrift, noe som gjør at tiltaket først og fremst er nyttig for mindre bedrifter.

5 Drøfting av noen konkrete typer tiltak

5.1 Tiltak for å stimulere bruken av ny teknologi

Vi har i kapittel 4 drøftet tiltak rettet mot aktører som enten selv gjennomfører FoU eller som kjøper FoU-tjenester fra andre (forskningsinstitutter eller lignende). Å stimulere FoU-utførende aktører er én hovedtilnærming i FoU-politikken. Den andre hovedtilnærmingen er å stimulere forbrukerne (bedrifter og enkeltpersoner) til å velge andre teknologier enn de som hittil har vært dominerende i markedet. De to tilnærmingene kan betenes med de engelske begrepene "technology push" og "technology pull". Dersom miljøkostnadene er internalisert i eksisterende reguleringer og avgifter, må ytterligere virkemiddelbruk for å stimulere bruken, være rettferdiggjort i ikke-internaliserte eksternaliteter i innovasjonsprosessen for de aktuelle teknologiene.

Markedstransformasjon er et begrep fra USA som er beslektet med "teknologi pull", og er benyttet om en del av ENOVAs virkemidler for å fremme bruken av nye teknologi innenfor stasjonær energibruk, og slike tiltak kan potensielt tenkes gjennomført også innenfor transportområdet. Tiltak for å fremme markedstransformasjon har større fokus mot andre aktører enn brukerne selv; også aktører som installatører, informasjonsaktører, vedlikeholdspersonell. Informasjonstiltak (informasjon og merking) og samarbeidstiltak (arenaer for kontakt) er sentrale virkemidler. Visse typer rabatter og finansielle incentiv til for eksempel forhandlere eller vedlikeholdsfirmaer i visse faser er også aktuelt. For at slike tiltak skal ha en samfunnsøkonomisk god begrunnelse, må det sannsynliggjøres at det er spesielle eksternaliteter (læring, stordriftsfordeler) innenfor disse teknologiene. I en norsk sammenheng, hvor miljøeksternalitetene i transportsektoren er internalisert i prisene gjennom avgiftene, er den rene miljømessige begrunnelsen for tiltaket mindre åpenbar enn for eksempel i USA, hvor denne typen virkemidler har sitt opphav, og hvor motstanden mot avgifter og andre markedsbaserte virkemidler på forbrukssiden for å korrigere for miljøeksternaliteter har vært sterkere enn i Norge og ellers i Europa.

Technology pull-tiltak er trolig mest aktuelle for nye teknologier som er teknisk velfungerende, men som fortsatt er for dyre til å vinne innpass i markedet i særlig omfang. Vurderingene av hvor vellykket tiltaket er, bør ikke begrense seg til antall biler solgt eller lignende. Isteden bør man være opptatt av konsekvenser for

det man vil stimulere, nemlig innovasjonsprosessen – læringseffekter, spredning av kompetanse og utnyttelse av stordriftsfordeler. En indikator som kan kaste lys over hvorvidt tiltakene faktisk påvirker innovasjonsprosessene, er kostnadsutviklingen på de teknologiene som stimuleres.

5.2 Informasjonstiltak

Forbrukerne er ofte usikre på nye teknologier, både om de er teknologisk pålitelige og om de gir de drivstoffbesparelser som ofte loves. Det kan være en offentlig oppgave å bidra til å tilveiebringe slik informasjon med tilstrekkelig kvalitet og i passende omfang, sett i forhold til kostnadene.

Markedsføring av biler er for eksempel ofte ikke rettet mot økonomiske kjennetegn ved bilen, men fokuserer isteden gjerne på kvalitative fordeler ved kjøretøyene, komfort, image osv. I en monopolistisk konkurransesituasjon, som for eksempel i bilmarkedet, kan selgerne se seg tjent med å fokusere på disse aspektene istedenfor pris og driftsøkonomi.

Hensynet til korrekt informasjon om drivstofføkonomi tilsier at uavhengige organ bør kvalitetssikre informasjonen som gis. Det behøver imidlertid ikke være tilstrekkelig at dette organet er offentlig eid, dersom de ansatte her har incentiver til å fremme nye teknologier. Incentivene for et slikt organ til å gi korrekt informasjon kan være like forvridd som bilfabrikantenes egne incentiver, dersom målsettingene det gis av overordnet myndighet er å fremme teknologi-introduksjon. Styringsoppgaven for et slikt organ er å sikre at det gir korrekt informasjon.

Hensynet til kostnadseffektivitet tilsier at kostnadene ved informasjonsframstillingen og –formidlingen blir synliggjort. Nytteeffektene bør også vurderes løpende. Frivillige avtaler mellom myndighetene og bilfabrikantene kan også et stykke på vei fungere her, men hensynet til pålitelig informasjon tilsier at et utenforstående organ står for den endelige framstillingen av informasjonen. Farene ved å lansere informasjonskampanjer der det etter en tid for eksempel viser seg at teknologien ikke holdt hva den lovte, kan sette innføring av nye teknologier langt tilbake i et lengre perspektiv, fordi forbrukernes tillit til informasjonen blir undergravet.

Demonstrasjonsprosjekter for nye teknologier er en spesiell type informasjonstiltak. Dette er prosjekter der nye teknologier gjennomføres i større skala utenfor laboratoriet, på stadier hvor kostnadene fortsatt er langt fra konkurransedyktige. Offentlig støtte til demonstrasjonsprosjekter kan rettferdiggjøres samfunnsøkonomisk dels ved at støtten bidrar til teknologisk mangfold i en situasjon der det er uavklart hvilken teknologi som kommer til å vinne fram (jf. problemet med teknologisk innelåsing), og der gevinstene ved bedre informasjon tilfaller mange aktører, eller det er andre grunner til at private aktører ikke klarer å samarbeide om felles finansiering. Gevinsten ved et demonstrasjonsprosjekt kan være at forbrukernes informasjon om den nye teknologien øker, og at deres tiltro til at den faktisk fungerer, blir styrket. Dette kan i seg selv bidra til økt salg og forsterke innovasjonsprosessen.

Man må være oppmerksom på muligheten til *duplisering* av demonstrasjonsprosjekter i forhold til prosjekter i andre land. Dersom en teknologi er demonstrert

å fungere i ett land, vil det ofte være tilstrekkelig til å vise aktuelle aktører at prosjektet er teknologisk pålitelig, slik at ytterligere demonstrasjonsprosjekter i et annet land ikke gir stor ytterligere nytteeffekt. For grupper av potensielle kunder kan likevel et nasjonalt demonstrasjonsprosjekt gi en tilleggsfordel, dersom erfaringer i eget land tillegges større vekt enn erfaringer fra andre land. Skepsis til demonstrert suksess i andre land kan være godt eller mindre godt begrunnet, men dersom den er en realitet, må myndighetene ta den for gitt og innrette virkemiddelbruken deretter.

Informasjonsspredningstiltak innebærer at det offentlige ikke foretar teknologivalg. Dette anser vi fordelaktig og et argument for at informasjonstiltak i hvert fall gjør lite skade ved at mangelfullt informerte offentlige aktører påvirker teknologiutviklingen.

Informasjonstiltak kan utformes på mange forskjellige måter, fra sertifisering og merking av utstyr (mest relevant i sluttbrukermarkedene) til offentlige utvalg eller komiteer som gjennomføre vurderinger av teknologiske muligheter langs ulike retninger (relevant overfor teknologiprodusenter eller bedrifter som skal velge teknologier), og altså i form av støtte til demonstrasjonsprosjekter.

5.3 Kvoter for nye teknologier

Vi redegjorde i kapittel 3 kort for kvoter for miljøvennlige teknologier som et mulig virkemiddel for å stimulere næringslivet til å utvikle slik teknologi, og de blandede erfaringene fra California. Erfaringene viser at ved slike tiltak har myndighetene et stort informasjonsproblem: Hvor strenge skal reguleringene være? Settes de for lite restriktivt, oppnås ingen miljøgevinst. Settes de for strengt, gir fabrikantene opp og benytter heller sine ressurser på å drive lobbyvirksomhet for å forandre reguleringene. Det var det siste som skjedde i California¹⁴.

Et kvotesystem for nye teknologier, innebærer at kostnadene ved å oppnå en tilstrekkelig markedsandel for den nye teknologien bæres av bedriftene og til slutt forbrukerne. De samfunnsøkonomiske vurderingene et tiltaket for å fremme ny teknologi er imidlertid de samme enten tiltaket er en kvote for den nye teknologien eller tiltaket finansieres av myndighetene gjennom lavere avgifter, ved tilskudd eller lignende. Ved å flytte utgiftssiden ut av de offentlige budsjettene gjennom en kvote for ny teknologi, kan man kanskje "skjule" kostnadene. Det kan være gunstig i et politikkperspektiv, men det påvirker i prinsippet ikke den samfunnsøkonomiske vurderingen.

Som vi har sett, vil et krav til andelen en ny teknologi skal ha av markedet, være utsatt for informasjonsproblemer og kostnader i form av usikkerhet om reguleringene, ressursbruk i lobbyvirksomhet og lignende. Kvotesystemer reiser også spørsmålet om det offentlige på en uheldig måte bidrar til å innsnevre i hvilke teknologiske retninger man skal forske. Ved vurdering av om kvoter er et hensiktsmessig virkemiddel bør det derfor vurderes nøye hvilke teknologier som

¹⁴ Framstillingen bygger mye på Teknologirådet (2005).

skal inkluderes. Erfaringene fra California kan tyde på at det er en fare for at bredden i hvilke teknologier som inkluderes kan bli for liten.

Denne typen tiltak er trolig mindre aktuelle i Norge enn i de fleste andre land, fordi bilindustrien, som skal stå for hoveddelen av den teknologiske utviklingen, er lokalisert i andre land. Den tette dialog mellom myndigheter og bilfabrikanter som synes nødvendig, blir derfor vanskeligjort.

5.4 Avgiftspolitikken

Innenfor transportsektoren benyttes avgiftssystemet aktivt for å stimulere forbrukerne til å velge miljøvennlige teknologier.

5.4.1 Drivstoffavgifter

Norske (og andre lands) husholdninger betaler relativt høye drivstoffavgifter. Avgiftsnivået for næringslivet er lavere (diesel har lavere avgift enn bensin). I Norge er drivstoffavgiften i hovedsak fiskalt begrunnet. I tillegg er det i Norge en egen CO₂-avgift på bensin og diesel. Utenriks sjøfart og luftfart er ikke regulert gjennom Kyotoprotokollen, og er ikke ilagt CO₂-avgifter.

Selv om man tar hensyn til miljøkostnader knyttet til utslipp som gir regionale og lokale miljøulemper, er trolig dagens drivstoffavgifter mer enn tilstrekkelige til å dekke rimelige anslag på miljøkostnadene. Veisektoren er ilagt CO₂-utslipp på bensin og diesel, som er vesentlig høyere enn forventet pris på CO₂-kvoter i et internasjonalt system tilpasset Kyotoforpliktelsene¹⁵,

Elbiler og andre kjøretøyteknologier med lave utslipp (f. eks. hybridteknologi) favoriseres i dagens avgiftssystem siden de ikke (elbiler) eller i mindre grad (hybridbiler) betaler drivstoffavgift og CO₂-avgift. Det er derfor i utgangspunktet ingen særlige miljømessige grunner til å favorisere elbiler, hybridbiler eller andre teknologier ytterligere, med utgangspunkt i miljøkostnadene. En eventuell ytterligere stimulans må begrunnes i FoU-eksternaliteter.

Ut fra disse observasjonene synes det ikke å være spesielle grunner til å stimulere miljøvennlige transportteknologier, utover det at slik satsing kan gi grunnlag for økt norsk verdiskaping i framtiden. Slike satsinger kan imidlertid forsvares dersom de hevder seg godt i konkurranse med FoU-prosjekter i andre sektorer og dersom man kan sannsynliggjøre at støtte kan utløse eksternaliteter i FoU-prosesser.

5.4.2 Fastavgifter

Kjøpsavgiftene er de største fastavgiftene, og har i hovedsak en fiskal begrunnelse. Både i Norge og i andre land foreslås det fra tid til annen å ha en miljømessig differensiering av fastavgiftene for å stimulere til kjøp (og bruk) av for eksempel elbiler eller biler som kan gå på miljøvennlig drivstoff¹⁶. For elbiler

¹⁵ jf. St. meld 15 (2001-2002) Tilleggsmelding til St. meld. 54 (2000-2001) om norsk klimapolitikk.

¹⁶ Dette kalles i engelskspråklig litteratur ofte "feebates".

og hybridbiler, er det i dag allerede unntak eller lettelser i engangsavgiftene. Elbiler er i dag fritatt fra engangsavgift, mens hybridbiler bare belastes med effektivavgift for brenselmotoren. I tillegg har elbiler adgang til å kjøre i kollektivfelt og er fritatt for avgift på kommunale parkeringsplasser. Disse tiltakene er gjennomført for å stimulere til uttesting av elbiler som mer miljøvennlig kjøretøYTEknologi.

En arbeidsgruppe under Finansdepartementet (Finansdepartementet, 2003) har gjennomført beregninger av en harmonisering av engangsavgiftene der elbiler betaler avgifter for motoreffekt og vekt slik som i dag, men der bensinkjøretøy betaler en avgift som er proporsjonal med CO₂-utslippene. Beregningene viser at dagens fritak fra engangsavgift for elbiler favoriserer elbiler klart mer enn en enhetlig fastavgift der elbiler betaler avgift for vekt, men ikke for CO₂-utslipp. Grunnen er at elbiler gjennomgående er tyngre enn tilsvarende bensinbiler. Et enhetlig avgiftssystem vil heve prisen svakt for hybridbiler. Resultatene illustrerer at særordningene for elbiler og hybridbiler er større enn det som kan rettferdiggjøres ut fra dagens utslippsforskjeller. Myndighetenes begrunnelse er da også en annen, nemlig å styrke læreeffekter og stordriftsfordeler slik at konkurranseevnen til de nye kjøretøYTEknologiene kan bedres.

5.4.3 Generelt om avgifter og innovasjon

Når avgiftsendringer skal vurderes i et innovasjonsperspektiv, er det altså sentralt å starte med konklusjonen om at endringer i støtte eller avgifter ikke kan begrunnes med gunstige miljøeffekter alene. En eventuell endring i engangsavgiften for nye kjøretøYTEknologier bør vurderes ut fra i hvilken grad man kan påvise ikke-internaliserte eksternaliteter i FoU-prosesser for nye kjøretøYTEknologier – læring, stordriftsfordeler, informasjonseksTERNALiteter mm. Ved vurderingen av hvor stor vekt Norge skal legge på slike eksternaliteter har vi tidligere argumentert for at det bør tas hensyn til i hvor stor grad norske forsknings- og næringsmiljøer kan delta i slike prosesser.

Ved vurderingen av avgiftslettelser for å stimulere til innfasing eller uttesting av elbiler eller andre teknologier, må man ta hensyn til at disse FoU-prosessene også kan stimuleres ved annen virkemiddelbruk, som FoU-støtte eller andre innovasjonstiltak rettet mot FoU-miljøer eller bedrifter. I noen grad står man altså overfor et valg mellom alternative støttemåter.

Referanser

- Cappelen, Å., T. Hægeland og J. Møen (2004): Bør OECD-målsettingen i norsk forskningspolitikk opprettholdes? Innspill til Forskningsrådet knyttet til forskningsmelding.
<http://odin.dep.no/ufd/norsk/tema/forskning/p30005331/bn.html>
- David, P., B. H. Hall og A. A. Toole: Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. Research Policy 29, 4-5, 497-529.
- Finansdepartementet (2003): Bilavgifter. Rapport fra en arbeidsgruppe. Avgitt til Finansdepartementet 30. april 2003. www.fin.dep.no
- Godø, H., L. Nerdrum, A. Rapmund og S. Nygaard (2003): Innovations in fuel cells and related hydrogen technology in Norway – OECD Case Study in the Energy Sector. NIFU Skriftserie nr 35/2003. Norsk institutt for forskning og utdanning, Oslo.
- Hervik, A. (2004): Samfunnsøkonomisk avkastning fra forskning. Innspill til Forskningsrådet knyttet til forskningsmelding.
<http://odin.dep.no/ufd/norsk/tema/forskning/p30005331/bn.html>
- Hydrogenutvalget (2004): Hydrogen som fremtidens energibærer. Norges offentlige utredninger 2004:11.
- Jaffe, A. B., R. G. Newell og R. Stavins (2003): Technological change and the environment. Kap 11 I "Handbook of Environmental Economics", Vol 1, (K. G. Mahler og J. R. Vincent (red), North Holland: Elsevier.
- Jordanger, E. m.fl. (2002): Hydrogen som energibærer. Energi- og utslippsregnskap for utvalgte energikjeder. Rapport TR A5715, SINTEF Energiforskning, Trondheim.
- OECD/IEA paper. Technology innovation, development And Diffusion. COM/ENV/EPOC/IEA/SLT (2003)4. IEA. Ingen forfatter.
- Weiss, M., J. B. Heywood, A. Schafer, V. Natarajan (2003): Comparative Assessments of fuel cell Cars. MIT LFEE 2003-001 RP. Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Energy and the Environment. Cambridge, MA.