SWEDISH ECONOMIC FORUM REPORT 2009

ENTREPRENÖRSKAP OCH INNOVATIONER FÖR HÅLLBAR UTVECKLING

ENTREPRENÖRSKAP OCH INNOVATIONER FÖR HÅLLBAR UTVECKLING

SWEDISH ECONOMIC FORUM REPORT 2009

Pontus Braunerhjelm (red.)
Christian Berggren
Karl Johan Bonnedahl
Jessica Eriksson
Mads Greaker
Michael Hoel
Fredrik Lagergren
Patrik Söderholm

©2009 Entreprenörskapsforum
ISBN: 91-89301-31-5
Tryck: E-print, Stockholm
Grafisk form: Klas Håkansson
Beställning: Entreprenörskapsforum, Järntorgsgatan 3, 703 61 Örebro
info@entreprenorskapsforum.se
www.entreprenorskapsforum.se

Förord

Entreprenörskap och innovationer för hållbar utveckling är den första rapporten i serien Swedish Economic Forum Report – en årligen återkommande forskningspublikation som utifrån kvalificerad forskning tar upp högaktuella och policyrelevanta frågor. Fokus kommer att ligga på de mikroekonomiska fundamenten för ekonomisk tillväxt, i synnerhet betydelsen av entreprenörskap, småföretagande och innovationer, för långsiktigt uthållig tillväxt. Syftet är att bidra till en fördjupad samhällsdebatt kring aktuella problem och presentera policyrekommendationer.

Årets rapport tar sin utgångspunkt i att vi alla omfattas av hur och om klimatproblemen blir lösta. Frågan är högaktuell med anledning av klimatmötet i Köpenhamn men kommer - oavsett hur förhandlingarna slutar - att leva kvar på agendan under många decennier framåt. Rapporten lägger fokus på vikten av att komplettera ett nytt klimatavtal med en väl genomtänkt global innovations- och teknikpolitik. Globala insatser behövs även på detta område för att lösa ett globalt problem.

Författarna till årets rapport är Christian Berggren, Karl Johan Bonnedahl, Jessica Eriksson, Mads Greaker, Michael Hoel, Fredrik Lagergren, Patrik Söderholm samt undertecknad. Vi författare svarar helt och hållet för de analyser och rekommendationer som lämnas i rapporten.

Stockholm i oktober 2009
Pontus Braunerhjelm
VD och professor, Entreprenörskapsforum

Innehåll

Förord 3

1. Hållbar utveckling eller allmänhetens tragedi? 7
Framtida utmaningar 9
Det institutionella ramverken för miljöpolitiken 14
Rapportens innehåll 16
De ekonomisk politiska slutsatserna 20
Behovet av global och nationell teknik- och innovationspolitik på klimatområdet 22

2. Internationellt samarbete, teknisk utveckling och klimat 27
Teknisk utveckling och klimatfrågan 27
Generella argument för en aktiv politik för teknisk utveckling 30
Klimatspecifika argument för teknikpolitik 33
Tillämpa extra sträng klimatpolitik för att främja teknisk utveckling 35
Globala instrument för tekniska genombrott 36
Globala subventioner till förädling och marknadsspridning 38
Globala regler för att främja marknadsspridning 40
Slutsatser 42
Bilaga: Inlärningskurvemodellen 44

3. Klimatpolitik och styrmedel för teknisk utveckling i energisektorn 47
Bakgrund och syfte 47
Att prissätta koldioxid och behovet av kompletterande styrmedel 48
En teknikneutral politik för teknisk utveckling och spridning 50
Teknikspecifika åtgärder i klimat- och energipolitiken 52
Stöd till havsbaserad vindkraft i Sverige: varför och hur? 54
Slutsatser och lärdomar 58

4. Hållbar konsumtion: (Hur) är det möjligt? 61
Konsumtion, miljöproblem och en hållbar utveckling 61
Vilka medel står till buds för att förändra konsumtionen i mer miljövänlig riktning? 65
Exemplet klimatmärkning 72
Vägar mot mer miljövänlig konsumtion 75

5. Att klara klimatkraven – Utmaningens vidd och behovet av en kombinerad närings- och klimatpolitik 83
”En procent av BNP” eller djupgående omvandling? 83
Utmaningens vidd och de moderna ekonomiernas fundamentala fossilberoende 84
Lärdomar från NMT: tekniskt framsynta beställare, standardisering, nordiskt samarbete och internationalisering 86
Svensk klimat- och näringspolitik idag: var finns de utvecklingsdrivande inslagen? 87
”Miljöbilsprogrammet” – en dyr och särpräglad svensk återvändsgränd 89
Energisektorn – stora överföringar via elcertifikat men var finns innovationspotentialen? 91
Internationella erfarenheter av utvecklingsdrivande reglering och subventionering 92
En ofullkomlig värld: Nödvändigheten av en sammansatt, ekonomiskt icke-optimal politikportfölj 96

6. Den gröna tillväxtindustrin 101
Cleantech i Sverige 102
Internationell branschbedömning 103
Det danska vi(n)dundret 104
Svenskt spetskunnande inom värme, kyla och system 115
Svenska affärsmöjligheter inom greentech, cleantech och kunskapsindustri 117
Vad kan staten göra? Konkreta förslag till ekonomisk-politiska åtgärder 120

Om författarna 123

Referenser 125

1. Hållbar utveckling eller allmänhetens tragedi?

Pontus Braunerhjelm

Gemensamma resurser, som klimatet eller världshaven, utan klara äganderätter blir lätt överutnyttjade. De negativa konsekvenserna av ett sådant marknadsmisslyckande – överutnyttjandet – slår mot samtliga användare. Fenomenet går under beteckningen allmänningens tragedi, men skulle lika gärna kunna kallas allmänhetens tragedi. Alla omfattas vi av hur och om klimatproblemen blir lösta.[1]

Klimatförändringarna är ett resultat av att för mycket växthusgaser deponeras i atmosfären. Genom att växthusgaserna släpper igenom solstrålning men hindrar värmeutstrålning ökar temperaturen vid jordytan. Det stora flertalet forskare är överens om att verksamheter som beror på människan är den troligaste förklaringen till den stigande globala medeltemperaturen.[2] Den genomsnittliga temperaturen bedöms ha ökat med 0,7 grader Celsius under de senaste 100-150 åren och för närvarande uppskattas ökningen vara 0,2 grader Celsius per årtionde, huvudsakligen orsakade av ökade utsläpp av växthusgaser.[3] Om inte kraftfulla åtgärder vidtas för att reducera utsläppen pekar prognoserna på en fortsatt uppvärmning med åtminstone två grader fram till 2100 och därefter ytterligare temperaturhöjningar, med potentiellt katastrofala effekter i särskilt de fattigare länderna.

I december 2009 träffas världens ledare i Köpenhamn för att komma överens om det ramverk som ska styra nationernas framtida åtagande för att reducera och på sikt stoppa uppvärmningen av atmosfären. Det handlar i första hand om att begränsa de s k växthusgaserna. I skrivande stund vet vi inte vad utfallet kommer att bli av dessa förhandlingar. Att döma av de diskussioner som föregått förhandlingarna är det rimligt att inte ha allt för stora förväntningar. Däremot råder ingen osäkerhet om att – oavsett hur förhandlingarna slutar – frågan kring klimathotet och vilken politik som är lämplig för att minska växthusgaserna och den globala uppvärmningen kommer att leva vidare under många decennier framåt.

1) Den följande framställningen baseras i vissa delar på Braunerhjelm m fl (2009, kapitel 9).
2) Se Eklund (2009) för en mer övergripande genomgång.
3) Koldioxidutsläppen beräknas öka med 70 procent fram till 2050 om inga åtgärder vidtas (OECD 2008g). BRIC-länderna svarade 2008 för ungefär lika stora utsläpp som OECD. Kyotoprotokollet identifierar sex växthusgaser varav koldioxid är den viktigaste (svarar för drygt 60 procent av växthusgaserna), metan och dikväveoxid bidrar med 20 procent. En mycket potent växthusgas är lustgas där ett ton utsläpp motsvarar ca 300 ton koldioxid.

Ett globalt omfattande avtal för att begränsa utsläpp av växthusgaser är sannolikt ett av de mest politiskt komplexa projekt som världens ledare ställts inför. Farhågor kring effekten på tillväxten i särskilt utvecklingsländer, utformandet av mekanismer för att globalt sammanlänka regional handel med utsläppsrättigheter, bördefördelningen, effekter på internationell handel, intressegruppers olika inverkan – allt gör processen ytterst komplicerad. Samtidigt är ett trovärdigt avtal som efterlevs sannolikt nödvändigt för att undvika mycket omfattande förändringar av livsbetingelserna på jorden. Ett misslyckande kan också föra med sig säkerhetspolitiska konsekvenser där tillgång till råvaror, land och vatten blivit strategiskt viktiga frågor. Miljörelaterade folkvandringar kan komma att följa med svåröverskådliga konsekvenser. Vikten av en förhandlingslösning i Köpenhamn kan inte nog understrykas.

Ett starkt argument för att sätta in åtgärder som reducerar växthusgaserna nu är att de samhällsekonomiska kostnaderna för att vänta kan bli betydande. Uppskattningsvis handlar det om en permanent minskning av global BNP med fem till 20 procent. Det ska ställas i relation till den uppskattade kostnaden för att vidta nödvändiga åtgärder idag – en till fyra procent av global BNP (Stern 2006, OECD 2008, 2009). Även om det pågår en diskussion kring storleken på dessa kostnader och när de kan förväntas inträffa, har motargumenten för att avvakta med åtgärder tunnats ut väsentligt.[4] Osäkerheten om tidsförlopp och magnitud av utsläppen av växthusgaser är dock inte undanröjd, men mycket talar för att uppvärmningen snarast går fortare än vad som tidigare prognostiserats.

Inför Köpenhamnsmötet kan också konstateras att hittills har inga nya kostnadseffektiva alternativ till fossila bränslen (sedan tidigare finns kärnkraft och vattenkraft som de dominerande alternativen) kommit fram, åtminstone inte så länge dessa inte bär sina fulla externa kostnader. Det innebär att troligtvis kommer olja och kol fortsätta att dominera den globala energiförbrukningen under lång tid framöver. Effektivisering i befintliga energisystem liksom lagring av koldioxid är följaktligen viktiga inslag för att minska utsläppen av växthusgaser. Men det löser inte problemen långsiktigt. En framgångsrik övergång till mer hållbara energisystem förutsätter därför en snabb teknisk utveckling.

Enligt det Internationella Energiorganet (IEA, 2008) beräknas den framtida användningen av fossila energislag öka markant. År 2030 uppskattas andelen fortfarande uppgå till 80 procent av totalt konsumerad energi. Huvudsakligen drivs utvecklingen av stigande efterfrågan i Kina och Indien under de närmast kommande decennierna. IEA bedömer också att oljetillgångarna räcker till för att möta ökningen i efterfrågan, samtidigt som det kommer att finnas stora tillgångar kol och oljesand. De fossila energislagen kommer därför sannolikt inte ’prisa ut’ sig från marknaden. Till detta kommer

4) En livlig diskussion om antagandena kring diskonteringsräntan, dvs prisutvecklingen över tid, följde på Stern-rapportent. Det har hävdats att dessa var orimliga och politiskt betingade (Nordhaus 2007). T ex Heal (2008) kommer till en annan slutsats. För en översikt se Persson och Sterner (2008). Se t ex Eklund, Häggström och Rummukainen (2009) för en sammanfattande och koncis genomgång.

effekterna av den 'gröna paradoxen' att bidra. Den innebär att satsningar på alternativa energislag i de industrialiserade länderna som resulterar i lägre efterfrågan på fossila bränslen, och därmed lägre priser, i sin tur kommer att leda till högre konsumtion av dessa i utvecklingsländer (Sinn 2008).

Den bakgrund som skisserats ovan väcker en rad frågor på såväl global som nationell nivå. Hur ska en politik utformas som förmår de utvecklingsländer som tidigare inte ratificerat avtalet att medverka denna gång? Hur ska bördorna fördelas mellan länder? Är det möjligt att förena tillväxt i utvecklingsländerna med minskade utsläpp? Måste inte ett avtal som fördelar utsläppskvoter också utforma riktlinjer för hur alternativa energier ska utvecklas? Vad styr efterfrågan och hur kan konsumenternas val påverkas? Förutsätter inte en lösning av de globala miljöproblemen också en global innovations- och teknikpolitik för en övergång till fossilfria energikällor? Hur – och om – ska globala insatser koordineras med nationell politik? I ett mer specifikt svenskt sammanhang aktualiseras frågan i vilken utsträckning miljöteknik och cleantech kan förväntas ersätta industrier som håller på att fasas ut ur den svenska näringslivsstrukturen.

Dessa frågor behandlas i rapporten med fokus på vikten av en genomtänkt innovations- och teknikpolitik på klimatområdet. Vi inleder detta kapitel med en diskussion kring de utmaningar som klimatpolitiken kommer att ställas inför under de närmaste årtiondena. En utmaning i sig är att få en fullständig bild av storleken på de samlade utsläppen och hur politiken påverkar dessa. Därefter följer en kortfattad beskrivning av de politiska initiativ som tagits på klimat- och miljöområdet, samt de institutionella ramverk som formats på global nivå, inom EU och i Sverige. I det följande avsnittet presenteras huvuddragen i respektive kapitel, medan de huvudsakliga ekonomisk-politiska slutsatserna sammanfattas i det avslutande avsnittet.

Framtida utmaningar

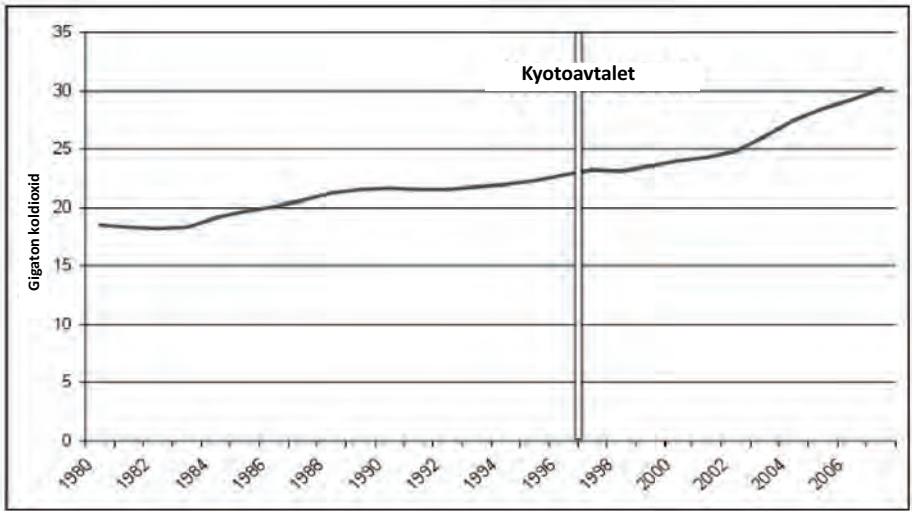
Under 1990 ökade utsläppen av koldioxid med 1,3 procent per år vilket steg till 3,3 procent under 2000-talet (2000-2006). Detta trots Kyoto-avtal och en ökande insikt om problemen med uppvärmningen av jorden. Skillnaderna förklaras knappast av olika konjunkturcykler generellt – båda perioderna karaktäriseras av upp- och nedgångar. Mer troligt är att det större antal utvecklingsländer som integrerades i den globala ekonomin under 2000-talet, och den industrialiseringsfas de befann sig i, bidrog till de ökade utsläppen av koldioxid. Detta, liksom den ökande handeln, påverkade förbrukningen av fossila bränslen och utsläppen av växthusgaser.

Målsättningen att begränsa uppvärmningen till två grader Celsius har förhandlats fram inom UNFCCC.[5] Den nivån på uppvärmningen har bedömts som realistisk för att undvika skadliga klimatförändringar. Det bygger på att utsläppen av växthusgaser kan

5) United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) bildades 1994 med syfte att föra fram åtgärder som kan minska den globala uppvärmningen.

reduceras med 50 procent fram till 2050. Utgångspunkten är att vi ännu inte har nått koncentrationer av växthusgaser i atmosfären som är farliga för klimatet samt att instrumenten för dagens klimatpolitik är effektiva. Dock anses de behöva utsträckas till att omfatta fler länder.

Figur 1: Globala koldioxidutsläpp före och efter Kyotoavtalet



Källa: Fölster och Nyström, 2010.

Dessvärre finns det anledning att förhålla sig skeptiskt till en sådan positiv verklighetsbeskrivning. Såväl beräkningsgrunder som antaganden om effektiviteten i dagens insatser för att möta klimathotet kan ifrågasättas. Systemen är som regel mycket komplexa och för att fullt ut förstå konsekvenserna av olika åtgärder måste samtliga effekter beaktas. Särskilt graverande är att ofta inkluderas endast de direkta miljöeffekterna av ekonomiska aktiviteter i de scenarier som presenteras. Därför kan existerande politiska interventioner framstå som effektiva medel för att reducera växthusgaserna. Men de indirekta effekter som uppstår i andra och tredje led kan ha betydande negativa effekter som till och med överstiger den initiala miljövinsten av en införd policyåtgärd.

De sedvanliga instrumenten för att minska utsläppen är en kombination av skatter, subventioner och regleringar. Alla tillämpas i Sverige – t ex skatter på fossil energi, subventioner till alternativ energi och regleringar som t ex pumplagen eller handel med utsläppsrättigheter. Effektiva åtgärder på såväl produktions- som konsumtionssidan kan förväntas leda till dels en minskning av aktiviteter som släpper ut koldioxid, dels att utsläppen minskar för en given nivå på produktionen. Skatter och subventioner påverkar kostnader och relativa priser vilket i sin tur styr agerandet hos producenter och konsumenter.

För att de önskvärda effekterna ska uppnås måste emellertid policy-åtgärderna vara utformade så att alla delar i utsläppsprocessen inkluderas. Antag att en kombination av ovan nämnda policy-instrument leder till direkta effekter som att produktion avvecklas, transporter läggs om eller att installationer av bergvärmepumpar ökar. Det kommer också föra med sig diverse indirekta effekter. Dessa kan vara en flytt av produktion till andra länder med ett annat regelverk (s k läckage) eller förändrad konsumtion till t ex importerade varor, vilket ökar utsläppen. Politiken ger alltså upphov till s k återföringseffekter (feedbacks) som innefattar läckage och rekyleffekter (rebound). Dessa är inte helt väldefinierade men Fölster (2009) förslår att de översiktligt kategoriseras i följande fyra grupper: läckage av växthusgaser pga omlokalisering av produktion, rekyler på dels regional/nationell nivå, dels global nivå, samt innovationseffekter kopplade till prisutveckling pga knapphet eller ekonomisk politiska åtgärder. Vi kommer nu kortfattat beskriva dessa återföringseffekter.

Koldioxidläckage

Ett system för att minska utsläpp av koldioxid som inte är globalt har lett till farhågor för att s k koldioxidläckage ska uppstå, dvs att produktionen omlokaliseras och koncentreras till länder som inte omfattas av regleringar eller utsläppsrättshandel. Enligt OECD (2008a, b) är koldioxidläckaget idag relativt begränsat men riskerar, beroende på hur många och vilka länder som omfattas av ett klimatavtal, att bli omfattande. En kostnadsökning för mer energiintensiv produktion som uppgår till en procent uppskattas kunna leda till en minskad produktion i Europa med upp till tre till fyra procent. Omvandlat i koldioxidläckage innebär det ökade utsläpp med knappt 13 procent fram till 2020 i jämförelse med om produktion blivit kvar i Europa och underkastats de strängare kraven.[6]

Ett avtal som omfattar samtliga större användare – Kina m fl – av fossila bränslen är följaktligen centralt för att utsläppen effektivt ska kunna reduceras. Också IPCC (2007) har, baserat på simuleringar, dragit slutsatsen att läckagen kommer att bli tämligen modesta på kort sikt. På längre sikt kan effekterna förväntas vara större. Om de mest koldioxidintensiva industrierna inte inkluderas – pga av läckage – uppskattar OECD att kostnaderna ökar med 50 procent för att nå utsläppsmålen. Det är alltså angeläget att merparten av industrier och länder omfattas av avtalen.

Rekyleffekter – lokala och globala

Förändrade relativa priser påverkar beteendet hos producenter och konsumenter, t ex genom läckage som redogjorts för ovan. Det är alltså en form av rekyleffekt som kan motverka eller hindra andra åtgärder som t ex effektiviserad energianvändning, förändrad produktionsteknologi mot icke-fossila bränslen eller handel med utsläppsrättigheter. Stern (2006), liksom IPCC, har blivit kritiserad för att bortse från dessa rekyleffekter (Sorrell 2007). De kan vara betydande och ligger enligt flera bedömningar

6) Under förutsättning att politiken syftar till 50 procent reducering av utsläppen 2050, se Fölster (2009).

i häradet fem till 65 procent av den ursprungliga minskningen i utsläppen.[7] Brännlund m fl (2007) visar att en initial energibesparing på 20 procent kan i slutändan leda till ökade utsläpp med fem procent, dvs när också de indirekta effekterna tas med i kalkylen ökar de totala utsläppen.[8]

På global nivå kan liknande rekyleffekter också uppstå. Mest känt är den ovan nämnda gröna paradoxen. Fossila bränslen blir följaktligen ett mer attraktivt val för utvecklingsländer när priserna faller. Till detta ska läggas hur globala producenter av fossila bränslen kan förväntas agera vad gäller utvinning av sina produkter över tiden för att långsiktigt maximera sina vinster. Detta har att göra med förväntade priser samt konsumenternas priskänslighet och möjlighet att skifta mellan olika energislag. Också organisationen av produktionen och handelsvolymer kan komma att påverkas.

På konsumtionssidan uppstår både en inkomsteffekt och en substitutionseffekt. Den förra – t ex på grund av att subventionering av alternativa energislag (värmepumpar) – leder till en högre disponibel inkomst vilket i sin tur kan påverka konsumtion och utsläpp (t ex fler utlandsresor). Substitutionseffekten innebär att ett dyrare alternativ (t ex oljeuppvärmning) ersätts av ett relativt billigare (t ex värmepump) vilket har en positiv effekt på utsläppen. Den sammanlagda effekten är dock inte nödvändigtvis positiv.

Innovationseffekter

Slutligen något om hur innovationer kan förväntas bli påverkade av en förväntad prisutveckling på fossila bränslen, men också hur innovationer kan påverka relativa priser. Satsningar på grön teknik kan förväntas bli mer lönsamma ju högre priset är på fossila bränslen, vilket ökar innovationsbenägenheten. Det understryker vikten av en fungerande marknad. Skulle de tekniska framstegen leda till kostnadsminskningar som är så pass påtagliga att fossila energislag helt konkurreras ut från marknaden har det naturligtvis en otvetydigt positiv effekt. Utsläpp av växthusgaser minskar och innovationer bidrar till att den globala uppvärmningen dämpas.

Återigen kan dock priseffekter uppstå pga framgångsrika innovationer. Ökar användningen av alternativa energislag kommer det sannolikt att leda till ett fall i priset på fossila bränslen. Det innebär att den gröna paradoxen kan slå till och att den totala effekten förblir oklar (Popp 2006). Om den globala efterfrågan skulle vara oförändrad eller öka så kan spridningen av den nya tekniken påskyndas genom att en skatt läggs på fossila bränslen för att hålla de relativa priserna oförändrade (vilket dock är svårt att genomföra globalt). Subventioner till grön teknologi, eller till innovationsverksamhet, för att få fram alternativa energislag bör således kombineras med en skatt på fossila bränslen.

Det är viktigt att olika tekniklösningar ges samma möjlighet att komma fram, dvs att teknikneutralitet föreligger. Det ska inte förväxlas med avsaknad av en aktiv teknikpo-

7) Se Sorrel m fl (2009) för en översikt.
8) Avser transport- och uppvärmningssektorerna.

litik, men att försöka plocka ut vinnande framtidstekniker är förenat med betydande risker. För några år sedan framstod etanol som en mycket lovande väg att minska utsläppen kopplade till transporter – idag är bedömningen betydlig mer tveksam, t o m den omvända, beroende på hur etanolen utvinns. Generellt kan en större mängd av selektiva skatter, subventioner, standards och liknande styrning skapa osäkerhet för investerare och riskerar att minska inflödet av riskkapital till miljötekniksektorn. Att det finns en given standard kan underlätta för innovationer men det förutsätter en väl genomtänkt utformning: standards kan också innebära att den senaste teknikutvecklingen inte kommer med. I tidiga skeden kan det vara klokt att låta olika tänkbara standards testas av marknaden.

Sammanfattningsvis är det svårt att uppskatta hur dessa indirekta effekter påverkat klimatet. Ofta samverkar de på ett komplext sätt som är svårt att härleda. Men det innebär naturligtvis inte att man kan bortse från dem. När EU skisserar hur utsläppen ska kunna minska med åtminstone 20 procent fram till 2020 tas inte hänsyn till de ovan nämnda återkopplingseffekterna. För att verkligen kunna nå en hållbar global utveckling är det nödvändigt att dessa inkluderas i analysen och att utsläppen mäts korrekt. Likaså ägnas för lite uppmärksamhet åt vad en ökad användning av biomassa på kort sikt kan innebära för klimatet på lite längre sikt. Finns det irreversibiliteter i systemet som innebär långsiktigt negativa konsekvenser av en temporär ökning av koldioxidhalter och global uppvärmning?

Under förutsättning att de totala effekterna – direkta plus indirekta – inkluderas i analysen framgår vikten av radikala tekniska framsteg och innovationer än tydligare för att långsiktigt lösa klimatproblemen. På kort sikt är det dock svårt att föreställa sig en massiv omläggning av den installerade globala produktionskapaciteten, som i regel bygger på tillgång av fossila bränslen. Stimulanser för att effektivsera energianvändning är sannolikt ett nödvändigt om än inte tillräckligt villkor för att reducera utsläppen av växthusgaser. Likaså att främja beskogning och liknande åtgärder för att binda mer koldioxid i naturen.

Även om det skulle finnas internationella avtal rörande utsläppskvoter som leder till minskad utvinning av fossila bränslen är incitamenten att bryta mot dem betydande: så länge majoriteten håller sig till avtalet kan avkastningen på att fuska vara mycket hög, ett klassiskt kartellproblem. Sanktionsmöjligheterna är obefintliga. På medellång till lång sikt måste därför ny teknik ta vid som gör extrahering av fossila bränslen olönsamma. Att utforma en global teknik- och innovationspolitik som står i samklang med nationella satsningar för att lösa ett globalt problem är därför en strategiskt viktig uppgift som ännu inte påbörjats.

Det institutionella ramverken för miljöpolitiken

Innan vi går in på innehåller i rapporten och de ekonomisk-politiska reformer vi föreslår, diskuteras kortfattat de existerande regelverken och hur dessa utvecklats sedan början på 1990-talet. Vi inleder med den globala nivån för att därefter övergå till EU och slutligen Sverige.

Globala initiativ för att minska utsläpp

FN:s klimatkonvention från början av 1990-talet utgör ett första steg mot ett globalt regelverk. Ett andra steg togs genom det s k Kyotoprotokollet 1997 där nationella utsläppskvoter fastställdes för de deltagande länderna. För perioden 2008-2012 är det endast industriländerna, med undantag för USA, som tilldelats sådana kvoter. För EU motsvarar summan av dessa utsläppskvoter 92 procent av ländernas samlade utsläpp 1990.

Kyotoprotokollet är ett globalt utsläppshandelssystem som är tänkt att över tiden omfatta allt fler länder och anlägga mer ambitiösa utsläppsmål. För att öka kostnadseffektiviteten i utsläppsmekanismerna definierar Kyotoprotokollet ett antal s k flexibla mekanismer genom vilka de deltagande länderna kan handla utsläppsutrymme mellan varandra och över tiden.[9] Med fungerande handel etableras ett internationellt pris på utsläpp med kapacitet att leda fram till en kostnadseffektiv fördelning av utsläppsminskningar.

De s k flexibla mekanismerna består av köp av internationella utsläppsrättigheter (AAU)[10] samt s k gemensamma genomföranden (JI, joint implementation) i länder med utsläppsåtaganden enligt Kyotoprotokollet. JI innebär kortfattat att det finns möjlighet att reducera utsläppen i andra länder istället för i det egna landet. Till Kyotoprotokollets flexibla mekanismer räknas också mekanismen för ren utveckling (CDM, clean development mechanism) som används i länder utan utsläppsåtagande (främst utvecklingsländer). CDM kan t ex innebära skogsplanering (s k kolsänkor) eller investeringar för effektivare energianvändning i värdlandet.[11] Samlande beteckning för dessa utsläppsreduceringar, eller utsläppsrätter är Kyotoenheter.

Ett koldioxidläckage skulle kunna aktualisera någon form av klimattullar men de politiska konsekvenserna av att införa sådana anses av t ex OECD vara för stora. Samarbete som fokuseras på att minska utsläppen i särskilt koldioxidintensiva sektorer anses vara att föredra. Frankel (2009) och Pauwelyn (2007) argumenterar för att insatser bör riktas mot vissa sektorer, samt att klimattullar kan vara en effektiv sanktion som dessutom sannolikt är förenligt med WTOs regelverk.

9) Sådan handel påverkar dock inte de totala utsläppen utan omfördelar dem endast.
10) Assigned amount units (AAUs) tilldelas länder som ratificerat Kyotoprotokollet fr o m 2008. Genom det s k länkdirektivet har de flexibla mekanismerna knutits till EUs handel med utsläppsrättigheter. Se t ex Energimyndigheten (2008).
11) Avskogning uppskattas stå för 20-25 procent av världens utsläpp av växthusgaser.

EU

EU svarar för ungefär 14 procent av de globala växthusutsläppen. Unionen har till 2020 satt upp ett ensidigt mål att reducera växthusgaserna med 20 procent jämfört med 1990 (30 procent om andra industriländer inför jämförbara mål), att förnybar energi ska stå för 20 procent av total energitillförsel samt att andelen biodrivmedel ska uppgå till 10 procent. Uppvärmningen ska begränsas till två grader Celsius.[12] I ett lite längre tidsperspektiv är målet att halvera utsläppen till år 2050 och 2100 ska utsläppen helt ha upphört. EU har en uttalad politisk ambition att ”gå före” i klimatpolitiken, dvs att vara ledande globalt när det gäller åtgärder som minskar utsläpp av växthusgaser och att överträffa ambitionerna i Kyotoprotokollet.[13]

För att uppfylla åtagandena i Kyotoprotokollet har EU infört ett obligatoriskt system (EU-ETS, European Union-Emission Trading System) för handel med utsläppsrätter (EUA, europeiska utsläppsrättigheter). Systemet omfattar vissa industrigrenar och energiproducenter i hela EU och omfattar knappt hälften av utsläppen inom EU (transportsektorn ingår inte), men ambitionen är att i princip samtliga näringar på sikt ska omfattas. Systemet reglerar också hur Kyotoenheter kan omvandlas till EU-ETS. Företagen har vissa möjligheter att importera Kyotoenheter till EU-ETS och på så sätt höja systemets taknivå.

Tilldelning av utsläppsrätter har under den första s k handelsperioden (2005-2008) skett enligt ’grandfathering’ principen, d v s administrativ fördelning baserad i förhandlingar. För kommande perioder är ambitionen att tilldelningen ska bli mer restriktiv och delvis baseras på auktionering. Gratis tilldelning av utsläppsrättigheter betyder att stora resurser tillfaller de reglerade företagen istället för de som utfärdar rättigheterna, i första hand regeringar. Fördelen med ’grandfathering’ är emellertid att det motverkar koldioxidläckage eftersom företagen har mindre att vinna på att flytta till ett land som inte omfattas av regelverket. EU-ETS kompletteras med riktade styrmedel som skatter, utsläppskrav och standards för den icke-handlade sektorn.

Sverige

Sverige står för 0,2-0,3 procent av de globala utsläppen av växthusgaser, vilket innebär de lägsta utsläppen per BNP-enhet bland industrialiserade länder med undantag av Schweiz. Det beror främst på våra stora andelar vatten- och kärnkraft (koldioxidfri produktion) samt utbyggnaden av kraftvärme (fjärrvärme) med biobränsle. Kostnaderna för ytterligare minskade utsläpp är emellertid relativt höga i Sverige. För att fortsättningsvis klara av detta krävs ett teknikskifte.

Med utgångspunkt i EU:s klimatmål har regeringen slagit fast tre övergripande mål för svensk klimatpolitik: Ett globalt temperaturmål med en maximal uppvärmning på två

12) Vilket sannolikt förutsätter en halt av 400 ppm koldioxidekvivalenter i atmosfären (det s k koncentrationsmålet). Stern-rapporten förordar en stabilisering på 500-550 ppm. Grunden för temperaturmålet (naturvetenskapligt eller politiskt) har ifrågasatts (se t ex Hållbarhetskommissionens hearing).

13) Inom EU ökade dock utsläppen snarast mellan 1997 till 2005, dock har inte kolsänkor eller utnyttjande av flexibla mekanismer inräknats (Karlsson och Parker 2008).

grader, ett globalt koncentrationsmål (400 ppm koldioxidekvivalenter) samt utsläppsmål för Sverige på kort (2012), medellång (2020) och lång sikt (2050).[14] Enligt den överenskommelse som träffats mellan regeringspartierna i februari 2009 ska Sverige till 2020 minska sina koldioxidutsläpp med 40 procent i förhållande till 1990 (målet gäller för de verksamheter som inte omfattas av systemet för handel med utsläppsrätter). Förnybar energi ska stå för 50 procent av förbrukningen (vindkraft kan komma att öka från två till 25 terrawattimmar) och energieffektiviseringen ska minska energiförbrukningen med 20 procent. Vidare ska koldioxidskatten höjas och år 2030 ska svenska fordon vara oberoende av fossila bränslen.

Rapportens innehåll

Rapporten innehåller fem analytiska kapitel och inleds med, *Internationellt samarbete, teknisk utveckling och klimat*. Författarna Michael Hoel och Mads Greaker börjar med observationen att en stark och hållbar ekonomisk tillväxt är ett nödvändigt villkor för att lyfta stora befolkningsgrupper ur fattigdom. Samtidigt innebär ekonomisk tillväxt högre energiförbrukning och som det ser ut idag kommer den energin huvudsakligen att komma från fossila energikällor. Det betyder i sin tur att utsläppen av koldioxid kan komma att mer än fördubblas fram till 2050. Samtidigt måste världen för att få klimatproblemet under kontroll antagligen halvera utsläppen av koldioxid före 2050. Utan en betydande teknisk utveckling är därför forsatt ekonomisk tillväxt för utvecklingsländerna och en lösning av klimatproblemet en omöjlig kombination.

Klimatproblemet är ett globalt miljöproblem. Oavsett vilket land utsläppen kommer från får de exakt samma konsekvenser för klimatet. Enskilda länders utsläpp av klimatgaser varierar starkt, men utgör bara en mindre del av de samlade utsläppen. Det betyder att flertalet länder i begränsad mån på egen hand kan påverka de globala utsläppen av klimatgaser. För att få en minskning av utsläppen till stånd måste flertalet länder vidta åtgärder. Syftet med det nuvarande Kyotoprotokollet är just att få så många länder som möjligt att samtidigt vidta åtgärder för att minska utsläppen. Kyotoprotokollet innebär emellertid inga åtaganden i fråga om teknisk utveckling. Inom UNFCCC pågår visserligen arbete som har med teknisk utveckling att göra, men fokus är här främst inställt på att sprida befintlig teknik till utvecklingsländer. Det finns dock få konkreta förslag när det gäller att få en ökad spridning till stånd eller hur ett globalt avtal skulle kunna utformas, vilket diskuteras i kapitlet.

Författarna tar främst sikte på teknisk utveckling och innovationer som har till syfte att minska utsläpp av koldioxid, som är den överlägset viktigaste av klimatgaserna. I det perspektivet skiljer de mellan tre typer av teknisk utveckling: åtgärder som leder till energieffektivisering, lägre kostnader för fossilfri energi och transporter och slutligen lägre kostnader för rening och långsiktig lagring av koldioxid. Avslutningsvis diskuteras tänkbara

14) Se SOU 2008/09:162. Klimatberedningen (SOU 2008:24) bedömer att Sverige kommer att uppnå målet 2008-2012 (fyra procent lägre än 1990). Det långsiktiga målet innebär utsläppsreduceringar med 75-90 procent i förhållande till 1990 års nivå.

ekonomisk-politiska åtgärder för att besvara de två frågor som presenteras inledningsvis, dvs om en uppföljning av Kyotoprotokollet bör innehålla ömsesidiga åtaganden mellan länder som rör klimatvänlig teknisk utveckling och hur dessa i sådana fall ska utformas.

Kapitel tre tar att ett tydligare avstamp i de svenska förutsättningarna för en aktiv teknikpolitik - *Klimatpolitik och styrmedel för teknisk utveckling i energisektorn.* Patrik Söderholm konstaterar att de miljöproblem som världen står inför idag innebär stora utmaningar i form av framtida privata och offentliga investeringar i ny och existerande teknik. Detta förutsätter i sin tur styrmedel som ger tydliga och effektiva incitament att genomföra dessa investeringar. För att åstadkomma en långsiktig stabilisering av det globala klimatet på ett kostnadseffektivt sätt krävs dessutom åtgärder som inte bara stimulerar introduktionen av redan etablerad teknik men även främjar utvecklandet samt spridningen av ny resurssnål och inte minst koldioxidfri energi- och miljöteknik.

En viktig policyfråga blir därför om – och i så fall hur – en aktiv teknikpolitik bör komplettera den traditionella klimatpolitiken som koldioxidskatter och utsläppshandel. Utan tvekan finns en uppsjö möjliga tekniska lösningar och åtgärder som kan åstadkomma väsentliga reduktioner i de globala utsläppen av växthusgaser, men analyser av kostnader för dessa åtgärder samt hur dessa kostnader kan reduceras på ett effektivt sätt med hjälp av såväl offentliga som privata åtgärder, är mindre frekventa.

Kapitlet bidrar med en principiell analys av möjliga samhällsekonomiska motiv för offentliga satsningar på miljö- och energiteknik, och diskuterar de viktigaste lärdomarna för utformandet av politiska styrmedel. En viktig distinktion görs mellan teknikneutrala och tekniкspecifika styrmedel; i ljuset av de fundamentala osäkerheter som råder om framtida teknologiers potentialer och kostnader, är statliga myndigheter sällan de mest lämpade för att välja ut vilka specifika teknologier som ska stödjas och när t ex stödet ska upphöra.

Författaren argumenterar för att det finns en rad viktiga teknikneutrala åtgärder som bör utgöra fundamentet för en effektiv teknikpolitik inom klimat- och energiområdet. Det kan dock finnas utrymme för mer riktat teknikstöd, men sådana åtgärder innebär tydliga svårigheter med att välja ut de mest lovande teknologierna för offentligt stöd (s k ”picking winners”). Författaren diskuterar under vilka generella förutsättningar offentligt stöd till utvalda teknologier kan vara samhällsekonomiskt motiverade. Några av de utmaningar som teknikpolitiken måste hantera exemplifieras genom att i mer detalj diskutera frågan om vad som kan tala för respektive emot ett riktat stöd till havsbaserad vindkraft i Sverige.

Ekonomins konsumtionssida behandlas i kapitel fyra av Jessica Eriksson och Karl Johan Bonnedahl i *Hållbar konsumtion: (Hur) är det möjligt?* Utgångspunkten är att människan påverkar miljön beroende på vad, hur och inte minst hur mycket hon konsumerar.

Baserad på den s k IPAT-modellen (environmental Impact, Population, Affluence och Technology) studeras miljökonsekvenserna av samhällets aktiviteter. Modellen belyser delvis konflikten mellan ekonomiska (samhällsvetenskapliga) och ekologiska (naturvetenskapliga) perspektiv. Medan ekonomen tar konsumtionen som signal för att samhälleliga värden har skapats och mänskliga behov tillfredställts belyser ekologen villkor för ekosystemens överlevnadsförmåga (resiliens), omsättningen av naturgivet kapital (malm, fisk, vatten etc.) och en tilltagande oordning (entropi).

En konsekvens av det renodlade ekonomiska perspektivet är att konsumtionsökningar per definition är positiva och ska eftersträvas, medan ett ekologiskt perspektiv istället pekar på gränser för ekonomisk verksamhet, inklusive konsumtionens nivå, innehåll och utvecklingstakt. Skillnaderna i perspektiv har betydande konsekvenser för hur vi ser på problem, lösningar och hanteringen av målkonflikter, och en viktig utmaning för samhället är att så långt möjligt samordna dessa perspektiv. Enligt en nyligen publicerad FN-rapport var 60 procent av 24 studerade ekosystem överutnyttjade 2005. Andra beräkningar visar att den globala konsumtionen överskrider ekosystemens uthålliga kapacitet med 30 procent.

Övergången till mer av ett tjänstesamhälle innebär en relativ ökning av konsumtionens immateriella inslag (dock inte minskade materiella inslag). I kapitlet visas också att de rekyleffekter, som diskuterats ovan, innebär förändringar i beteende, organisering och konsumtion. Delvis tenderar dessa förändringar urholka de miljövinster som olika policyinitiativ inneburit. Effektivisering är nödvändig, men har hittills inte erbjudit en tillfredsställande lösning.

Sammantaget konstateras ett stort och ökande tryck på miljön, där konsumtionens nivå, innehåll och utveckling är av central betydelse. En viktig pusselbit för att nå en hållbar utveckling är alltså att söka förändra konsumtionen så att den håller sig inom de gränser som ekosystemen långsiktigt tillåter. I kapitlet diskuteras mekanismer som kan användas för att styra mot en mer miljövänlig konsumtion. Dit hör förändringar i normer och värdegrund, tydlig och trovärdig klimatmärkning samt också ett förbättrat samspel mellan företag, konsumenter, myndigheter och andra organisationer för att lyfta fram och använda mekanismer med positiva miljöeffekter.

Betydelsen av att kombinera olika politikområden för att klara klimatmålen har påpekats i några av de tidigare kapitlen och är också ett genomgående tema i Christian Berggrens bidrag, *Att klara klimatkraven – utmaningens vidd och behovet av en kombinerad närings- och klimatpolitik*. De negativa effekterna av växthusgaser på klimatet som avsmältning av glaciärer, försvinnande havsis och frekventa värmeböljor, får nu anses vara klart belagda. Givet att ekonomisk tillväxt i flera hundra år åtföljts av ständigt stigande utsläpp innebär detta en enorm utmaning. Kapitel fem inleds med en bakgrund om omvandlingens skala som enligt makroekonomiska bedömningar kan

förväntas ta en till två procent av global BNP i anspråk årligen. De låga procenttalen skymmer lätt den enorma vidden i denna utmaning – liksom de möjligheter den öppnar. Om omvandlingen ska lyckas krävs en politik som bejakar omfattande processer av det som ekonomen och innovationsforskaren Joseph Schumpeter kallat ”kreativ förstörelse”. Gamla företag, tekniker och branscher går under för att lämna plats för nya tekniker, nya kombinationer och nya entreprenörer. I denna process riskerar en del regioner och länder att sjunka tillbaka, medan andra kan dra nytta av de nya investeringarna, innovationerna och industrierna. Men för att detta ska ske krävs en insikt bland beslutsfattare om utmaningens storleksordning, och vikten av att långsiktigt förena klimat-, skatte- och näringspolitik så att resultatet inte främst blir förstörelse utan framför allt förnyelse.

Författaren presenterar därefter ett hittills oöverträffat exempel på teknik- och branschförnyelse i Norden – utvecklingen av det nordiska mobilnätet på 1970- och 80-talen. Lärdomar från denna dynamiska process jämförs med svagheterna i nuvarande insatser för klimatomställning, med exempel från transport- och energisektorn. De följs av en fördjupad analys av olika stödåtgärder och regleringar som prövats internationellt för att driva fram miljömässiga förändringar i dessa sektorer. Utifrån dessa historiska och aktuella exempel förordar författaren en repertoar av kombinerad klimat- och näringspolitik, som både kan driva på den nödvändiga omställningen av industrin till minimalt fossilberoende i Sverige och stödja framväxten av nya tekniker och företag.

Avslutningsvis beskriver Fredrik Lagergren i kapitel sex den svenska cleantech-branschen i *Den gröna tillväxtindustrin*. Cleantech har på kort tid blivit ett samlingsbegrepp för ett brett område av teknologier, produkter och satsningar som förbättrar miljö eller effektiviserar energianvändningen. Själva ordet cleantech lär ha myntats av företaget Cleantech Group 2002 som också har varumärkesskyddat ordet.

Idag fokuserar många på ny teknik – cleantech – för alternativ elproduktion, dvs elektricitet från sol, vind, vågor, tidvatten. Även olika slag av processer för biobränsleproduktion är intressanta. Men cleantech-området omfattar mycket mer än så. Det finns alltifrån ny teknologi för att minska energianvändningen som exempelvis olika tekniker för bilar, belysning, uppvärmning etc. Inledningsvis ges en överblick över cleantechföretagen i Sverige idag. Därefter redogörs för två exempel som förekommer flitigt i medier: det danska vindundret samt den tyska solcellsindustrin.

Ur ett investeringsperspektiv är tillväxtmöjligheterna ganska olika för de olika delarna av cleantech-området. Innovationer som leder till produkter som kan tillverkas i industriella processer och säljas på en världsmarknad har naturligtvis större tillväxtpotential än produkter för smala marknader med lokala applikationer. Enligt författaren har Sveriges relativt unika förutsättningar inom energiområdet – en hög andel vattenkraft, kärnkraft, centraliserade distributionsnät och utbyggnad av fjärrvärme – medfört att

det idag inte finns särskilt många tillväxtföretag inom ny energiteknologi i Sverige. Det borde finnas förutsättningar för betydligt fler företag, Sverige ligger långt framme på flera områden inom Cleantech. Politiken har dock varit förhållandevis ensidig när det gäller vilka energiteknologier som har stöttas som tillsammans med andra omständigheter – kommunal inlåsning m m – har bidragit till begränsade tillväxtförutsättningar.

De ekonomisk politiska slutsatserna

Det finns en bred uppslutning kring synen att generella åtgärder med största möjliga omfattning – t ex en enhetlig koldioxidskatt eller handel med utsläppsrättigheter – är effektiva instrument för att minska de globala utsläppen. Det förutsätter att negativa miljöeffekter av ekonomiska aktiviteter kan kostnadsberäknas och inkluderas i priset (internaliseras). EU-ETS är i princip ett sådant system, men bör utvidgas till att täcka alla sektorer och fler länder. Samma gäller för de s k 'flexibla mekanismerna' som kort redogjorts för ovan, liksom en global koldioxidskatt. Att införa en global koldioxidskatt förefaller dock inte vara en politiskt framkomlig väg utan förhoppningarna står till en global utsläppshandel baserad på av FN tilldelade nationella utsläppskvoter. Det är detta förhandlingarna i Köpenhamn kan leda fram till, dvs ett Kyotoliknande avtal. Hur sedan de enskilda länderna väljer att uppfylla sina åtaganden, dvs hålla sina utsläpp under sin efter handel justerade utsläppskvot, varierar beroende på valda metoder – i regel skatter, kvoter och utsläppsrättigheter.

Ur ett globalt perspektiv förutsätter kostnadseffektivitet att åtgärderna sätts in där de har störst effekt, dvs där de negativa miljöeffekterna är som störst. Startas ett mycket stort antal nya kolkraftverk i Kina kommer nya parker för vindkraft i den industrialiserade delen av världen ha en försvinnande liten effekt på de globala utsläppen. I brist på ett globalt system för utsläppsrättigheter, eller en global koldioxidskatt, är risken påtaglig för att energiinvesteringar i särskilt de utvecklingsländer som nu går in i en industrialiseringsfas kommer att bidra till ökade globala utsläpp av växthusgaser. Just därför är det också strategiskt viktigt att kretsen av länder som omfattas av ett Kyotoliknande klimatavtal vidgas till att i första hand omfatta samtliga industriländer samt de viktigaste utvecklings- och tillväxtländerna.

En rimlig utgångspunkt för att åstadkomma detta är, för det första, att de rikare länderna förbinder sig att stå för en större del av klimatpolitikens kostnader genom en generös tilldelning av utsläppskvoter till utvecklingsländerna. Den utsläppshandel som uppstår skulle leda till stora exportintäkter för utvecklingsländerna. Den globala klimatpolitiken skulle således kunna bli både kostnadseffektiv och lönsam för utvecklingsländerna.

Det räcker dock inte. För det andra bör globala system för att minska utsläpp av växthusgaser dessutom kombineras med en teknik- och innovationspolitik på såväl global som nationell nivå. Det är orealistiskt att förvänta sig att den privatekonomiska nyttan

är tillräckligt stor för att garantera ett framtida flöde av ny teknik och innovationer som är i paritet med den samhällsekonomiska nyttan. Osäkerheten vad gäller teknik- och innovationssatsningar med avseende på framtida kostnader, priser och marknadstillträde är för hög. Den gröna paradoxen är en god illustration på varför osäkerheten på marknaden även framdeles kan förväntas vara betydande.

Globalt effektiva system för att minska utsläppen av växthusgaser bör därför kombineras med en teknik- och innovationspolitik. Tidshorisonten kommer vara skild från t ex åtgärder för att effektivisera energianvändningen inom befintliga system. Mer långsiktiga satsningar bör ske parallellt med åtgärder för att i närtid få ner utsläppen. Sådana långsiktiga satsningar bör utgå från konkurrensneutralitet mellan olika alternativ. I den flora av nya tekniker som nu forskas på och delvis testas är kunskapen fortfarande under uppbyggnad. Idag framstår vindkraft som en relativt lyckad satsning på fossilfri energi men så småningom är det möjligt att den konkurreras ut av solenergi och på ännu längre sikt av fusionsenergi. Etanolsatsningen förefaller idag misslyckad men nya varianter baserade på alger eller skogsråvara (svartlut) kan vara en framtida lösning.

En teknik- och innovationspolitik som bygger på ”picking the winners” kan bli mycket kostsam. Processen måste tillåtas att karaktäriseras av experiment – inte bara forsknings- och utvecklingsmässigt utan också på marknaden. Detta är ett naturligt led i en evolutionär process. Resultaten kan inte dirigeras fram, misslyckanden kommer att ske och måste vara accepterade. Ett paket av policy-insatser som innefattar information, på sikt standards, stöd till forskning och teknikutveckling, riskkapitalsatsningar, offentlig upphandling m m, kommer alla behöva tillämpas för att uthålligt reducera och stabilisera växthusgaserna. Nyligen har mer massiva resursöverföringar till utvecklingsländerna föreslagits av FN, en form av Marshallplan för klimatproblemen i dessa länder.[15]

Likaså kan det vara globalt suboptimalt för de industrialiserade länderna att sätta upp mycket ambitiösa miljö- och klimatmål för sina egna ekonomier. Det riskerar vara förknippat med högre kostnader och begränsade globala effekter. Carlén (2004) fann t ex att totalkostnaden för den svenska klimatpolitiken förväntas att uppgå till omkring fem till nio miljarder kronor per år mellan 2008 och 2012. Detta förklaras huvudsakligen av ensidiga åtaganden riktade mot den egna ekonomin och är betydligt mer omfattande än vad EU:s bördefördelning enligt Kyotoprotokollets stadgar. Satsningarna skulle göra betydligt större nytta om de riktades mot andra länder med större miljöproblem.

Ett argument för att sådana antaganden ändå är välgrundande skulle kunna hämtas från den s k Porter-hypotesen. Den innebär att förhållandevis stränga regleringar och krav på lite sikt leder till att företag och industrier får konkurrensfördelar. Emellertid är det empiriska stödet för Porter-hypotesen svagt, för att inte säga obefintligt. Snarast förefaller det omvända gälla (Brännlund 2007, 2008a,b). Effekterna kommer

15) Se Dagens Nyheter, 2009-10-12.

också att slå olika mellan länder beroende på sammansättning av näringslivet. Det hindrar naturligtvis inte att det generellt finns goda skäl att komplettera globalt samordnade och kostnadseffektiva system med nationella styrmedel som t ex uppmuntrar energieffektivisering.[16]

En väl sammansatt politik kan också leda till att nya verksamheter växer fram, vilket kan ske relativt snabbt som delvis illustreras av t ex nordisk mobiltelefoni (kapitel 5). Än mer sannolikt är att existerande industri vrids om till mer miljöorienterade verksamheter (t ex svensk underleverantörsindustri, se kapitel 6). Notera att dessa industrier uppstod utan stöd av generösa subventioner. Den vindkrafts- och solcellsindustri som vuxit fram i bl a Danmark, Spanien och Tyskland är alla beroende av kraftigt subventionerade priser. Detta kan vara försvarligt givet att den samhällsekonomiska kostnad som uppstår på kort sikt vägs upp av motsvarande intäkter på längre sikt. Med all säkerhet kommer det vara fallet för några teknologier och verksamheter, men vilka är i skrivande stund omöjligt att sia om.

Nedan sammanfattas några av de ekonomisk-politiska generella slutsatser som denna rapport lett fram till. En mer detaljerad beskrivning och motivering av de olika förslagen återfinns i de följande kapitlen.

Behovet av global och nationell teknik- och innovationspolitik på klimatområdet

Skapa förutsättningar för effektiva val!

En övergripande förutsättning för att komma till rätta med klimatproblemen är korrekt information om olika teknikers och policyförslags totala miljöeffekter. Samtliga effekter måste inkluderas – direkta och indirekta – när producenter och konsumenter ställs inför val av nya tekniker eller produkter, liksom hela den miljömässiga livscykeln. Synliga kostnader och priser är de bästa bärarna av information. Teknikneutralitet i särskilt inledande skeden är en ytterligare viktig förutsättning när kunskapen håller på att byggas upp. Subventioner på existerande, fossilberoende verksamheter måste avvecklas för att skapa rationalitet i teknikval. Detta gäller på såväl nationell som global nivå. Om samtliga subventioner på fossila bränslen avvecklades uppskattas det kunna reducera utsläppen av koldioxidgaser med upp till 30 procent i vissa länder och tio procent globalt.

Förstärk möjligheterna genom en kompletterande global teknikpolitik!

Köpenhamnsavtalet berör mycket knapphändigt frågor gällande den globala teknik- och innovationsutvecklingen. Dessa har överhuvudtaget rönt ett mycket begränsat intresse. Givet de komplexa frågeställningarna och det stora antalet deltagande länder

16) Sådana effektiviseringar förväntas ha en kapacitet att reducera utsläppen av koldioxid med 20 till 25 procent (Shogren 2008, IVA 2009).

finns det goda skäl att begränsa förhandlingarna till hur den framtida globala fördelningen av utsläpp mellan länderna ska regleras. Viktigt är dock att detta sker utifrån ett långsiktigt perspektiv som sträcker sig betydligt längre än till 2013, dvs bortom tidshorisonten från innevarande avtal

Samtidigt finns starka skäl att komplettera Köpenhamnsavtalet med en överenskommelse rörande en global strategi för teknik- och innovationssatsningar. På sikt kommer innovationer vara avgörande för att tränga ut fossila bränslen från marknaderna, tillgångarna av de senare är fortfarande mycket stora. Det är också en förutsättning för att en hög, men också hållbar, tillväxt permanent ska kunna lyfta stora befolkningsgrupper i världen ur fattigdom. Det skulle också kunna bidra till att länder som stått utanför Kyotoprotokollet blir mer benägna att medverka till ett nytt och mer omfattande avtal.

Globala satsningar för att starta forsknings- och innovationscentra utifrån ett urval väl definierade frågeställningar är ett tänkbart sätt att geografiskt sprida sådana satsningar. Exempel på sådana frågor är lagring av koldioxid (CCS), regnskog och beskogning och olika alternativa energitekniker. Dessa centra skulle kunna förläggas till redan väletablerade kunskapsmiljöer inom sina respektive områden. Forsknings- och utvecklingssatsningar bör kombineras med tillämpade pilotprojekt och demonstrationsanläggningar. Delvis skulle sådana satsningar kunna finansieras med intäkter från försäljning av utsläppsrättigheter.[17] Den nationella politiken skulle på motsvarande sätt premiera områden där länderna redan ligger i framkant av utvecklingen, dvs sker i linje med deras komparativa fördelar.

Både generella och selektiva policyinsatser krävs!

Argumenten för att stärka och bredda generella åtgärder, som ökade satsningar på FoU, är uppenbara: osäkerhet som hämmar privata satsningar har nämnts, ny kunskap kan spridas och bli allmänt tillgänglig. Även om osäkerhet kring de nya tekniker som utvecklas talar för teknikneutralitet, kan det finnas anledning till selektiva insatser, särskilt i det skede när tekniker börjar bli kommersiellt gångbara. Demonstrations- och pilotprojekt kan bidra till inlärningseffekter som sänker kostnaderna över tiden. Andra selektiva åtgärder handlar om riktade åtgärder mot industrier som har särskilt negativa miljöeffekter genom stora utsläpp av växthusgaser – t ex cement, stål och viss basindustri.

Politiken måste präglas av långsiktighet!

En trovärdig innovations- och utvecklingspolitik kräver tydlighet i de gällande regelverken. Stödinsatser måste grundas i ett långsiktigt perspektiv. Förändringar i krav på olika produkters eller processers miljöpåverkande effekter bör tidigt deklareras och införas stegvis över flera år. På producentsidan är även tidsaspekten viktig för läref-

17) Intäkterna för auktionering av utsläppsrättigheter beräknas kunna uppgå till 500 miljarder kronor (IVA 2009).

fekter – ofta i samspel med kunder – ska kunna slå igenom i lägre kostnader och också spridas. Långsiktighet tar sig också uttryck i en framsynt samhällsplanering, t ex som relevanta investeringar i infrastruktur. Samtidigt måste satsningar kontinuerligt utvärderas, kunna avbrytas och misslyckanden accepteras. På kort sikt handlar det främst om att främja effektiviteten i nuvarande system och processer för att minska energianvändningen. Även dessa kommer dock att vara drivna av innovationer.

Ökad transparens och minskade sökkostnader!
Sökkostnaderna kan vara betydande när det gäller information kring produkters och processers miljöpåverkan. Konsumenter kan också styras av kognitiva inlåsningar som resulterar i miljöval som inte är rationella. Trovärdig och lätt tillgänglig information är därför centralt för att påverka konsumenternas preferenser. För dessa tillkommer problemet med olika miljömärkningar. Det är viktigt att dessa grundar sig på en livscykelanalys som innefattar produktens totala effekt och att de kan certifieras. En viss institutionell konkurrens på området är sannolikt sund, riskerna för protektionistiska inslag och vilseledande information ska dock inte underskattas. På produktionssidan måste subventioner avvecklas (flyg, fiske, jordbruk) liksom alla undantag från gällande regler (i regel särskilt energiintensiva industrier).

Styrmedel – globalt och nationellt
Beroende på de mål som ställts upp i politiken kommer olika medel behöva användas. En del av dessa har en global dimension (utsläppskvoter), andra en mer nationell prägel. Globalt handlar det om vikten av fungerande marknader för utsläppsrättigheter där volatiliteten i priset under vissa perioder varit betydande. De facto har det tidvis inte funnits någon marknad eftersom tilldelningen var så generös att inga priser kunde etableras. Detta aktualiserar principerna för tilldelning, dvs. om det ska ske på administrativ väg eller genom auktion. Här kan olika principer tänkas, t ex beroende på vilken utvecklingsfas länder befinner sig i, men generellt bör en betydligt större andel av utsläppsrättigheterna fördelas genom auktion.

Klimatpolitiken omfattar flera policy-områden. Generellt är det viktigt med ett samlat grepp på frågor som rör främst närings-, skatte- och forskningspolitiken för att nå miljömålen. Med det som utgångspunkt handlar det på nationell nivå om en bred arsenal av åtgärder där medlen får anpassas till uppställda mål. Konsistenta åtgärder bygger på att det finns ett medel för varje mål, annars kommer inte dessa att nås (Tinbergen 1952). Energieffektivisering kan förväntas kräva andra åtgärder jämfört med framtagande av ny teknik. Offentlig upphandling och offentliga investeringar kan spela en viktig roll men måste vara noggrant utformade och balanseras mot potentiella snedvridningseffekter. Ett offentligt åtagande bör i första hand ligga på staten och inte på kommuner. I den mån mer interventionistiska industripolitiska insatser genomförs bör de präglas av teknikneutralitet, vara inriktade mot mindre företag och entreprenörer samt stödja experiment och begränsade marknadsstöd för internationalisering.

På konsumtionssidan kan påbud (information, hantering av avfall, trafik, m m.) vara motiverat men bör sannolikt kombineras med mer generella åtgärder som skatter. Transparens kan kräva deklarationskrav vad gäller produkters miljöpåverkan. Adekvat information är avgörande för att göra rätt val.

Sammanfattningsvis anser vi det rimligt att försiktighetsprincipen råder när det gäller klimatpolitiken – att avstå från insatser idag kan leda till mycket stora och irreversibla kostnader för framtida generationer. Om ambitionen skulle sättas till att begränsa uppvärmningen till tre grader (alltså ett något lägre men sannolikt mer realistiskt mål än den uttalade ambitionen på två grader) fram till 2050 uppskattas det kosta en minskning i global BNP med fyra procent mellan 2012-2050 jämfört med om ingenting görs. Samtidigt beräknas världens BNP öka med 250 procent under den perioden. Enligt OECD (2009) kan dessutom tekniska framsteg leda till en halvering av omställningskostnaderna. Det förefaller alltså väl värt för dagens beslutsfattare att ta kostnaden för att skapa ett långsiktigt hållbarare klimat för kommande generationer.

De styrmedel som används bör angripa källan så direkt som möjligt. Det har visats att kollektiva, förhandlingsbaserade lösningar för att lösa allmänningens tragedi är ett alternativ till tydliga äganderätter (Ostrom 1990). Magnituden på klimatproblemet, liksom antalet intressenter med skiftande preferenser, gör Köpenhamnskonferensen 2009 till ett oöverträffat exempel på en komplex förhandlingslösning. Utfallet kan bara betraktas som ytterst ovisst, åtminstone på kort sikt. En mer offensiv satsning på en global teknik- och innovationspolitik, där finansieringen åtminstone delvis bör kunna lösas med intäkter från försäljning av utsläppsrättigheter, kommer att vara avgörande för att långsiktigt lösa klimatproblemen.

2. Internationellt samarbete, teknisk utveckling och klimat

Michael Hoel och Mads Greaker

Teknisk utveckling och klimatfrågan

Teknisk utveckling framhålls gärna som helt avgörande för att lösa klimatproblemet. I stora delar av världen krävs stark och hållbar ekonomisk tillväxt för att föra stora befolkningsgrupper ut ur fattigdom. Men ekonomisk tillväxt innebär högre energiförbrukning och som det ser ut i dag kommer den energin huvudsakligen att komma från fossila energikällor. Det betyder i sin tur att utsläppen av koldioxid, som är den viktigaste klimatgasen, kan komma att mer än fördubblas fram till 2050. För att få klimatproblemet under kontroll måste världen antagligen halvera sina utsläpp av koldioxid före 2050. Utan en betydande teknisk utveckling är därför fortsatta ekonomiska framgångar för utvecklingsländerna och en lösning av klimatproblemet en omöjlig kombination.

Klimatproblemet är ett globalt miljöproblem. Oavsett vilket land utsläppen kommer från får de exakt samma konsekvenser för klimatet. Enskilda länders utsläpp av klimatgaser varierar starkt, men utgör bara en mindre del av de samlade utsläppen. Det betyder att flertalet länder i begränsad mån på egen hand kan påverka de globala utsläppen av klimatgaser. För att få till stånd en minskning av utsläppen som betyder något måste en majoritet av länder vidta åtgärder. Syftet med det nuvarande Kyotoavtalet är just att få så många länder som möjligt att samtidigt vidta åtgärder för att minska utsläppen.

Kyoto-avtalet innebär emellertid inga åtaganden i fråga om teknisk utveckling, även om flera har argumenterat i den riktningen (se Barrett, 2003, 2006 och Buchner och Carraro, 2005). Inom UNFCCC[1] pågår visserligen ett arbete som har med teknisk utveckling att göra, men fokus är främst inställt på att sprida befintlig teknik till utvecklingsländer. Det finns också få konkreta förslag när det gäller att få till stånd en ökad spridning (se UNFCCC, 2009). Därför tar vi i den här artikeln upp två frågeställningar:

i. Bör en uppföljning av Kyoto-avtalet innehålla ömsesidiga åtaganden mellan länder som rör klimatvänlig teknisk utveckling?
ii. Hur ska sådana eventuella ömsesidiga åtaganden utformas?

1) United Nations Framework Convention on Climate Change.

Vi inriktar oss på teknisk utveckling som har till syfte att minska utsläpp av koldioxid, som är den överlägset viktigaste av klimatgaserna. Vidare skiljer vi mellan tre typer av teknisk utveckling:

- Fler och billigare möjligheter till energieffektivisering
- Lägre kostnader för fossilfri energi och transporter
- Lägre kostnader för rening och långsiktig lagring av koldioxid

Energieffektivisering innebär att förbrukningen av energi per producerad enhet sjunker utan att förbrukningen av andra insatsvaror ökar. Energieffektivisering medför inte nödvändigtvis att den samlade energiförbrukningen eller utsläppen sjunker. Om exempelvis energibehovet per kvadratmeter bostadsyta går ned, kan man tänka sig att den vinsten tas ut i form av större bostäder och ökad konsumtion av andra energiintensiva varor. Men i förening med högre priser på energi, så att totalförbrukningen går ned, är troligen energieffektivisering bland de mest kostnadseffektiva åtgärderna på kort till medellång sikt.

På lite längre sikt kan inte energieffektivisering ensamt lösa klimatproblemet. Energin som fortsatt förbrukas måste också produceras på ett sätt som inte innebär några utsläpp av klimatgaser. Exempel på sådana källor är förnybara energikällor som sol, vind och energi baserad på biomassa. Gemensamt för dessa tekniker är att de blir dyra jämfört med fossil energi om de ska användas i stor omfattning. Därför finns ett behov av att hitta nya fossilfria energikällor och av att minska kostnaderna för den fossilfria teknik vi redan känner till.

Det är också möjligt att rena och lagra koldioxidutsläppen från fossila energikällor, dvs det som kallas CCS (Carbon Capture and Storage). För närvarande är detta dyrt och man behöver hitta sätt att göra det på som ger lägre kostnader. CCS kan även användas för att eliminera utsläpp från andra källor än energiproduktion, till exempel från stål-, cement- och aluminiumproduktion.

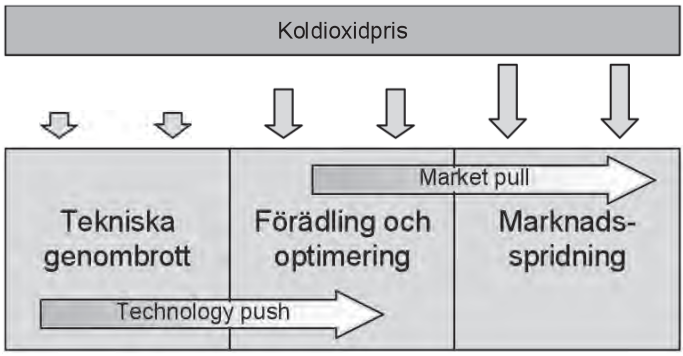
Innovationsprocessen

Innovationsprocessen beskrivs gärna som en rörelse genom olika stadier: I) konceptutveckling i avsikt att nå tekniska genombrott, II) förädling och optimering av viss utvald teknik, samt III) spridning av den nya tekniken på marknaden (se till exempel Tirole, 1997).

Under den första fasen börjar man gärna med många och delvis konkurrerande idéer. Efter hand som idéerna genomgår laboratorietester och prövas i större skala i demonstrationsanläggningar, faller de minst ändamålsenliga idéerna bort. Detta är en viktig del av kunskapsgenereringen, dvs insikt om vad som inte fungerar. Under nästa fas sker en förädling och optimering av den teknik som valts ut. Det kan delvis göras i

laboratorier och demonstrationsanläggningar, men även i fullskaleanläggningar efter det första mötet med marknaden. Alla aspekter på en ny teknik kan inte testas under laboratorie- eller demonstrationsförhållanden och även under denna fas kommer därför en del att falla bort. Samtidigt kommer den mest lovande tekniken hela tiden att förbättras genom att man samlar erfarenheter och efter hand kan den konkurrera på lika villkor med etablerad teknik på marknaden. Den går då över till spridningsfasen, som kännetecknas av att den nya tekniken tar en växande marknadsandel.

Figur 2: Innovationsprocessen[2]



Effekten av att införa ett pris på utsläpp av koldioxid blir uppenbar under spridningsfasen, då det är just priset på koldioxid som gör ny och mer miljövänlig teknik konkurrenskraftig, dvs så kallad ”market pull”. Men priset på koldioxid är även i många fall en förutsättning för att investerare ska finna det intressant att utveckla helt ny teknik.

Vår beskrivning av processen som en rätlinjig rörelse genom stadierna är naturligtvis en förenkling. Det kommer hela tiden att finnas ett flöde av kunskap från senare till tidigare stadier: Erfarenheterna från ett koncept som inte överlever förädlingsfasen kan exempelvis sporra till att en ny idé utvecklas som senare blir en marknadsframgång. Kunskapsflödet mellan och inom de olika stadierna är sällan begränsat till ett enskilt företag och det kan därför vara en uppgift för myndigheterna att stärka kunskapsflödet genom en aktiv politik för teknisk utveckling.

Priskänslighet, externaliteter och marknadsmisslyckanden

Politik för teknisk utveckling på klimatområdet är ett svårt område, eftersom man har att göra med flera typer av marknadsmisslyckanden samtidigt. Å ena sidan finns den negativa klimatexternaliteten och å den andra sidan finns den positiva kunskapsexternaliteten vid utveckling av ny teknik. Det är därför relevant att skilja mellan två situationer: A) den befintliga klimatpolitiken internaliserar globalt den negativa klimatex-

2) Figuren baseras på Teknologirådet (2009).

ternaliteten och B) klimatpolitiken är otillräcklig, dvs den saknas helt i vissa länder och är ofta för svag i de länder som har en klimatpolitik.

Både nya typer av energieffektivisering och billigare fossilfri energi och transporter kan tänkas få fäste i länder utan klimatpolitik. Men eftersom priserna på fossil energi blir högre i dessa länder blir utbredningen mer begränsad än i länder med en klimatpolitik. CCS innebär å andra sidan alltid högre kostnader och får därför svårt att få fäste på marknaden utan en klimatpolitik.

I föjande avsnitt diskuterar vi argument för en aktiv politik för teknisk utveckling när den befintliga klimatpolitiken globalt internaliserar den negativa klimatexternaliteten . Likaså kan ny kunskap som är relevant i klimatperspektiv, inte komma fram pga marknadsmisslyckanden. Därefter går vi in på hur teknikpolitiken bör utformas om vissa länder helt saknar en klimatpolitik eller om den är uppenbart otillräcklig för att uppnå klimatmålen.

Generella argument för en aktiv politik för teknisk utveckling

Brister i patentsystemet

Patentsystemet garanterar innovatören en ensamrätt till att sälja sin uppfinning så att han kan få täckning för sina utgifter för forskning och förädling av nya idéer. Patentskyddet kan trots det innebära otillräckliga incitament för teknisk utveckling. Alla patent har en begränsad livslängd och efter en viss tid blir det möjligt för alla att grunda sina produkter eller tjänster på den nya tekniken. Vinsten till innehavaren av patentet blir därför ofta lägre än det samlade samhällsrelaterade överskott uppfinningen ger. Därmed kan det finnas teknik som det inte är privatekonomiskt lönsamt att utveckla, men som är lönsam ur samhällets synvinkel (Tirole, kap. 10, 1997).

Patentsystemet innebär dessutom ett monopol på den nya tekniken och spridningen av den blir därmed mer begränsad än önskvärt, dvs fler skulle med fördel kunna tillämpa den nya tekniken, men hindras på grund av monopolprissättningen.

Positiva kunskapsexternaliteter under genombrottsfasen

När ett privat företag investerar i forskning för att utveckla en ny process eller en ny produkt genereras ny kunskap. Den nya kunskapen omfattar gärna fler förhållanden än själva materialiseringen av kunskapen i det nya patentet och kommer andra företag till nytta i deras jakt på nya patent. Detta kallas ofta ”spill-over” av kunskap och kan förekomma på områden man inte förväntar sig. Sådan icke avsedd kunskapsproduktion utgör en särskild grund för att det samhällsekonomiska värdet av innovation ofta är högre än dess värde för innovatören.

Icke avsedd kunskapsöverföring mellan företag och FoU-miljöer kommer även att förekomma oberoende av landgränser, dvs forskning som utförs i ett land kommer företag i andra länder till godo. Det kan ske genom att forskningsresultat publiceras i internationella tidskrifter och presenteras på internationella konferenser, när personal flyttar för gott eller tillfälligt och genom kortare besök på pilotanläggningar och forskningsstationer i andra länder. Den icke avsedda kunskapsöverföringen mellan länder är avhängig geografisk närhet, internationell handel och graden av likhet mellan länderna (se till exempel Keller, 2002). I den mån nationella myndigheter inte tar hänsyn till den icke avsedda kunskapsöverföringen mellan länder när man utformar sin teknikpolitik, har vi med ett globalt marknadsmisslyckande att göra (Golombek och Hoel, 2009). Globala marknadsmisslyckanden vid produktion av ny kunskap finns inarbetade i klimatmodellen WHICH, men betydelsen av dessa för teknikpolitiken är begränsad (se Bosetti m fl, 2009).[3]

Positiva inlärningsexternaliteter under förädlingsstadiet

Även om ett forskningsprojekt har varit lyckat i den bemärkelsen att det har resulterat i en väl fungerande ny produkt, är det inte givet att den nya produkten lyckas på marknaden. Kostnaderna är ofta för höga, så att produkten måste säljas till ett pris som innebär förlust. Produkten kan ändå vara samhällsekonomiskt lönsam om kostnaderna kan förväntas falla efter hand som produkten tas i bruk. Det illustreras med så kallade ”inlärningskurvor”, som tidigt infördes i ekonomisk teori (se Arrow, 1962). Inlärningskurvor har påvisats för ny energiteknik, till exempel vindkraftverk och solceller (IEA, 2000). En inlärningskurva förutskickar att enhetskostnaderna kommer att falla eftersom total producerad mängd över alla perioder ökar (se egen bilaga om inlärningskurvor).

I situationer med inlärningskurvor kommer den privata sektorn bara att ta på sig att stötta en produkt under introduktionsfasen då det är möjligt att tjäna in underskottet från introduktionsfasen genom att i framtiden ta ut ett pris som överstiger kostnaderna. Det kräver även en viss grad av monopolmakt och kan vara svårt om inlärningen under spridningsfasen blir fritt tillgänglig för andra potentiella konkurrenter, både i det egna landet och i andra länder. Kostnadssänkningar som beror på inlärning kan dessutom vara svåra att patentera. Det kan därför tänkas att en del teknik aldrig får mogna även om det hade varit önskvärt utifrån samhällets synpunkt. Än en gång har vi med en slags kunskapsexternalitet att göra. Skillnaden är att kunskapsproduktionen vid inlärningstillfället sker genom faktisk tillämpning av den nya tekniken och inte genom forskning rörande den.

Även för denna typ av kunskapsproduktion kan kunskap spridas över landgränser. Sådan global spridning av inlärningsvinster finns inarbetad i många klimatmodeller (se till exempel van der Zwaan m fl, 2002). Vid global inlärning kan enskilda länders politik

3) WHICH (World Induced Technical Change Hybrid) är en ekonomisk modell utvecklad av den italienska forskningsstiftelsen FEEM (Fondazione Eni Enrico Mattei). Modellen används för att beräkna konsekvenser och kostnader av scenarier för klimatpolitik och klimatmål.

för att internalisera inlärningsvinsterna tänkas bli för svag, eftersom de globala inlärningsvinsterna inte bara kommer enskilda länder till godo.

När teknik förblir omogen och detta inte är önskvärt kan man befinna sig i en situation med så kallad teknisk inlåsning. Man tänker sig då att det finns flera möjliga tekniska utvecklingsvägar som samhället kan följa och att tillfälliga historiska händelser har styrt vilken teknik samhället faktiskt väljer. Vidare tänker man sig att den utvecklingsväg som faktiskt följs innebär lägre välfärd än en eller flera av de utvecklingsvägar som inte följts. Ingen av dessa vägar följs ändå i realiteten, eftersom befintlig energi- och miljöpolitik inte ger tillräckliga incitament för att sätta i gång inlärning för den aktuella tekniken som kan tippa över utvecklingen mot en gynnsammare väg (se Arthur, 1989, och Mohr, 2002).

Nätverksexternaliteter under marknadsspridningsfasen

Det är möjligt att produkter som både är konkurrenskraftiga i fråga om pris och som har en eller annan kvalitetsfördel ändå inte slår an på marknaden. Det kan bero på så kallade nätverksexternaliteter. Med nätverksexternaliteter avses att en konsument har nytta av att andra konsumenter använder samma typ av teknik och att en konsument inte tar till sig att nyttan för andra konsumenter påverkas av det egna valet av teknik. Det mest kända exemplet rör dagens utformning av tangentbord, ofta kallad QWERTY efter de sex första bokstäverna överst till vänster på tangentbordet. Bokstävernas placering har inte ändrats sedan 1800-talet, trots att man hade kunnat spara mycket tid genom att gå över till en annan utformning av tangentbordet (se David, 1985).

Nätverksexternaliteter kan på samma sätt som inlärning som inte kommer till stånd leda till teknisk inlåsning. Ett exempel på detta kan vara så kallade plug in-hybridbilar. Det är bilar som på kortare sträckor endast körs på batteri, men som på längre sträckor får hjälp av en förbränningsmotor för att behålla den räckvidd traditionella bilar har. För konsumenterna är sådana bilar antagligen av begränsat intresse så länge man inte har tillgång till laddstationer. Å andra sidan kommer få elproducenter att vara intresserade av att investera i laddstationer så länge det finns få plug in-hybridbilar. Under ett övergångsskede kan därför myndigheterna ha en roll att spela både för att samordna så att alla typer av plug in-hybridbilar får samma system för laddning och för att se till att ett visst utbud av laddstationer kommer till stånd (se till exempel Greaker och Heggedahl, 2007). Av samma skäl kan myndigheter ha en roll att spela för att samordna transportsystem i samband med uppfångande och lagring av koldioxid.

Andra hinder mot marknadsspridning

En annan möjlig orsak till att till synes bra nya produkter inte slår an på marknaden är så kallade kognitiva kostnader eller begränsad rationalitet hos beslutsfattare. Kognitiva kostnader kan leda till att varken företag eller konsumenter väljer det som skulle ha varit bäst för dem. Frågeställningen har särskilt kommit upp i samband med energisparåtgärder, dvs ”experter” på sådana åtgärder har observerat att även om åtgärderna

är lönsamma utifrån dagens energipriser så blir de inte valda av marknaden. Det kan naturligtvis bero på att ”experterna” underskattar kostnaderna och överskattar den potentiella vinsten. Å andra sidan verkar det osannolikt att detta gäller för alla bevisat lönsamma energisparåtgärder som hittills inte genomförts.

Thaler och Sunstein (2008) diskuterar olika skäl till varför en konsument inte alltid väljer det som skulle vara det bästa för honom eller henne mot bakgrund av de egna önskemålen. När det gäller miljön kan därigenom ett typiskt vinn-vinn-läge uppstå: genom att hjälpa konsumenterna att göra mer miljövänliga val, gör det offentliga det bättre för både konsumenter och miljö. Möjligheterna för att ett vinn-vinn-läge uppstår föreligger särskilt när man fattar komplicerade beslut som fattas sällan, när det råder brist på bra information, då det är svårt att följa upp konsekvenserna av ett beslut och/eller då vinsterna för dyrare val ligger längre fram i tiden. Energisparåtgärder kännetecknas typiskt just av att beslutet ofta fattas i anslutning till husbyggen m m, som sker sällan.

Thaler och Sunstein rekommenderar att myndigheter i sådana fall ställer omständigheterna runt beslutet till rätta så att människor som agerar utifrån tumregler, vanor osv i slutänden gör de val myndigheterna anser vara de bästa. Det kan t ex göras genom att det ”miljövänliga” valet är ”default”-alternativet. Ett tänkbart exempel kan vara en isoleringsstandard för nybyggen som man aktivt måste ansöka om undantag från.

Klimatspecifika argument för teknikpolitik

Globala marknadsmisslyckanden och nationell politik

De olika typerna av marknadsmisslyckande för produktionen av kunskap gäller i hög grad oberoende av landgränser. Å andra sidan är det vanligt att nationella myndigheter har ett nationellt perspektiv på sin teknikpolitik, även om forskningsaktörerna naturligtvis uppmanas till internationellt samarbete. Det är därför troligt att doseringen av teknikpolitiken i många fall kan bli för svag. Det är till exempel sannolikt att stödet i form av subventioner till privat forskning fastställs utifrån den vinst andra företag i samma land kan få genom forskningen och inte utifrån den nytta det samlade antalet företag i hela världen kan ha (se Golombek och Hoel, 2009). I vissa fall kan man även tänka sig att länder satsar på att åka snålskjuts på andra länders tekniska utveckling. Det betyder att man helt låter bli att forska inom ett område och enbart satsar på att kopiera teknik som utvecklats utomlands. Å andra sidan kan det vara så att egen forskning gör det enklare att tillgodogöra sig kunskap som genererats utomlands. Det kommer då sällan att löna sig att vara en ren fripassagerare, men den samlade forskningsinsatsen i världen blir ändå för liten om länderna fortsätter att inte ta hänsyn till att deras egen forskning också kommer andra länder till godo.

Klimatinriktad FoU som näringspolitik

Bland politiker är det vanligt att föra fram näringsutveckling som grund för en

aktiv miljöpolitik. Argumentet om näringsutveckling kan uppfattas på olika sätt. Enligt den så kallade Porterhypotesen skulle förorenande industri bli mer konkurrenskraftig om myndigheterna för en ambitiös miljöpolitik snarare än en miljöpolitik som medger samma industri undantag. Forskningen på detta område ger inga entydiga slutsatser (se t ex Brännlund, 2007). Hypotesen har dessutom inte varit knuten till offentligt stöd av teknisk utveckling på miljöområdet. Porter själv (se Porter, 1991, och Porter och Linde, 1995) ägnar sig bara åt miljöpolitikens betydelse för konkurrensförmågan.

Det andra sättet att förstå sammanhangen mellan näringsutveckling och miljöpolitik på, är att en ambitiös miljöpolitik som också omfattar offentligt stöd till teknikutveckling kommer att främja ny industri som exporterar avancerad miljöteknik till resten av världen. Ett exempel som anförs är att Danmark har fört en aktiv politik när det gäller vindkraftverk och samtidigt blivit en världsledande exportör av sådana. Audretsch och Feldman (1996) visar att branscher med hög grad av teknikutveckling har en tendens att klumpa sig samman till så kallade näringskluster. Därigenom övervinner företagen själva genom sin lokalisering den globala kunskapsexternaliteten och det nationella stödet till produktion av ny kunskap kan bli tillräckligt.

Den strategiska handelsteorin öppnar också för att offentligt stöd till exportföretag under vissa omständigheter kan vara välfärdsfrämjande: konkurrensen på världsmarknaden är ofullständig och företagens strategiska variabler är substitut (Tirole, 1997).[4] FoU-satsningar kan ofta vara strategiska substitut, dvs om ett företag ökar sin FoU-satsning kommer företagets konkurrenter att minska sina FoU-satsningar. I en analys med utgångspunkt i en möjlig framtida marknad för teknik för att fånga upp koldioxid, ser Greaker och Rosendahl (2008) närmare på det strategiska argumentet både för FoU-stöd och för att bedriva en särskilt ambitiös klimatpolitik i ett litet land och finner att det finns ett strategiskt argument för att stödja FoU. Då myndigheterna i ett land tror på näringsutveckling genom att satsa extra på klimatinriktad FoU, kan det tänkas att forskningen på detta fält når upp till önskad nivå.

Klimatinriktad teknikutveckling jämfört med generell teknikutveckling

När befintlig klimatpolitik fullständigt internaliserar den negativa klimatexternaliteten, skiljer inte klimatområdet sig nödvändigtvis från andra områden där teknisk utveckling är önskvärd. De olika typerna av marknadsmisslyckande i kunskapsproduktionen gäller naturligtvis i olika grad beroende på område, men det finns ingen forskning som visar att de systematiskt är större på klimatområdet än på andra teknikområden.

Det råder emellertid bred enighet om att den befintliga klimatpolitiken är ofullständig: många länder har ingen klimatpolitik och i de flesta länder som har en är den för svag.

4) En strategisk variabel är företagets beslutsvariabel i det marknadsspel vi betraktar. Det kan t ex handla om priset på en produkt eller kapaciteten för en ny produktionsenhet. De strategiska variablerna är substitut i de fall då t ex en höjning av en aktörs produktionskapacitet motsvaras av en minskning av de andra aktörernas produktionskapacitet.

Det finns inte heller något internationellt avtal som garanterar att priserna på utsläpp blir höga i framtiden. Därmed kommer efterfrågan på miljöteknik inte att avspegla världens samlade behov av sådan teknik och ”market pull”-mekanismen blir svagare än i fallet med full internalisering av miljöexternaliteten. Det kommer att påverka alla stadier av den tekniska utvecklingsprocessen:

- Den förväntade intäkten från en ny teknik blir för låg. Det medför att antalet nya idéer man forskar kring blir för lågt. Vidare blir även kunskapsproduktionen för låg.
- Efterfrågan på de idéer som överlever den första fasen blir för låg och där med blir tempot i inlärningen lägre än önskvärt.

Graden av marknadsmisslyckande blir högre och allvarligare när klimatexternaliteten är ofullständigt internaliserad. Det gör att teknikpolitik kan vara viktigare på klimatområdet än på andra områden. Nationella myndigheters önskemål om att föra en aktiv näringspolitik på miljöområdet drar i motsatt riktning, men allt sammantaget är det ändå sannolikt att summan av alla länders teknikpolitik är för svag utifrån ett globalt perspektiv. Detta talar för att ett eventuellt Kyoto II-avtal kanske bör innebära åtaganden avseende teknisk utveckling. I följande kapitel diskuterar vi idéer som framförts för att stärka den globala teknikutvecklingen på klimatområdet, med utgångspunkt i innovationsprocessens tre stadier.

Tillämpa extra sträng klimatpolitik för att främja teknisk utveckling

Rätt prissättning av utsläpp – genom miljöskatter eller omsättningsbara kvoter – är avgörande för att främja teknisk utveckling på klimatområdet. Mycket av tekniken, som t ex uppfångande och lagring av koldioxid, kommer knappast att tas i bruk utan rätt prissättning av utsläpp. För att främja teknisk utveckling måste även framtida priser uppfattas som tillräckligt höga av dagens marknadsaktörer.

Det kan tänkas att befintlig klimatpolitik – även då den i dag är rätt doserad – inte är trovärdig med avseende på framtiden. Det är svårt för dagens politiker att binda framtidens politiker för att exempelvis hålla en hög skatt på utsläpp 2030. Om privata investerare inte tror att den framtida klimatpolitik som tillkännages kommer att genomföras, kan naturligtvis nödvändiga FoU-investeringar utebli. Detta analyseras i Golombek m fl (2009), där de bl a visar att en optimal skatt som fastställs i dag och ska gälla i framtiden blir trovärdig om skatten uteslutande införs för att begränsa utsläppen och subventioner används för att stimulera teknisk utveckling. Om dagens subventioner till teknisk utveckling är otillräckliga kan emellertid den framtida skatten mista sin trovärdighet. Politiken kan råda bot på detta genom att i dag fastställa en högre skatt.

Frågan är dock om grupper av länder bör föra en extra sträng klimatpolitik för att på så sätt ytterligare främja teknisk utveckling. EU-begränsningar av handeln med utsläppskvoter med andra länder eller en utsläppsskatt som är högre än det internationella kvotpriset medför att priset på utsläpp hemma blir högre än priset på utsläpp internationellt. Som ovan nämnts förstärker detta ”market pull”-mekanismen och leder isolerat sett till mer teknisk utveckling.

Diskussionen ovan pekar på att det finns argument för en restriktiv klimatpolitik som tillåter mycket begränsade utsläpp givet att detta skulle främja teknikutvecklingen. I samband med förlängningen av Kyotoavtalet efter 2012 tror vi inte att klimatpolitiken kommer att utvecklas på ett sådant sätt och därmed inte heller av det skälet främja teknisk utveckling.[5] En utmaning under förhandlingarna blir att få till stånd ett avtal som inte är för svagt. Det finns åtminstone tre orsaker till detta:

- Snålskjutsproblematiken
- Olika syn på vad som är en rimlig kostnadsfördelning (och därmed kvotfördelning) mellan länderna
- Nationella intressegrupper (ägare och anställda i energiintensiv industri, bilorganisationer) kommer att motsätta sig ett högt pris på koldioxid

Vore ett internationellt tilläggsavtal om teknikpolitik en möjlig väg? Troligen skulle de två första argumenten gälla även i det fallet. Men kanske inte det sista, i vart fall inte om politiken innebär stödordningar av olika slag. I så fall skulle kostnaderna fördelas på många, medan man kan få starka intressegrupper (potentiella innovatörer) som stödjer ett sådant internationellt avtal.

Det finns alltså argument för att det kan vara lättare att få till stånd internationellt samarbete om teknisk utveckling än om att minska utsläpp. Samtidigt är troligen de flesta typer av avtal om teknisk utveckling svårare att verifiera än avtal knutna till utsläpp. Subventioner till teknisk utveckling är t ex ofta en integrerad del av ett lands skattesystem och dessa skattesystem varierar starkt mellan länderna. Detta diskuteras närmare i följande avsnitt. Vår utgångspunkt är att ett Kyoto II-avtal först och främst ska reglera medlemsländernas utsläpp av klimatgaser. Vi ser alltså inte teknikavtal som något alternativ till avtal om utsläppsminskningar, utan som ett komplement.[6]

Globala instrument för tekniska genombrott

Generellt om subventionering av FoU

Offentligt stöd till FoU både ökar sannolikheten för tekniska genombrott och bidrar till vidareförädling av teknik som bara befinner sig på konceptstadiet. Stöd till demonstra-

5) Enskilda länder kan naturligtvis ställa upp extra stränga utsläppsmål för att främja egen teknisk utveckling, men här avser vi extra stränga utsläppsmål för att främja teknisk utveckling som en del av ett Kyoto II-avtal.

6) Se Golombek och Hoel (2008) för en diskussion om teknikavtal som ett alternativ till dagens Kyoto-avtal.

tion medför främst att de specifika lösningar tekniken baseras på kan optimeras innan tekniken sätts i produktion.

Två dilemman inom forskningspolitiken är satsningens bredd och den internationella arbetsfördelningen. Eftersom det ofta kan vara svårt att veta vilka tekniska vägar som leder framåt kan det, utifrån argumentet om riskspridning, vara rätt med en bred satsning. Då bör ett internationellt forskningsprogram ha som mål att få olika alternativ testade så att fler möjligheter blir belysta. Å andra sidan kommer möjligheterna att lyckas på ett område att vara större om man satsar mycket på det området. För klimatteknik som för annan teknik är det därför inte möjligt att dra några generella slutsatser om detta. Hur som helst är det möjligt att mer global samordning av forskningsinsatsen kan ge effektivare forskning, dvs fler resultat per satsad krona.

Global samordning av stöd till FoU och demonstration kan göras på olika sätt. Samtliga förslag nedan syftar till att öka världens samlade forskningsinsats på klimatområdet.

Internationellt avtal om omfattningen av offentlig FoU på klimatområdet
Man kan tänka sig att länder som har undertecknat FN:s klimatkonvention ingår ett särskilt avtal om att använda en viss procentandel av BNP för forskning om klimatvänlig teknik. Vidare måste i avtalet tydliggöras vad som menas med klimatvänlig teknik. Å andra sidan skulle det kunna vara upp till enskilda länder att bestämma i vilken mån forskningsstödet skulle ges i form av subventioner till privata aktörer eller i form av direkt stöd till offentliga forskningsinstitutioner.

I vilket fall skulle det vara svårt att i efterhand kontrollera om ett enskilt land uppfyller avtalet. Syftet med ett avtal är att ”tvinga” länderna att öka sitt ekonomiska stöd till forskning om klimatvänlig teknik. Eftersom länderna skulle ha gett mindre stöd till forskning kring klimatvänlig teknik utan avtalet, kan de i stället för att öka forskningen om klimatvänlig teknik försöka definiera resurser de i vilket fall skulle ha lagt på generell forskning som ”klimatvänlig” forskning. Då skulle avtalet inte få någon reell effekt. För att uppfylla sin del av avtalet kan länderna naturligtvis också försöka definiera verksamhet som tidigare inte räknades som forskning som sådan.

Genom att upprätta en internationell forskningsfond
I stället för att avtala om vad enskilda länder ska satsa på klimatvänlig forskning, kan ett Kyoto II-avtal ålägga enskilda länder att betala en viss procentandel av BNP till en internationell forskningsfond i exempelvis FN:s regi. Det är på detta sätt man gör i EU, genom dess olika ramprogram för forskning. Fonden skulle i sin tur på grundval av överenskomna kriterier kunna dela ut medel till privata och statliga aktörer i enskilda länder.

Åter kan det vara svårt att avgöra om detta verkligen ökar omfattningen av den klimatinriktade kunskapsproduktionen. Länder skulle exempelvis kunna trappa ned sin

samlade forskningsbudget med lika mycket som stödet till fonden och omdefiniera sin egen forskning så att det såg ut som om den egna klimatinriktade forskningen hölls kvar på samma nivå, när den i verkligheten trappades ned i motsvarande grad. En annan sak är att internationella forskningsfonder lätt kan bli dyra i drift, eftersom enskilda länder skulle kräva mycket stränga tilldelningsrutiner för att förhindra favorisering. Å andra sidan kanske man skulle kunna uppnå och fördela forskningsmedlen på de olika projekten på ett effektivare sätt.

Genom att upprätta internationella forsknings- och demonstrationsinstitut
Inom lantbrukssektorn har vi i dag 15 internationella forskningsinstitut som alla har till mål att förbättra produktiviteten på olika områden av lantbruket.[7] Exempel på sådana centra är *International Maize and Wheat Improvement Center* i Mexiko och International Rice Research Institute i Filippinerna. Dessa institut ges mycket av äran för den gröna revolutionen inom jordbruket.

Klimatkonventionens medlemsländer skulle kunna gå samman om att upprätta sådana centra för klimatvänlig teknik, som förläggs till länder där man räknar med att tekniken skulle bli särskilt viktig – till exempel ett center för att fånga upp och lagra koldioxid i Kina. Sådana centra skulle kunna fungera dels som forskningsfonder, dels bedriva egen forskning. De måste garanteras en långsiktig finansiering från deltagarländerna och man måste finna sätt att mäta sådana centras framgångar (eller brist på framgångar).

Detta förslag har mycket gemensamt med förslaget ovan, bortsett från att det innebär att en del av forskningen sker i fondens egen regi. En fördel med detta är att äganderätten till patent kan hamna i offentliga händer, något som möjliggör lägre priser och större spridning av tekniken. I övrigt uppstår naturligtvis delvis samma problem som ovan nämnts beträffande om åtgärden verkligen resulterar i mer samlad forskning. Åtgärden skulle öka forskningen då de enskilda staterna inte betraktar forskning som sker på de olika centra som perfekta substitut för egen forskning.

Globala subventioner till förädling och marknadsspridning

Generellt om subventioner till förädling och marknadsspridning
Subventioner till marknadsspridning fungerar på ett annat sätt än subventioner till FoU. Avsikten med subventionerna är att säkra att befintlig teknik vidareförädlas genom inlärning eller att övervinna nätverksexternaliteter som hindrar till synes bra produkter från att få fäste på marknaden. Patent kan även betyda att priset på befintlig klimatvänlig teknik blir högre än önskvärt och subventioner kan få ned priserna.

7) Se t ex Wikipedia, Consultative Group on International Agricultural Research.

Subventioner till spridning ges på många olika sätt. För det första finns direkt investeringsstöd genom att det offentliga betalar en viss del av investeringskostnaden vid övergång till en mer miljövänlig teknik.

Vidare ges indirekta subventioner i form av i lag fastställda målsättningar om marknadsandelar för ny teknik. Man kan exempelvis visa att gröna certifikat motsvarar en subvention vid användning av förnybar energi och en extra avgift på annan energi vars produktion kräver köp av gröna certifikat. I många EU-länder har man dessutom så kallade garantipriser på förnybar energi, något som också utgör en subvention under tider då marknadspriset på el ligger under garantipriset. Eftersom det är kraftproducenterna som måste finansiera garantipriset, innebär detta instrument även en extra avgift på all el utan garantipris.

EU har nyligen antagit de så kallade ”20-20-20 före 2020-direktiven”. Enligt direktiven förbinder sig EU:s medlemsstater att i) minska utsläppen med 20 procent, ii) minska energiförbrukningen med 20 procent samt iii) öka andelen förnybar energi till 20 procent från nivån 1990 fram till 2020. De två sista punkterna kan ses som ett försök till flernationell samordning av stöd till marknadsspridning av energieffektiviseringsåtgärder respektive energiformer baserade på vind, sol och biomassa. Tidshorisonten är så pass kort att målen knappast kan uppnås med hjälp av helt ny teknik. Vi kommer nog huvudsakligen att se ökad användning av känd teknik som vindkraftverk till havs, solcellspaneler eller termiska solkraftverk, byggnader med mycket höga isoleringsnormer, främjande av alla slags energieffektiva elektriska apparater och liknande.

Man kan lätt tänka sig att fler länder anammade EU:s målsättningar och gjorde åtaganden genom bindande internationella avtal. Man kan också tänka sig varianter av EU:s ”20-20-20 före 2020-direktiv”, med avtal om att subventionera användning av viss utvald teknik. Nedan sammanfattar vi för- och nackdelar med några typer av global samordning av subventioner till förädling och marknadsspridning.

Avtal om marknadsandelar för klimatvänlig teknik

En del av tanken bakom sådana avtal om marknadsandelar för ny klimatvänlig teknik är antagligen att de skulle öka det globala inlärandet och därmed minska produktionskostnaderna för tekniken mer än vad som skulle ha varit fallet om varje stat agerat utifrån egenintresse. Vidare har de fördelen att vara mycket lättare att verifiera än avtal om forskningsstöd. De olika energiformernas bidrag till ett lands energiförbrukning kan redan hämtas från de flesta statistikinstitut.

Det finns även flera problem med avtal av detta slag. För det första påverkar de marknadslösningen och kan ge icke avsedda effekter när marknaden redan är reglerad genom t ex ett kvotsystem som i praktiken sätter ett pris på utsläpp av klimatgaser. I en

studie av den tyska elmarknaden visar Böhringer och Rosendahl (2009) att subventioner till förnybar energi tvingar ut de effektivaste kolkraftverken från marknaden, medan de minst effektiva kolkraftverken samtidigt ökar sin produktion. Det uppstår genom fallande kvotpriser som relativt sett gynnar de verk som förorenar mest. Dessutom sjunker elpriset så att t ex energisparåtgärder blir mindre lönsamma.

För det andra kan avtalen låsa utvecklingen till vissa typer av teknik, eftersom de ofta måste utformas så att det bara är viss teknik som får riktig glädje av dem. Det kan ge upphov till ett slags teknisk inlåsning i nästan mogen energiteknik, som exempelvis landbaserad vindkraft, medan mindre mogen energiteknik får svårare att utvecklas.

Avtal om subventioner till viss teknik
Detta påminner mycket om punkten ovan, men är än mer specifikt med avseende på teknik. Å andra sidan undviker man att ställa upp tillfälliga kvantitativa mål som att tekniken senast ett visst år ska ha en marknadsandel på 20 procent. Det gör naturligtvis verifieringsproblemet svårare.

Det finns många nackdelar med att stödja viss teknik. Utöver ovan nämnda argument, ger stöd till spridning av ny teknik upphov till ett beroendeförhållande mellan myndigheter och teknikleverantörer. Även om förväntad inlärning uteblir, blir det i många fall svårt för myndigheterna att stoppa subventionerna, eftersom ett stopp skulle medföra nedläggning av företag m m. Det finns många exempel på offentligt stödd teknik där man har låtit projekt pågå mycket länge i väntan på inlärningsvinster som aldrig kommit (se Cohen och Noll, 1991).

Fond som köper patent
Om avsikten med subventionerna är att sänka priset på patenterad teknik, kunde man i stället köpa rättigheterna till patent direkt från privata företag. Sedan kunde licens upplåtas gratis till patentet till flera leverantörer. Detta skulle kunna säkra en snabbare spridning av ny teknik. Ett problem är att det skulle vara svårt att sätta ett värde på patentet. Ett annat problem är att produktionen utifrån patentet kan vara grundad på kunskap som få företag har tillgång till och därmed kommer man inte runt problemet med ofullständig konkurrens.

Globala regler för att främja marknadsspridning

Standarder för förädling och marknadsspridning
Det finns många exempel på att införande av tekniska standarder har gett ökad marknadsspridning av önskad teknik. Delstaten Kalifornien har t ex haft goda erfarenheter av standarder för energieffektivitet och minskad elförbrukning i hushållen, genom bl a energieffektivare vitvaror och belysning. Å andra sidan kan en standard som grundas på miljöhänsyn medföra att utvecklingen stagnerar. Det beror på att när företag lyckas

uppfylla standarden har de inte självklart något incitament för att vidareutveckla sin teknik och minska sina utsläpp ytterligare. Fortlöpande teknisk utveckling förutsätter att myndigheterna följer upp med ständigt strängare normer, något som kräver god kännedom om tekniken ute på fältet.

Å andra sidan är det troligtvis lättare att verifiera avtal om standarder. Tekniska standarder och andra föreskrifter och förbud ger oftast ett resultat som är sämre än den bästalösningen. Men om en sådan lösning, av ovan angivna skäl, inte är möjlig, kan standarder och liknande vara en näst-bästa-lösning. I praktiken kan internationellt samarbete av det här slaget ha formen av t ex föreskrifter om att alla nya kolkraftverk från 2020 ska ha CCS eller av konkreta krav på energieffektivitet i bilar. Men det är mycket svårt att utforma effektiva tekniska standarder. Till exempel skulle en föreskrift om CCS för all ny kolkraft antagligen leda både till en rusning av investeringar strax innan reglerna trädde i kraft och till förlängd livslängd för alla gamla verk. Till det kommer problemet med dubbelreglering. Så länge kraftsektorn redan är reglerad genom en kvotmarknad för utsläpp, kommer ytterligare regleringar i form av tekniska standarder att kunna ge oväntade och mycket oönskade verkningar (se till exempel Böhringer och Rosendahl, 2009)

Internationell standard för att övervinna nätverksexternaliteter

Standarder kan i vissa fall vara ett effektivt instrument för att övervinna teknisk inlåsning på grund av nätverksexternaliteter. En standard kan i sådana fall lösa samordningsproblemet för förbrukare och företag. En standard som har sin grund i teknisk inlåsning kan i vissa fall ha begränsad verkan, om inte stödet utlöser en vidareutveckling av tekniken så att en önskad utvecklingsväg kan bli verklighet. Det gör internationell samordning än viktigare.

Å andra sidan kommer många nätverksexternaliteter knappast att verka utanför en regional nivå. Det indikerar att EU kan samordna övergången till ny lovande klimatvänlig teknik, oberoende av vidare globalt samarbete. EU kan till exempel planera ett distributionsnätverk för koldioxid oberoende av USA och andra länder i bilaga B till Kyoto-avtalet. EU kan antagligen också lösa eventuella nätverksproblem enbart på transportmarknaden. Det är till exempel knappast relevant för eventuella köpare av plug in-hybridbilar att det inte finns kompatibla laddstationer i USA.

Internationell standard för att övervinna kognitiva kostnader

Problemet med bristfällig information och kognitiva kostnader diskuterades ovan. Liksom beträffande nätverksexternaliteter, verkar dessa knappast på global nivå. Det förefaller därför inte nödvändigt att arbeta in mekanismer i framtida klimatavtal för att säkra marknadsspridningen av produkter där det viktigaste hindret utgörs av kognitiva kostnader. Tvärtom kommer det att ligga i enskilda ländernas intresse att oberoende av avtal hjälpa sina företag och invånare att klara detta slags kostnader.

Slutsatser

Efterföljaren till Kyoto-avtalet bör i likhet med dagens Kyoto-avtal huvudsakligen omedelbart fokusera på utsläpp. Tekniska aspekter kan komplettera, men inte träda i stället för, ett avtal som är direkt inriktat på utsläpp. Ett avtal som är inriktat på utsläpp kan antingen vara av Kyoto-typ, som slår fast kvantitativa utsläppsgränser, eller ett avtal om harmoniserade åtgärder, bland annat en harmoniserad koldioxidavgift. Båda avtalstyperna har sina fördelar och begränsningar, men eftersom ett kvantitativt avtal förefaller mest sannolikt har vi lagt det till grund för våra överväganden.

Även om avtalet är av kvantitativ art, kan det slå fast en undre och en övre gräns för kvotpriset under avtalsperioden, se Karp och Zhao (2009). En övre gräns kommer att göra det lättare för länder att ansluta till avtalet, eftersom en sådan säkrar en övre gräns för kostnaderna för att respektera avtalet. En undre gräns är viktig för att garantera en minimilönsamhet för investeringar som ger utsläppsminskningar, däribland investeringar i utveckling och införande av ny klimatvänlig teknik.

Kyoto-avtalet löper bara till 2013 och ger inga signaler om kvantiteter eller priser efter 2013. Ett nytt avtal bör ha ett mer långsiktigt perspektiv. Även om man ställer upp konkreta utsläppsåtaganden för en period på exempelvis bara fem år, bör man i avtalet skissera hur man vill att det samlade utsläppstaket ska utvecklas under flera decennier framöver. I avtalet bör man också indikera vad man förväntar sig om prisutvecklingen för koldioxid för lång tid framöver. Detta för att ge ett bättre beslutsunderlag för alla långsiktiga investeringar, bland annat investeringar i utveckling och införande av ny klimatvänlig teknik.

Subventioner till FoU och marknadsspridning kan i vissa fall vara bra instrument. Det går att ge teoretiska argument för att sådana subventioner blir för låga när de fastställs på nationell nivå. Vi tror ändå inte, på grund av verifieringsproblemet, att det är praktiskt möjligt att skapa internationella avtal om omfattning av och inriktning för sådana nationella subventioner. Problemet med verifiering blir mindre om man fastställer kvantitativa mål för marknadsspridningen av ny teknik på det sätt som EU:s direktiv ”20-20-20 före 2020” gör. Å andra sidan finns det många nackdelar med sådana kvantitativa mål, särskilt när de omfattar marknader som redan är reglerade med hjälp av ett kvotsystem, och vi tror därför inte att det är ändamålsenligt att införa sådana instrument på global nivå.

Ett annat sätt att komma undan problemet med verifiering är att upprätta internationella FoU-centra med egen forskning. En sådan åtgärd skulle ha större chanser att höja total FoU, eftersom det enskilda landet skulle kunna uppfatta att verksamheten vid dessa centra kompletterar den egna forskningen. Sådana centras verksamhet bör omfatta både forskning och demonstration. Naturliga teman är bevarande av tropisk

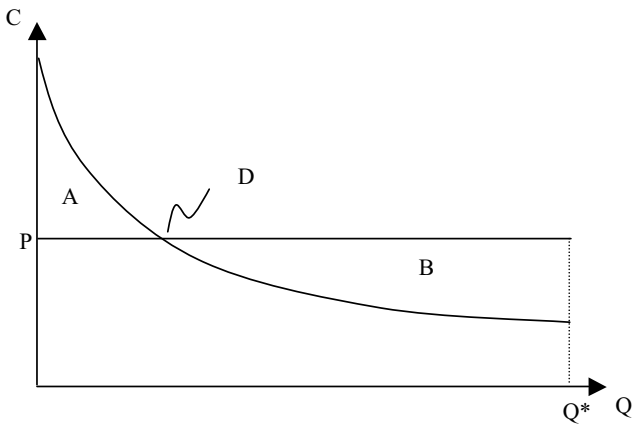
regnskog, uppfångande och lagring av koldioxid från kolkraft, gaskraft respektive industri, olika slags utnyttjande av rörelseenergi som vind/vågor/tidvatten samt solenergi etc Vidare bör sådana centra inrättas i utvecklingsländer, så att de också kan fungera som instrument för kapacitetsuppbyggnad och demonstration.

Föreskrifter, förbud och standarder kan vara bra instrument, eftersom det inte är möjligt att utforma subventionsordningar för marknadsspridning av teknik på ett tillfredsställande sätt. På vissa områden kan det vara önskvärt att bygga in sådana föreskrifter och standarder i internationella avtal. Det gäller särskilt på områden där annan reglering av utsläpp är behäftad med brister, som till exempel för konkurrensutsatt industri, aluminium- och stålverk och liknande. För sådana sektorer skulle man kunna tänka sig avtal i vilka exempelvis teknik för att fånga upp koldioxid specificerades eller mer flexibla avtal i vilka en högsta utsläppsnivå per producerad enhet angavs. Det senare skulle klart vara att föredra, eftersom det överlåter valet av teknik till marknaden och eftersom man undviker icke önskade konsekvenser av regleringen, som överetablering strax innan en bestämmelse träder i kraft och liknande. Om man har standarder av ovan nämnda typ, kan det vara möjligt även för länder som saknar kvantitativa åtaganden att ansluta till denna del av ett internationellt avtal, möjligen villkorat av att i-länderna finansierar extrakostnader i anslutning till sådana standarder.

Tillräcklig finansiering av internationella FoU-centra och ett eventuellt införande av miljötekniska standarder i utvecklingsländer kan ofta vara ett problem, eftersom åtgärderna är beroende av årliga anslag från givarländerna. Under de pågående klimatförhandlingarna har Norge kommit med ett förslag till hur denna finansiering kan lösas. Förslaget går ut på att bilaga 1-länderna först avtalar om sin egen utsläppsbegränsning, dvs si eller så många procent lägre utsläpp än 1990 års nivå. Så delar man ut färre kvoter till bilaga 1-länderna än utsläppsbegränsningen indikerar. Överskjutande kvoter säljs för att finansiera olika åtgärder (Center for Clean Air Policy, 2009).

Vi vill avsluta med att varna för att lägga för stor vikt vid teknikavtal som komplement till klimatavtal av Kyoto-typ. Bakgrunden till att man föreslår sådana tilläggsavtal är att kunskapsproduktionen skulle kunna bli för begränsad om enskilda länder bara beaktar nationella hänsyn när man fastställer sin teknikpolitik. Preliminära modellanalyser visar att denna effekt är begränsad (se Bosetti m fl, 2009). Vidare visar empiriska studier att kunskapsflödet mellan länder avtar med det geografiska, ekonomiska och kulturella avståndet, något som indikerar att kunskapsexternaliteten huvudsakligen är regional (se Keller, 2002). Det är också så att företag har möjlighet att flytta dit där den intressanta kunskapsproduktionen sker (se Audretsch och Feldman, 1996). Därigenom internaliserar företagen något av den globala kunskapsexternaliteten och nationell teknikpolitik kommer att närma sig den globalt önskvärda nivån.

Bilaga: Inlärningskurvemodellen



Den fallande kurvan anger enhetskostnaderna C som funktion av ackumulerad mängd Q. Då Q är den samlade globala försäljningen av en teknik är inlärningen global, d v s det spelar ingen roll för kostnadsfallet var tekniken installeras. D är den punkt där tekniken blir konkurrenskraftig till priset P och Q* är den ackumulerade försäljningen av tekniken vid en tidpunkt i framtiden t. Området A kallas ofta inlärningsinvesteringen, medan framtida potentiell vinst anges genom området B. Det är lätt att se att en nödvändig förutsättning för att det ska löna sig att investera i inlärningen är att området A är mindre än området B.

De som argumenterar för en aktiv teknikpolitik med stöd till marknadsspridning grundar sig gärna på att det är omöjligt att hindra att andra företag får tillgång till inlärningsvinster. För det enskilda företaget blir det därmed fördelaktigt att vänta med att etablera sig tills man ser att tekniken blivit konkurrenskraftig. När punkten D uppnås kommer nyetableringar att tillkomma tills marknadspriset är lika med teknikens kostnad och varje enskilt företag får noll i vinst. Priset kommer alltså att röra sig längs inlärningskurvan och området B kommer att försvinna. Med sådana framtidsutsikter kommer inget företag att vilja bära inlärningsinvesteringen, A, och den nya tekniken kommer aldrig in på marknaden. Det är ett argument för att myndigheterna bör täcka hela eller delar av A.

Det finns emellertid många fallgropar i detta till synes självklara resonemang. För det första bör man bedöma i vilken mån den privata sektorn kommer att investera i inlärning om inget offentligt stöd finns. Om inlärningen är företagsspecifik och i begränsad utsträckning kommer andra företag till godo, kommer den privata sektorn att vara villig att investera i inlärningsprocesser (se t ex Irwin och Klenow (1994) och Spence (1984). Vidare bör man göra det sannolikt och helst dokumentera att en teknik har en icke realiserad inlärningspotential. Möjligheter till inlärning är inte något universellt fenomen som gäller all ny teknik, se t ex Clarke m fl (2006) och Neij (1997).

3. Klimatpolitik och styrmedel för teknisk utveckling i energisektorn

Patrik Söderholm

Bakgrund och syfte

De miljöproblem som världen står inför idag, inte minst klimatförändringen, innebär stora utmaningar i form av framtida privata och offentliga investeringar i ny och existerande teknik samt utformandet av styrmedel som ger tydliga och effektiva incitament att genomföra dessa investeringar. För att åstadkomma en långsiktig stabilisering av det globala klimatet på ett kostnadseffektivt sätt krävs dessutom åtgärder som inte bara stimulerar introduktionen av redan etablerad teknik, utan också främjar utvecklandet samt spridningen av ny resurssnål och inte minst koldioxidfri energi- och miljöteknik (se t ex Aldy m fl, 2009). En viktig policyfråga blir därför om – och i så fall hur – en aktiv teknikpolitik bör komplettera den traditionella klimatpolitiken såsom koldioxidskatter och utsläppshandel. Forskare, politiker och intresseorganisationer pekar idag på en uppsjö av möjliga tekniska lösningar och åtgärder som kan åstadkomma väsentliga reduktioner i de globala utsläppen av växthusgaser (se t ex IVA, 2008), men analyser av kostnader för dessa åtgärder samt hur dessa kostnader kan reduceras på ett effektivt sätt med hjälp av såväl offentliga som privata åtgärder är inte lika rikligt förekommande.

Detta kapitel bidrar med en principiell analys av möjliga samhällsekonomiska motiv för offentliga satsningar på miljö- och energiteknik, och diskuterar de viktigaste lärdomarna för utformandet av politiska styrmedel. En viktig distinktion görs mellan teknikneutrala och teknikspecifika styrmedel; i ljuset av de fundamentala osäkerheter som råder om framtida teknologiers potentialer och kostnader är statliga myndigheter (och för all del politiker) sällan de mest lämpade för att välja ut vilka specifika teknologier som ska stödjas eller när t ex stödet ska upphöra. I kapitlet argumenteras för att det finns en rad viktiga teknikneutrala åtgärder som bör utgöra fundamentet för en effektiv teknikpolitik inom klimat- och energiområdet. Det kan dock också finnas utrymme för mer riktat tekniskstöd, men sådana åtgärder innebär tydliga svårigheter med att välja ut de mest lovande teknologierna för offentligt stöd (s k ”picking winners”); kapitlet diskuterar under vilka generella förutsättningar offentligt stöd till utvalda teknologier kan vara samhällsekonomiskt motiverade.

Analysen i kapitlet är generell och fokus läggs på styrmedel och teknologier som kan hjälpa till att begränsa klimatproblemet, t ex koldioxidfri energiteknik. Vi exemplifierar också några av de utmaningar som teknikpolitiken måste hantera genom att i mer detalj diskutera frågan om vad som kan tala för respektive emot ett riktat stöd till havsbaserad vindkraft i Sverige, en politik som bl a Svensk Vindenergi (2008) argumenterat för.

Att prissätta koldioxid och behovet av kompletterande styrmedel

Att prissätta koldioxid i ekonomins alla sektorer – via skatter eller utsläppshandel – utgör troligen den enskilt viktigaste politiska åtgärden för att hantera klimatproblemet. De specifika åtgärder för att reducera koldioxidutsläppen som står samhället till buds är närmast oräkneliga och involverar såväl beteendeförändringar som användandet av olika material, teknologier och konsumentprodukter. Ett pris på koldioxid diskriminerar inte mellan dessa alternativ utan ger ekonomins aktörer incitament att både anamma de mest kostnadseffektiva teknologierna och åtgärderna och att initiera ett forsknings- och utvecklingsarbete för att identifiera nya och billigare åtgärder. Såväl koldioxidskatter som utsläppshandel är således också teknikpolitiska åtgärder genom att de höjer avkastningen på viktig klimatrelaterad forskning. Fischer (2009) påpekar dessutom att när kostnadseffektiva åtgärder genomförs på kort sikt reduceras den ekonomiska bördan på den politik som måste adressera teknisk utveckling för att nå de mer långsiktiga utsläppsmålen.

De incitament som skapas då ett pris på koldioxid (och andra växthusgaser) införs är centrala, men en viktig fråga är om de stimulerar till teknisk utveckling och nya innovationer i en samhällsekonomiskt effektiv omfattning? Det finns två skäl – ett politiskt och ett ekonomiskt – till varför svaret på denna fråga kan vara nekande. Det politiska skälet är kopplat till det faktum att motstånd från viktiga intressegrupper och/eller från allmänheten ofta gör det svårt för politikerna att fullt ut internalisera de externa miljökostnaderna från t ex energiproduktionen; i en sådan situation blir incitamenten till innovationer för svaga och i stället för att t ex fullt ut beskatta den smutsiga teknologin kan staten (som en s k ’second-best’ lösning) välja att subventionera den rena.

Det ekonomiska argumentet för en teknikpolitik utgår från det förhållande att ny teknisk kunskap ofta är en kollektiv nyttighet; när den väl tillhandahållits kan den användas av flera aktörer till en låg kostnad. Den enskilde innovatören kan därför inte tillgodogöra sig alla fördelar av sina investeringar i t ex FoU utan dessa ”spiller över” till andra aktörer, och incitamenten att investera i ny kunskap blir därmed för låga utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv (Jaffe m fl, 2003). I energisektorn genereras omfattande kollektiv information via såväl FoU som tekniskt lärande i takt med ökad användning och produktion (se t ex Neuhoff, 2005). Den samhälleliga avkastningen av investeringar i FoU och tekniskt lärande är därför normalt högre än den privata avkast-

ningen.[1] Existerande styrmedel för att internalisera dessa positiva externa effekter av innovationer, FoU och andra informationsgenererande åtgärder – såsom t ex patent – är ofta otillräckliga.[2] Andra potentiella marknadsmisslyckanden som kan förhindra utvecklandet och introduktionen av ny teknik är t ex informationsasymmetrier (mellan t ex långivare och projektörer) samt s k nätverksexternaliteter i stora integrerade system (Newell, 2008).

Fischer (2008) visar att en aktiv teknikpolitik främst ska ses som ett komplement till – och inte som ett substitut – en politik som prissätter koldioxidutsläppen. Det europeiska handelssystemet för koldioxid (EU ETS) samt den svenska koldioxidskatten innebär exempelvis att de innovationer som genereras av teknikpolitiken också har ett ekonomiskt värde och således kommer till användning i landet. Fischer konstaterar bl a:

> *”the role for publicly supported innovation is strongest when some spillover effects are present and at least a moderate share of the social costs – including the marginal damages of emissions – is reflected in the price. [...] While mitigation policy must be the engine for reaching environmental policy goals; technology policy can help that engine run faster and more efficiently, but it only helps if the engine is running” (s. 500).*

Diskussionen ovan visar att den framtida förekomsten av miljöinnovationer är beroende av internaliseringen av två typer av marknadsmisslyckanden, en som är kopplad till de negativa externa effekterna av utsläppen av växthusgaser och en som härrör från de positiva externa effekterna av ny kunskap som en kollektiv nyttighet.

Ett styrmedel – t ex koldioxidskatt eller FoU-stöd – kan inte ensamt internalisera dessa två externa effekter på ett fullt ut effektivt sätt. Ett högre koldioxidpris än det som kan motiveras av den (marginella) externa skadekostnaden av koldioxid skulle t ex innebära en avsaknad av differentiering mellan teknologier med olika potential för spill-over effekter som möter olika typer av inträdesbarriärer. En rad studier (se t ex Parry m fl, 2003) visar att på lång sikt är det viktigast att (t ex via en skatt) internalisera den rena koldioxidexternaliteten jämfört med det marknadsmisslyckande som kan kopplas till FoU-insatser, men att internalisera båda dessa med (minst två) träffsäkra styrmedel är överlag den mest samhällsekonomiskt effektiva politiken.

Att i praktiken identifiera – och inte minst välja mellan – effektiva teknikpolitiska styrmedel är samtidigt svårt, inte minst på grund av den bristande empiriska förståelsen för den ekonomiska betydelsen av eventuella marknadsmisslyckanden (Aldy

1) Arrow m fl (2009) och Mowery (2009) betonar att teknisk utveckling förutsätter såväl FoU som lärande i produktion och användning (’learning-by-doing’), och offentliga FoU-satsningar bör därför inte planeras isolerat från praktiska applikationer. Samspelet mellan FoU och tekniskt lärande har bl a visat sig vara viktigt för att åstadkomma betydande kostnadssänkningar i vindkraftsindustrin (se också avsnitt 5).

2) Ett skäl till detta är att en betydande del av den kollektiva kunskap som genereras i t ex energisektorn är svår att omsätta i patentinbringande innovationer (se också avsnitt 3).

m fl, 2009). Förekomsten av viktiga spillover-effekter av FoU och tekniskt lärande innebär dessutom inte med nödvändighet att politiken ska inriktas mot att stödja utvecklandet och spridningen av specifika teknologier; det är i första hand viktigt att diskutera teknikpolitiska åtgärder som väsentligen är teknikneutrala. Denna slutsats motiveras bl a av att kunskapens kollektiva karaktär är mest framträdande i fallet med grundläggande forskning, t ex sådan forskning som utförs av universitet och institut. Även i de fall där tekniken förhindras av t ex informationsasymmetrier och/eller nätverksexternaliteter är det i första hand viktigt att identifiera styrmedel som så nära som möjligt angriper det grundläggande problemet (t ex informationsasymmetrin) snarare än att stödja vissa utpekade teknologier. I de situationer där viktiga marknadsmisslyckanden kan kopplas till specifika teknologier kan dock också teknikspecifika styrmedel bli aktuella.

I de närmaste två avsnitten följer vi Fischers (2009) kategorisering av teknikpolitiska åtgärder och diskuterar såväl teknikneutrala som teknikspecifika styrmedel som kan bidra till utvecklandet och introduktionen av ny teknik i energisektorn. Fokus ligger i första hand på att diskutera generella lärdomar för styrmedelsutformning medan mindre uppmärksamhet ägnas åt att analysera specifika styrmedel.

En teknikneutral politik för teknisk utveckling och spridning

Den ekonomiska litteraturen pekar i regel ut grundforskning som en given kandidat för offentligt stöd. Såsom antyds ovan tycks förekomsten av positiva externa effekter vara relativt rikliga för sådana satsningar, och de kommersiella applikationerna är ofta okända. Den viktigaste rollen för offentligt finansierad FoU finns ofta inom de områden där risktagandet är högt och där det existerar stora osäkerheter om den framtida avkastningen (Arrow m fl, 2009). Även om mer riktade FoU-satsningar också kan ge upphov till betydande spillover-effekter är det viktigt att komma ihåg att detta gäller för en rad olika projekt och FoU-stöd. Offentliga FoU-satsningar är således ofta förknippade med en hög samhällelig avkastning, men deras alternativkostnad är just därför också hög och styrmedel för teknikutveckling är i regel mest effektiva om de har en bred inriktning.

Det är svårt att bedöma hur väl existerande styrmedel (t ex patent) redan internaliserar de positiva externa effekterna av offentlig FoU. Neuhoff (2005) argumenterar för att det finns lite som talar för att företagen i energisektorn fullt ut kan tillgodogöra sig fördelarna av sina egna investeringar i FoU och lärande (t ex på grund av personalomsättning). Det finns ett antal skäl och argument som i kombination kan förklara varför investeringar i tekniskt lärande i energisektorn ofta kan vara lägre än vad som kan bedömas vara samhällsekonomiskt optimalt:

- De nya teknologierna konkurrerar med de etablerade energislagen endast på basis av deras kostnader; det finns med andra ord mycket litet utrymme för produktdifferentiering av den typen som vi kan identifiera i t ex mobiltelefoniindustrin.

- Den lagstiftning som samhället infört i syfte att skydda innovatörer från s k 'spill-overs' är ofta otillräcklig i energisektorn. Möjligheterna att på ett effektivt sätt patentera innovationer är begränsad (jämfört med t ex läkemedelsindustrin). Detta beror bl a på att förnybara energiteknologier består av ett stort antal komponenter och kräver expertis från en rad företag i syfte att förbättra tekniken.[3] Tidshorisonten för den framtida klimatpolitiken är dessutom lång medan ett patents livslängd är begränsat.

- Även om det är teoretiskt möjligt att ett företag kan ha ett incitament att investera långsiktigt i tekniskt lärande för att sedan åtnjuta framtida kostnadsreduceringar (se t ex Dasgupta and Stiglitz, 1988), är det i praktiken få företag (och kapitalmarknader) som har en sådan lång tidshorisont och stort tålamod. Det kan också vara svårt för finanssektorn att utvärdera projekt som bygger på framtida, icke-realiserade, kostnadsreduktioner. Detta förstärks av att den nya teknikens ekonomi är starkt beroende av den framtida klimatpolitikens stringens, vilken i sig är osäker.

Detta kan tillsammans motivera teknikpolitiska styrmedel, inte minst sådana som bygger upp en generell forskningskapacitet för att möta framtida problem.

En rad andra teknikneutrala åtgärder kan också bidra till en mer effektiv tekniksprid-ning och allokering av FoU-insatser i energisektorn (Fischer, 2009). Dessa härrör främst från politikmisslyckanden såsom subventioneringen av de traditionella energikällorna. Ett avskräckande exempel är vissa europeiska länders subventioner till sina respektive kolgruveindustrier under de senaste decennierna (t ex England, Tyskland, Frankrike etc), en politik som bl a bidragit till att hålla konsumentpriserna på en artificiellt låg nivå (Radetzki, 1995). Den avveckling av Europas kolsubventioner som tog fart på allvar under mitten av 1990-talet innebär bl a att privat FoU i mindre omfattning än tidigare läggs på utvecklingen av kolkraftverk.

Det finns också en rad exempel på ineffektiva lagar och regleringar, som tenderar att gynna existerande energiproducenter på bekostnad av nya aktörer och teknologier. Michanek och Söderholm (2006) visar t ex att den svenska tillståndsprocessen för nya energikällor (såsom vindkraft) samt det nära relaterade systemet för fysisk planering bidrar med betydande osäkerheter om den framtida avkastningen för nya projekt, och planeringssystemet motverkar en kostnadseffektiv introduktion av inte minst landba-

3) Margolis och Kammen (1999) visar att den privata sektorns FoU-utgifter i energi utgjort ca 0,5 procent av omsättningen medan motsvarande andel för IT och läkemedelssektorn ofta överstigit 10 procent.

serad vindkraft i Sverige. En förenkling av detta regelsystem innebär ofta åtgärder som inte nödvändigtvis adresserar vissa specifika teknologier (t ex tidsgränser för handläggningen av tillståndsärenden, ett försvagande av det kommunala planmonopolet etc), men sådana åtgärder kan samtidigt åstadkomma en mer jämbördig spelplan för ny kontra existerande teknik.

Ett annat exempel på existerande styrmedel som ger upphov till snedvridningar i energisektorns investeringsbeslut är de regler som finns inom ramen för EU ETS om att dels fritt dela ut utsläppsrätter till nya aktörer, dels dra in det existerande innehavet av utsläppsrätter för de anläggningar som läggs ned (se t ex Ellerman, 2008). Båda dessa regler snedvrider valet mellan existerande och nya elproduktionsanläggningar i EU ETS, och skapar en ineffektiv ekonomisk barriär för investeringar i nya anläggningar vilket också försvårar möjligheterna till teknikförnyelse i elkraftsektorn.

Tekniskspecifika åtgärder i klimat- och energipolitiken

Det samhällsekonomiska motivet för att med offentliga medel stödja utvecklingen av ny teknik försvagas som regel då diskussionen går från att handla om allmän forskning, till pilot-projekt samt inte minst kommersialisering och spridning i stor skala (Newell, 2008; Arrow m fl, 2009). Detta förhindrar dock inte att det kan finnas marknadsmisslyckanden och barriärer som är mer eller mindre teknikspecifika och som i förekommande fall kan motivera mer riktade styrmedel.

Ett viktigt skäl är förekomsten av skal- och läreffekter i produktionen av nya och omogna teknologier; kostnaderna kan inte sjunka såvida inte produktionen tar fart och en stödpolitik som möjliggör en sådan utveckling kan vara motiverad om potentialen för kostnadsreduktioner är hög och politikerna är kapabla att fasa ut stödet då tekniken är kommersiellt gångbar.[4] Ek och Söderholm (2009) visar att förekomsten av globala läreffekter samt offentlig FoU utgör viktiga förklaringar till de kostnadsreduceringar som skett i den europeiska vindkraftsindustrin under 1980- och 1990-talen. Deras analys visar också att de offentliga satsningarna på vindkraftsrelaterad FoU påverkats av dessa medels alternativkostnad (mätt i termer av långsiktig avkastning på statsobligationer) samt också reducerats över tiden i takt med att den aktuella teknologin mognat. Uppsatsen belyser dock också de betydande svårigheter som är förknippade med att mäta lär- och skaleffekter på ett fullt ut konsistent sätt (se även Nordhaus, 2009; Söderholm och Sundqvist, 2007).

Vissa tekniker är dessutom – såsom påpekats ovan – beroende av ny infrastruktur och stödjande nätverk, men de tjänster som dessa erbjuder är ofta kollektiva nyttigheter och de privata incitamenten för att investera i t ex distributionsnät är ofta för svaga

4) Ett viktigt villkor är naturligtvis att de samhällsekonomiska kostnaderna för den omogna tekniken faktiskt blir lägre än, och inte endast lika hög som, motsvarande kostnader för den konventionella tekniken. Om inte så är fallet kommer inte dagens investeringar i tekniskt lärande att ge någon egentlig avkastning (Kolev och Riess, 2007).

(Fischer, 2009). Detta kan leda till viktiga inlåsningseffekter och en svårighet för ny teknik att träda in på marknaden. Ett aktuellt exempel är distributionen av alternativa drivmedel för bilar (t ex etanol eller el).

Även om det existerar marknadsmisslyckanden som leder till en för blygsam introduktion av vissa teknologier, är det samtidigt ofta svårt att mäta den ekonomiska betydelsen av dessa, bedöma hur väl dessa redan är internaliserade och att identifiera en effektiv politik för att internalisera eventuella kvarvarande marknadsimperfektioner. Osäkerheten om den framtida potentialen för kostnadsreduceringar är stor, och tidigare empiriska studier av t ex läreffekter ger få riktlinjer för hur det offentliga stödet ska diversifieras (se t ex Söderholm och Sundqvist, 2007). Det existerar därför också en svårhanterad trade-off mellan att peka ut enstaka tekniker för stöd och att satsa på en portfölj av alternativ. Många tvivlar på att politiker och myndigheter är mest lämpade att ta dessa beslut. Den svenska satsningen på etanol som transportbränsle är ett exempel där myndigheternas val av tekniklösning fått mycket kritik, och där det finns en risk för nya inlåsningseffekter då kanske mer effektiva lösningar (t ex elbilar) äntrar marknaden. Det samhällsekonomiska (options)värdet av att vänta in ny information kan ofta vara högt, men detta måste samtidigt vägas mot den framtida nyttan av att investera i ny kunskap idag. Framtida osäkerheter får inte utgöra en ursäkt för en politisk passivitet.

De flesta teknologier kännetecknas av ökande marginella produktionskostnader i takt med ökad användning (t ex på grund av konkurrens om landområden, stigande bränslepriser etc), och detta innebär att i många energiekonomiska modeller leder ambitiösa klimatmål till att priset på koldioxid måste stiga betydligt för att de nödvändiga reduktionsåtgärderna ska bli lönsamma. Denna bild förändras dock om det finns s k ’backstop’ teknologier. Dessa är framtida teknologier som kan ersätta de traditionella teknologierna för att t ex reducera koldioxidutsläppen, och de kännetecknas av att de kan användas i stor skala utan väsentliga kostnadsökningar (Nordhaus, 1973). På så sätt innebär deras existens att ett tak etableras för det pris på koldioxid som krävs för att nå långsiktiga, ambitiösa klimatmål. Fischer (2009) argumenterar för att det starkaste motivet för ett riktat offentligt stöd till ny teknik finns om detta satsas på denna typ av ny teknik. Exempel på möjliga ’backstop’-teknologier är t ex koldioxidinfångning och lagring (CCS), solenergi samt t o m fusionsenergi. FoU-åtgärder som väsentligen reducerar kostnaderna för denna typ av alternativ erbjuder samhället en försäkring mot mycket höga policykostnader även i ett s k ’worstcase’ scenario, och detta skulle också lätta bördan på de åtgärder som måste tas på kort sikt.

Avslutningsvis är det viktigt att lyfta fram det faktum att klimatproblemet är globalt och den tekniska utvecklingen sker dessutom i hög grad på en internationell arena; det finns därför skäl att försöka åstadkomma en effektiv internationell arbetsfördelning av FoU-insatserna inom klimatpolitiken samt uppmuntra till tekniköverföringsprojekt mel-

lan utvecklade och mindre utvecklade länder. Detta skapar ett visst utrymme för att i Sverige utforma teknikpolitiska satsningar inom de områden där vi har en komparativ fördel (t ex utnyttjande av skogsråvaran). En stor del av de intäkter som svenska utvecklingsinsatser bidrar med kommer dock att tillfalla utländska investerare på grund av den nya kunskapens kollektiva karaktär (Barreto och Klaassen, 2003). En sådan teknikpolitik kan därför sannolikt inte motiveras samhällsekonomiskt utifrån ett strikt nationellt perspektiv utan bör snarare ses som ett sätt för Sverige att ta internationellt ansvar i klimat- och energipolitiken. Den svenska regeringen vill att Sverige ska vara en föregångare inom den internationella klimatpolitiken. Det finns dock många sätt att gå före på och den nuvarande strategin, att t ex inte fullt ut utnyttja Kyoto-protokollets flexibla mekanismer, har visat sig vara en förhållandevis kostsam politik (Carlén, 2007). En än ambitiösare satsning på långsiktig teknikutveckling inom väl utvalda områden skulle kunna vara ett effektivare samt ett tydligare sätt att visa klimatpolitiskt ledarskap på. Idag finns en avsaknad av studier som på ett mer systematiskt sätt belyser dessa vägval.[5]

I det följande avsnittet diskuteras några av de erfarenheter som finns gällande utvecklandet av havsbaserad vindkraft, och här analyseras översiktligt – med ovanstående teoretiska resonemang som grund – de utmaningar och vägval som Sverige står inför då det gäller utvecklandet och implementeringen av denna teknologi. Även om många av de förutsättningar för teknikpolitik som diskuteras nedan kan anses unika för just havsbaserad vindkraft finns också starka paralleller med andra omogna energiteknologier, som även de kan vara kandidater för olika typer av teknikstöd (t ex vågkraft, solenergi etc).

Stöd till havsbaserad vindkraft i Sverige: varför och hur?

Det finns idag bland många politiker och industriföreträdare i Europa en mycket optimistisk syn på den havsbaserade vindkraftens framtid, inte minst på grund av de gynnsamma vindförhållandena till havs och de förhållandevis låga externa kostnaderna jämfört med t ex vindkraft på land. Än så länge är dock de totala samhällsekonomiska kostnaderna för ny havsbaserad vindkraft väsentligt högre än motsvarande kostnader för t ex landbaserad vindkraft och elproduktion i biokraftvärmeverk (se t ex Söderholm, 2009). Flera länder – inte minst Danmark, Storbritannien och Tyskland – har mycket ambitiösa planer för den havsbaserade vindkraften och har därför förändrat sina regel- och stödsystem för att förverkliga dessa. Under 2007 presenterade den danska regeringen en målsättning om att 2025 ska 60 procent av den totala elproduktionen i landet utgöras av förnybara energikällor, och detta ska bl a åstadkommas med hjälp av en fördubbling av vindkraftskapaciteten; i praktiken kan detta innebära en utbyggnad till havs motsvarande 1000-2000 vindturbiner (Sovacool m fl, 2008). Sverige ligger förhållandevis långt fram då det gäller utbyggnaden av havsbaserad vindkraft (fjärde högsta installerade kapaciteten i Europa under 2007), och diskussioner finns kring en mer specifik svensk satsning på denna kraftkälla. Den viktiga frågan om ett

5) Se dock Bohm (2004) samt Carlén (2007) för några intressanta undantag.

sådant riktat teknikstöd kan motiveras samhällsekonomiskt utgör utgångspunkten för den fortsatta diskussionen i detta avsnitt.

Det finns idag två viktiga stödformer som berör utbyggnaden av havsbaserad vindkraft i Sverige. Elcertifikatsystemet utgör det enskilt viktigaste stödet för förnybar elproduktion i Sverige, och infördes 2003 som ett resultat av EUs Direktiv (2001/77/EC) för stödjandet av förnybar elproduktion (med europeisk försörjningstrygghet som främsta motiv). Ett certifikat motsvarar 1 MWh förnybar el och delas ut av staten till de producenter som kan uppvisa förnybar elproduktion. En ny anläggning kan få certifikat för en period av maximalt 15 år fram t o m år 2030. Samtidigt ålägger staten elleverantörerna att en viss andel av deras elproduktion (den s k kvotplikten) ska utgöras av certifikatberättigad förnybar el. Det nuvarande målet är att leverera 17 TWh ny, förnybar elproduktion år 2016. På detta sätt skapas en marknad för certifikaten, och priset på dessa (d v s den extra ersättning per producerad enhet som utgår till producenterna) bestäms av utbud och efterfrågan på denna marknad. År 2003 lanserade Energimyndigheten dessutom vindpilotprojektet ”Teknikutveckling och marknadsintroduktion i samverkan”, som är ett stödprogram som syftar till att minska kostnaderna för nyetablering av vindkraft och vara en pådrivande kraft för utbyggnaden av vindkraft i Sverige. Stödet går i första hand till: (a) teknikutveckling och marknadsintroduktion i samverkan med näringslivet; samt (b) miljöeffektstudier i syfte att klargöra en rad frågor av generell karaktär. Energimyndigheten har sedan starten av projektet gett stöd till sex stora projekt: tre stora anläggningar i vattenområden, ett teknikutvecklingsprojekt till havs, ett projekt som utreder vindkraftens påverkan på miljön samt en fjällbaserad vindkraftsanläggning. Den havsbaserade vindparken vid Lillgrund, som togs i bruk 2007, beviljades bl a 213 miljoner kronor i pilotstöd. Regeringen har dessutom beslutat om en fortsättning av pilotprojektet under perioden 2008-2012 med ett stöd på totalt 350 miljoner kronor. En viktig skillnad jämfört med den föregående perioden är att stödet nu inte är avgränsat till enbart storskaliga vindkraftsetableringar till havs eller i fjällområdena. Alla områden lämpliga för storskalig vindkraftsetablering i Sverige är berättigade att söka stöd.

För att bedöma ändamålsenligheten i dessa och alternativa styrmedel är det väsentligt att skilja på kort- och långsiktiga mål i energi- och klimatpolitiken. Söderholm (2009) argumenterar för att det starkaste (och kanske enda) skälet till att rikta ett speciellt offentligt stöd till havsbaserad vindkraft skulle vara om dess samhällsekonomiska kostnader på sikt kan bli lägre än de som idag gäller för de etablerade kraftslagen (t ex landbaserad vindkraft) samt om dessa kostnadsreduktioner inte kan realiseras utan statlig inblandning. Ett sådant stöd bör således främst betraktas som en teknikpolitisk åtgärd, dvs en åtgärd som vidtas inte för att uppfylla dagens kortsiktiga mål – t ex kvotplikten i certifikatsystemet – utan för att sänka kostnaderna för att nå framtida mål. De ersättningsnivåer som certifikatsystemet erbjuder är (tillsammans med det konventionella elpriset) idag inte tillräckligt höga för att stimulera en utbyggnad av svensk

havsbaserad vindkraft. Certifikatsystemet är teknikneutralt och främjar en kostnadseffektiv introduktion av de förnybara kraftslag som står till buds på kort- och medellång sikt, vilket i sig kan minska den ekonomiska bördan för mer långtgående satsningar. Några motiv för att i detta perspektiv särbehandla den havsbaserade vindkraften finns därför inte.

Inte heller finns det några starka skäl för att den havsbaserade vindkraften ska spela en utpekad roll för att möta de nuvarande målen för reduktion av utsläppen av växthusgaser. Koldioxidutsläppen från den svenska elkraftsektorn regleras idag främst av EU ETS, och inom ramen för detta system bestäms de sammanlagda utsläppen av det totala antalet utsläppsrätter som delas ut inom EU. Detta innebär att om den svenska staten subventionerar förnybar elkraft minskar utsläppen av koldioxid i denna sektor men nettoexporten av utsläppsrätter ökar och någon annan aktör inom EU ETS ökar sina utsläpp i motsvarande mån. Stödet till den förnybara elen (exempelvis via certifikatsystemet eller via ett riktat stöd till vindkraft) leder således inte till någon global utsläppsminskning och därmed inte heller till någon reducerad klimatpåverkan.[6]

Medan skälen är starka för att bibehålla en teknikneutral politik gentemot de nuvarande politiska målen är det samtidigt viktigt att ta fasta på att det finns tydliga politiska ambitioner om nya och mer ambitiösa målsättningar för den framtida klimat- och energipolitiken i Europa, och offentliga investeringar i FoU kan bidra till att sänka de framtida kostnaderna för att nå dessa långsiktiga mål. Europeiska Unionen har t ex antagit förslaget om att år 2020 ska Unionens totala energikonsumtion till 20 procent tillhandahållas av förnybara energikällor och koldioxidutsläppen ska reduceras med 20 procent (jämfört med 1990 års nivå). Det är av vikt att Sverige redan idag förhåller sig till dessa mer långsiktiga planer, och som antytts ovan kan förhållandevis teknikneutrala offentliga FoU-satsningar och utbildning av forskare spela en viktig roll. Finns det då någon roll också för mer teknikspecifika satsningar på havsbaserad vindkraft och hur skulle dessa i så fall vara utformade? Ett bra svar på dessa frågor förutsätter en god förståelse för villkoren för den teknikutvecklingsprocess som kännetecknar vindkraftsindustrin.

En rad studier visar att tekniskt lärande i produktionen av turbiner (’learning-by-doing’) är en fundamental drivkraft för kostnadsreduceringar i den havsbaserade vindkraftsin-

6) Certifikatsystemet kan dock spela en annan klimatpolitisk roll i Sverige. Detta har att göra med att Sverige valt att inte fullt utnyttja de flexibla mekanismerna inom Kyoto-protokollet och i stället definierat ett s k nationellt utsläppsmål. Enligt detta gäller att koldioxidutsläppen i den handlande sektorn (de industrier som deltar i EU ETS) plus utsläppen från den icke-handlande sektorn (t ext ex transportsektorn) inte får överstiga målnivån (Carlén, 2007). Detta innebär att om utsläppen ökar i den handlande sektorn måste utsläppen i den icke-handlande sektorn minska i motsvarande mån. Generellt är marginalkostnaden för att reducera koldioxidutsläppen högre i den icke-handlande sektorn än i den handlande. Detta innebär att certifikathandeln via en skärpt kvotplikt kan utgöra ett sätt att reducera koldioxidutsläppen i t ex elkraftsektorn, och på så sätt undvika dyrare reduktionsåtgärder i de sektorer av ekonomin som inte omfattas av EU ETS. Certifikatsystemet kan med andra ord utgöra ett medel för att öka kostnadseffektiviteten i den svenska klimatpolitiken. Detta gäller dock oberoende av vilket förnybart kraftslag som ökar sin produktion, och utgör heller inget skäl till att välja ut havsbaserad vindkraft för riktat stöd.

dustrin (Smit m fl, 2007). Så har också varit fallet även för den landbaserade vindkraften. Även om t ex uppbyggnaden av en stark vindkraftsindustri i Danmark stöttades av betydande statliga FoU-insatser var läreffekter i produktionen minst lika viktiga för att förklara de kostnadsreduceringar som åstadkommits. Det finns också tecken på att många projektörer och turbinproducenter är måna om att deras kunskaper inte ska ”spilla över” till konkurrenterna, men som antytts ovan finns skäl att tro att dessa positiva externa effekter inte är väl internaliserade, bl a på grund av det samarbete olika företag emellan som är viktigt för att realisera investeringarna. Under de första åren av expansion i sektorn har företagen kunnat dra nytta av den landbaserade vindkraftens erfarenheter, men mycket talar för att havsbaserad vindkraft kommer att bli en alltmer oberoende del av energisektorn. Detta beror bl a på teknologins komplexitet, speciellt om industrin ska erövra de djupare vattnen på ett kostnadseffektivt sätt. De svårare förhållandena ställer andra krav på tekniken; ett exempel är att det är troligt att den havsbaserade industrin (till skillnad från den landbaserade) kommer att visa ett större intresse för turbiner större än 5 MW. Slutligen finns det också förutsättningar för och ett behov av att etablera ett ökat samarbete med – och dra nytta av erfarenheterna från – den havsbaserade olje- och gasindustrin (t ex vid installationsarbeten), något som i förlängningen kan ge betydande reduceringar i investeringskostnader.[7]

Observationen att tekniskt lärande i produktion är en primär källa till kostnadsreduceringar i havsbaserad vindkraft innebär att uppmärksamhet bör riktas mot sådana styrmedel som gynnar en kontinuerlig utbyggnad av detta kraftslag, inte minst eftersom detta stimulerar framväxten av en innovativ underleverantörsindustri. Sett ur detta perspektiv riskerar det nuvarande pilotstödet till vindkraft att vara ineffektivt eftersom det här finns en uppenbar risk för cykler av ”stop-and-go”, vilket inte främjar en kontinuerlig (och långsiktig) uppbyggnad av de relevanta marknaderna. En viktig fördel med pilotstödet är dock att det i urvalsprocessen går att fästa uppmärksamheten på frågor som är av generell vikt för den framtida vindkraften i just Sverige, t ex miljöeffektstudier och/eller studier av hur vindkraften påverkas av det nordiska klimatet (se också nedan).

Diskussionen ovan antyder att det kan finnas viktiga (icke internaliserade) marknadsmisslyckanden i genererandet av ny teknisk kunskap och tekniskt lärande kopplat till utvecklingen av den havsbaserade vindkraften. Det är dock mycket svårt att bedöma om potentialen för framtida kostnadsreduceringar är tillräckligt hög för att motivera ett sådant stöd,[8] samt om just denna teknologi är den vinnare som erbjuder de mest

7) Några exempel på tekniskt lärande som också kan bli viktiga för den framtida havsbaserade vindkraften är t ex ökad kunskap om kraftverkens drift och tillförlitlighet i kallt klimat (isbildning), konstruktionen av vindturbinbladen, effektiva transporter och installationer, nätanslutningsfrågor, kontrollsystem etc (Lemming m fl, 2007).

8) Det hävdas ibland att eftersom den landbaserade vindkraftens kostnader kommer att öka i framtiden (p g a konkurrens om land, lokalt motstånd etc) finns det skäl att idag stödja den havsbaserade vindkraften med offentliga medel. Observationen att den idag kommersiella elkraften blir dyrare i framtiden leder dock snarare till den motsatta slutsatsen; kostnadsökningarna för vindkraft på land leder till privata investeringar till havs i stället och då realiseras eventuella läreffekter utan statligt ingripande (se t ex Kolev och Riess, 2007).

lovande framtidsutsikterna. Det är t ex svårt att argumentera för att detta kraftslag är ett bra exempel på en s k 'backstop teknologi'. De externa miljökostnader som är förknippade med vindkraft till havs bedöms ofta vara låga, men samtidigt är det litet som talar för att dessa relativa miljöfördelar är så pass omfattande att de ensamt utgör ett legitimt skäl för att förstärka stödet till den havsbaserade vindkraften (Söderholm, 2009). Den framtida havsbaserade vindkraften måste också dra nytta av de mer gynnsamma vindförhållandena till havs samtidigt som investerings- och underhållskostnader kan reduceras till en väsentligt lägre nivå än vad som är fallet idag.

Med stöd av ovanstående resonemang kan vi identifiera två möjliga vägval för en teknikpolitisk satsning på havsbaserad vindkraft i Sverige om en sådan bedöms effektiv. Det första alternativet är ett riktat och kontinuerligt produktionsstöd (t ex en s k feed-in tariff) till utbyggnaden av havsbaserad vindkraft för att realisera de viktiga läreffekter som tycks finnas i industrin. En sådan strategi kan dock sannolikt inte motiveras samhällsekonomiskt utifrån ett strikt nationellt perspektiv – inte minst eftersom den huvudsakliga tekniska utvecklingen inom vindkraften sker utomlands (t ex i vindturbinindustrin) – men kan ses som ett led i den svenska regeringens ambition att ta internationellt ansvar i den globala energi- och klimatpolitiken. Den svenska insatsen skulle då bidra till en internationell 'pool' av kunskap kring etablerandet av havsbaserad vindkraft, som sedan kan ligga till grund för investeringar världen över.

Den andra strategin är väsentligen den som följs idag i och med det s k pilotstödet, och innebär att Sverige bygger upp en inhemsk kompetens kring vindkraftsfrågor för att lättare kunna implementera detta kraftslag när (och om) det blir kommersiellt. Även om den svenska havsbaserade vindkraften är direkt beroende av den globala tekniska utvecklingen i turbintillverkning och offshore-verksamhet kan det vara motiverat att stödja sådan FoU-verksamhet som förenklar spridningen av denna teknologi i landet givet dess specifika förutsättningar gällande geografi, klimat och institutionella förhållanden. Valet mellan dessa två strategier är svårt att utvärdera i samhällsekonomiska termer – och ingen sådan analys har veterligen gjorts – men det handlar samtidigt lika mycket om ett politiskt vägval gällande vilka långsiktiga klimat- och energipolitiska mål som ska prioriteras i Sverige.

Slutsatser och lärdomar

Vi har i detta kapitel argumenterat för att det ofta finns samhällsekonomiska skäl för att kombinera en traditionell klimatpolitik (t ex skatter, utsläppshandel etc) med en teknikpolitik inriktad på i första hand breda FoU-insatser. Det är samtidigt minst lika viktigt för utvecklandet av ny teknik att politiken skapar förutsättningar för marknadens aktörer att göra effektiva val. Att etablera ett pris på utsläppen av t ex koldioxid är centralt i detta sammanhang, men det är också viktigt att avskaffa snedvridande subventioner i energisektorn samt undanröja regleringar och direktiv som förhindrar

teknikförnyelse. Alla de ekonomiska och juridiska hinder som möter ny teknik utgör dock inte exempel på marknadsmisslyckanden som kan motivera statlig styrning och det är därför viktigt att politiken vilar på en gedigen analys av vilka incitament som möter dagens investerare och huruvida det finns grund för att identifiera betydande snedvridningar i marknadens funktionssätt.

Detta utesluter inte att det också kan vara viktigt med mer riktade stöd till specifika teknologier och energislag; detta beror bl a på att avkastningen på offentliga FoU-åtgärder ofta ökar då FoU-stödet planeras i samverkan med praktiska applikationer. Om tekniskt lärande i produktion och användning är en fundamental drivkraft för kostnadsreduceringar blir det speciellt viktigt med styrmedel som skapar långsiktigt stabila villkor för utvecklandet av t ex underleverantörsindustrier. Som exemplet med havsbaserad vindkraft illustrerar finns det samtidigt betydande svårigheter förknippade med att bedöma olika teknikpolitiska styrmedels ändamålsenlighet. Detta beror bl a på den genuina osäkerhet som råder om olika teknologiers utvecklingspotential, hur väl eventuella externaliteter redan är internaliserade med att hjälpa av existerande styrmedel, samt vilken roll en nationell politik kan spela i en värld där teknikutvecklingen i hög grad är global. Det är viktigt att den nationella teknikpolitiken på ett tydligt sätt förhåller sig till den globala utvecklingen, samt utnyttjar de komparativa fördelar som finns inom landet. Dessa förhållanden motiverar sammantaget mer fördjupade – såväl teoretiska som empiriska – studier av förutsättningarna och ändamålsenligheten för olika typer av FoU- och teknikstöd med koppling till klimatpolitiska mål.

De genuina osäkerheter som finns om framtida teknologiers potential får samtidigt inte utgöra en ursäkt för en passiv politisk hållning. Den klimatrelaterade teknikpolitiken fungerar i mångt och mycket som en försäkring mot höga kostnader för reduktion av koldioxidutsläpp i framtiden då den globala klimatpolitiken kan förväntas bli mer stringent. För att tillskapa incitament för ekonomins aktörer att nu investera i FoU och tekniskt lärande krävs en uthållig och långsiktigt trovärdig politik (något som ofta saknats i tidigare offentliga FoU-satsningar i energisektorn), och inte endast en satsning på de teknologier och energislag som idag är nära att bli kommersiella (Arrow m fl, 2009). Minst lika viktigt är att bygga upp samhällets kapacitet att bedriva grundläggande och tillämpad forskning i framtiden, bl a genom utbildning av forskare, förstärkning av laboratorieverksamhet och stimulans till forskarutbyten.

4. Hållbar konsumtion: (Hur) är det möjligt?

Jessica Eriksson och Karl Johan Bonnedahl

Konsumtion, miljöproblem och en hållbar utveckling

Konsumtionens påverkan på miljön

Vad, hur och inte minst hur mycket vi konsumerar påverkar miljön. Genom den klassiska IPAT-modellen[1] (Ehrlich och Holdren, 1971) kan vi se miljökonsekvenserna av samhällets aktiviteter som en funktion av antalet konsumenter (befolkningens storlek), konsumtionsnivån (det ekonomiska välståndet, livsstilen) och teknologin (hur välståndet produceras). Vi har anledning att återkomma till omfattningen och utvecklingen hos dessa variabler för att en hållbar utveckling ska nås men börjar med det fysiska eller kausala sambandet mellan konsumtionen och miljöns status.[2] Här innehåller konsumtionen materiella komponenter, innebär energiomsättning och ger upphov till rester (avfall, utsläpp), vilket har en motsvarighet i hela ekonomins inflödes-, omvandlings- respektive avsättningssidor.

Därmed berörs även en annan utgångspunkt för kapitlet, och för hur miljöproblem betraktas och hanteras i samhället, nämligen konflikten mellan ekonomiska (samhällsvetenskapliga) och ekologiska (naturvetenskapliga) perspektiv. Medan ekonomen tar konsumtionen som signal för att samhälleliga värden har skapats och mänskliga behov tillfredställts belyser ekologen villkor för ekosystemens överlevnadsförmåga (resiliens), omsättningen av naturgivet kapital (malm, fisk, vatten etc) och en tilltagande oordning (entropi)[3]. En konsekvens av det ekonomiska perspektivet är att konsumtionsökningar per definition är positiva och ska eftersträvas, medan ett ekologiskt perspektiv istället pekar på gränser för ekonomisk verksamhet, inklusive konsumtionens nivå, innehåll och utvecklingstakt. Skillnaderna i perspektiv har betydande konsekvenser för hur vi ser på problem, lösningar och hanteringen av målkonflikter, och en viktig utmaning för samhället är att så långt möjligt samordna dessa perspektiv.

Hur är då tillståndet för ekosystemen, och hur är detta relaterat till vår konsumtion? År 2000 påkallade FNs generalsekreterare Kofi Annan den första stora genomgången av tillståndet för jordens naturkapital, med fokus på välfärdskonsekvenser. Millennium Ecosystem Assessment (MA) visade att 60 procent av 24 studerade ekosystemtjänster

1) I=PxAxT (environmental Impact, Population, Affluence samt Technology).
2) D v s relationen mellan I(mpact) och variablerna till höger om likhetstecknet.
3) Se DesJardin (2007).

(färskvatten, pollinering, genetiska resurser, etcetera) var överutnyttjade (MA, 2005). Andra beräkningar visar att den globala konsumtionen överskrider ekosystemens uthålliga kapacitet med 30 procent (WWF, 2008). De än mer uppmärksammande rapporterna från den Internationella klimatpanelen (IPCC, 2007) visar på betydande förändringar i klimatsystemet till följd av våra växthusgasutsläpp och scenarier med dramatiska konsekvenser för livet på jorden. Även i Sverige är situationen allvarlig. Miljömålsrådet (2009, s 2-3) bedömer att endast ett av Riksdagens sexton miljökvalitetsmål kommer att nås inom given tidsram och därtill att ”risken för plötsliga eller oåterkalleliga förändringar är överhängande” för åtminstone fyra av de övriga femton målen.

Rapporterna kopplar miljöproblemen till mänsklig verksamhet, i princip nivå och inriktning på konsumtionen (se även SOU 2005:51). I klimatsammanhang görs ofta jämförelser med miljötrycket från mänskliga aktiviteter under förindustriell tid, och sedan dess har såväl antalet konsumenter som konsumtionsnivån ökat kraftigt. Jordens befolkning har ökat från cirka en miljard år 1800 till närmare sju miljarder vid 2000-talets inledning, och ökningstakten är ungefär 75 miljoner individer per år. Allt fler tillhör dessutom medelklass, vilket är positivt ur social och ekonomisk synvinkel men det innebär också en högre konsumtionsnivå. Exempelvis får fler människor råd till semesterresor och större bostad eller att äga bil och äta kött.

Konsumtionens utveckling kan belysas genom vår förbrukning av fossil olja, en betydande insatsvara i näst intill all produktion, och globalt sett en dominerande energikälla för boende, ätande och resande. Sedan 1980 har den globala konsumtionen av olja ökat med 35 procent för att 2008 uppgå till över 85 miljoner fat om dagen (EIA, 2009a). Prognoserna spår en fortsatt ökningstakt på ungefär en procent per år (EIA, 2009b). Vi svenskar är delaktiga inte minst genom importen och transportsektorn; exempelvis har personbilsanvändningen ökat med mer än 40 procent sedan 1980 (i fordonskilometer, SIKA, 2007). Med ett annat miljöbelastande exempel ökade den globala köttkonsumtionen med 85 procent 1980-2003 och med 29 procent i Sverige (räknat i vikt, FAO, 2009).

Om vi fortsätter att koppla till den inledande formeln för mänsklig miljöpåverkan måste vi även ta hänsyn till teknologin, som till viss del har kompenserat effekterna av ett ökat antal konsumenter och ökade konsumtionsnivåer. Man talar ibland om konsumtionens avmaterialisering, bland annat genom det ökade inslaget av tjänster, och, inte minst under senare år, ökade inslag av miljöanpassade produkter och processer (DesJardins, 2007). Vi går mot energisnålare kylskåp, elbilar, telekonferenser, etcetera. Aggregerat har det funnits stora förväntningar på en ”grön tillväxt”, där ekonomisk tillväxt och konsumtion alltmer ska särkopplas från energi- och materialanvändning och därmed miljöpåverkan (Naturvårdsverket, 2004).

Övergången till tjänstesamhället innebär dock en relativ ökning av konsumtionens immateriella inslag (inte minskade materiella inslag). Vidare visar forskningsresultat på en

så kallad rekyleffekt. Vinster såsom minskad tids- eller energiåtgång för transporter äts delvis upp av förändringar i beteende och organisering, exempelvis i form av fler eller längre resor (Sanne, 2006). Detta tangerar problemet med ekonomins omsättningshastighet: Att vi allt snabbare tycks vilja uppgradera vår standard avseende hemelektronik, köksinredning med mera har följder både för material- och energianvändning och för sopberg (DesJardins, 2007). Sammantaget har visserligen koldioxid- och energiintensiteten i den globala produktionen fallit med 30-40 procent sedan 1970, men samtidigt har energikonsumtionen och koldioxidutsläppen ändå mer eller mindre fördubblats.[4]

Effektivisering har således hittills inte erbjudit en tillfredsställande lösning och sammantaget kan vi konstatera ett stort och ökande tryck på miljön, där konsumtionens nivå, innehåll och utveckling är av central betydelse. En viktig pusselbit för att nå en hållbar utveckling är alltså att påverka konsumtionen i miljövänlig riktning. Om vi lämnar den känsliga frågan om antalet konsumenter (se t ex Ehrlich och Holdren, 1971), med konstaterandet att en ökande befolkning innebär ett ständigt behov att minska miljöbelastningen per capita[5], återstår två principiella möjligheter: Att minska konsumtionen (per individ) och att förändra dess innehåll (Gardner och Stern, 2002). Innehållsförändringen kan i sin tur delas upp i miljömässiga uppgraderingar (exempelvis från konventionellt till ekologiskt kaffe) och ändrade konsumtionsmönster (som övergång till mer immateriell konsumtion, SOU 2005:51). Men vilka mekanismer står till buds för en sådan påverkan?

I det här kapitlet diskuteras mekanismer som kan användas för att styra mot en mer miljövänlig konsumtion. Kapitlet behandlar även samspelet mellan företag, konsumenter, myndigheter och andra organisationer när det gäller att lyfta fram och använda olika mekanismer. Inte minst av detta skäl diskuteras ett exempel som belyser överväganden vid klimatmärkning av produkter. Vi avslutar med några generella implikationer för inriktningen på policy.

Perspektiv på hållbar utveckling och målkonflikter

För att diskutera vägen mot hållbar konsumtion måste även hållbar utveckling behandlas. Parallellt med att idén om hållbar utveckling kan stimulera till konkret handling har begreppet kritiserats för att vara vagt och komplext. En vanlig begreppsanvändning innebär ändå, med hänvisning till den s k Brundtlandrapporten (WCED, 1987), att ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet ska balanseras mot varandra. Dock finns många sätt att se på dimensionernas vikt och olika betoning på konflikter respektive synergier dem emellan (Hopwood m fl, 2005).

Inom ett så kallat ”svagt” hållbarhetsperspektiv uppmärksammas miljöproblem, och förespråkarna ser synergier mellan ekonomiska och ekologiska mål (den s k win-win-doktrinen; Okereke, 2007). Konsumtionens omfattning problematiseras inte och lös-

4) Se IPCC. 2007, s5.

5) Utöver behovet att minska miljöbelastningen för att bibehålla ekosystemens stabilitet (således måste de hållbara nivåerna för utsläpp av växthusgaser per capita som diskuteras kontinuerligt krympa).

ningarna till miljöproblemen finns i huvudsak inom det ekonomiska systemet, genom teknikutveckling, prisbildning, kunskap etcetera. Synsättet innebär alltså att ekonomiska mål och medel i grunden förblir oförändrade (Redclift, 2005). Ett ”starkt” hållbarhetsperspektiv betonar däremot ekologiska ramvillkor, såsom vad som är nödvändigt för att ekosystemens produktions- och reproduktionsförmåga ska bibehållas, och utgår från att ekonomiska värden inte kan ersätta naturvärden. Eftersom ”the world available to the terrestrial human population is finite” (Hardin, 1968, s 1243) sätts också gränser för konsumtionen. Företrädare för detta perspektiv argumenterar även för mer multidimensionella mått på värden utöver de ekonomiska samt för att effekterna av vår konsumtion måste betraktas i ett längre tidsperspektiv.

När den sociala hållbarhetsdimensionen lyfts fram handlar den om frågor som allas rätt till ekonomisk utveckling eller vilka som drabbas först och hårdast av klimatförändringarna. Därmed framhävs konsumtionens rättvisedimensioner, både inom och mellan generationer, och grundläggande behov som kontrast till betalningsförmåga och preferenser – idag viktigast för att avgöra vem som konsumerar vad. Rättviseresonemang parade med begrepp som ekologiska fotavtryck (ett mått på hur mycket naturresurser en människa utnyttjar) leder till att vi alla bör gå mot en genomsnittligt hållbar konsumtionsnivå, mot det maximala avtrycket per capita med avseende på koldioxidutsläpp, markanvändning med mera.[6] Detta skulle ställa mycket stora krav på förändring av den svenska konsumtionen.

Vilket perspektiv som anläggs på hållbar utveckling påverkar vilka mål, prioriteringar mellan mål, samt lösningar som lyfts fram. Uppfattningen att det är angeläget att snabbt sätta in åtgärder bygger till exempel vanligen på antaganden om ekosystemens sårbarhet, där effekterna, exempelvis från utsläppen av växthusgaser eller näringsämnen, kan vara både oförutsedda och oåterkalleliga när tröskelnivåer överskrids (Rockström m fl, 2009). Utifrån ett sådant starkt hållbarhetsperspektiv kan mer radikala och långtgående åtgärder anses acceptabla och nödvändiga när det gäller att styra konsumtionen i mer miljövänlig riktning.

Den ekonomiska tillväxten och miljön

Under 2006 och 2007 rönte miljöfrågor massiv uppmärksamhet. Sternrapporten (2006), Al Gores film ”An Inconvenient Truth” och IPCC-rapporterna (samt Gores/IPCC:s delade fredspris) var exempel på stora mediala genomslag. Parallellt med att sambanden mellan konsumtion och klimatförändringarna blev allt mer accepterade betonade Sternrapporten att klimatförändringarna (och därmed även problem för andra ekosystem) på sikt kan hämma den globala ekonomiska tillväxten. Medan IPCC:s sämre scenarier innebär problem för själva tillväxttanken när de tolkas enligt det ”starka” hållbarhetsperspektivet (se ovan), bygger Sterns analys i princip på synergier mellan ekonomiska och ekologiska mål (ett ”svagt” hållbarhetsperspektiv).

6) Se WWF, 2008

Perspektiven förenas dock av att det har blivit viktigare att snabbt vidta åtgärder, och en utkomst av debatten som följde var att ekonomer inte behöver se en fullständig motsättning mellan tillståndet i miljön och förutsättningarna för ekonomin. Dels har det blivit klart för fler att ekonomins gränser sätts av ekosystemen, dels innebär miljöproblemen även möjligheter för näringslivet, enskilda entreprenörer samt ytterst konsumenter. Miljöhoten har således klättrat in på den ekonomisk-politiska agendan, men vad som hittills diskuteras är att styra konsumtionen i mer miljövänlig riktning; inte att minska nivåer eller omsättningstakter. Frivilliga åtaganden, ökad konsumentmedvetenhet, ny teknologi och stegvis internalisering av miljökostnader i priset på varor och tjänster utgör vanligen huvudinslag i en väg där fortsatt ekonomisk tillväxt går hand i hand med minskade utsläpp och minskad miljöpåverkan.

Med hänsyn tagen till att ekonomisk utveckling, i form av exempelvis produktivitets- och inkomstökningar, medför ökad konsumtion per capita samtidigt som jordens befolkning ökar är det dock totalt sett stora krav på både förbättrade teknologier och förändrade konsumtionsmönster som krävs om minskad resursanvändning och miljöpåfrestning ska möta målet om fortsatt tillväxt (von Weizsäcker m fl, 1998). Ett annat centralt problem gäller tillväxtens och miljöåtagandenas fördelning. Rika länder som Sverige har avsevärt högre ekologiska fotavtryck än länder där ekonomisk tillväxt och tillfredställandet av konsumtionsbehov inte har nått lika långt (det svenska nyttjandet av jordens ekosystem är fem gånger högre än genomsnittet för världens låginkomstländer.[7] I ett rättviseperspektiv kan följaktligen de krav som ställs på en ekonomi i balans med ekosystemens kapacitet även medföra betydligt högre krav på anpassningen av vår konsumtion.

Vilka medel står till buds för att förändra konsumtionen i mer miljövänlig riktning?

Mekanismer och former för påverkan

En rad olika faktorer kan förklara konsumtionens nivå och inriktning. Om vi utgår från (enskilda) konsumenter handlar de bland annat om ekonomiska förklaringsfaktorer som inkomstnivå, demografiska faktorer som ålder och familjeförhållanden, individuella behov och preferenser samt de senares psykologiska determinanter. Även faktorer som inte är direkt knutna till individen såsom strukturella förhållanden (exempelvis samhällsplanering), politiska mål, samt etablerade normer och värderingar är avgörande för konsumtionen. De olika förklaringsfaktorerna samspelar dessutom med varandra; exempelvis samspelar sociodemografiska faktorer såsom inkomst, kön och ålder med motivatorer som miljömedvetenhet när det gäller val av resmål, hotell, aktiviteter och färdmedel (jmf Jansson, 2009). Vidare är våra föreställningar, vanor och beteenden starkt förbundna med det moderna konsumtionssamhället, där konsumtionens centrala roll avspeglas både i politiska och privata mål (Michaelis, 2003; Sanne, 2007).

7) Se WWF (2008) och IPCC (2007).

För att styra konsumtionen i en mer miljövänlig riktning bör således konsumtionens olika förklaringsfaktorer påverkas, och för denna uppgift kan vi förlita oss på tre allmänna former för påverkan: marknadslösningar, offentliga styrmedel samt samverkan inom privat sektor eller mellan privata och offentliga aktörer (Lindén, 2004). Inom respektive form kan ett flertal olika mekanismer för förändring diskuteras, av vilka vi här kommer att betona information, ekonomiska incitament, regler och institutionella förutsättningar, samt situationsbetingelser i form av strukturella förutsättningar (Gärling och Schuitema, 2006).

Vilka former och mekanismer som föredras i stimulansen av miljövänlig konsumtion beror på uppfattningen om miljöproblemens allvar, hur snabbt man anser att åtgärder måste sättas in samt hur omfattande åtgärderna bör vara. I det följande diskuterar vi därför olika kombinationer av former och mekanismer, inklusive roller för de aktörskategorier – lagstiftare och myndigheter, företag, frivilligorganisationer och konsumenter – som kan påverka konsumtionens inriktning.

Marknadslösningar

Även om våra ekonomiska aktiviteter ligger bakom den ekologiskt icke hållbara utvecklingen finns en vitt spridd övertygelse om marknadslösningars lämplighet även för att lösa miljöproblem genom att skapa tydliga ekonomiska incitament och att stimulera uppkomsten av helt nya lösningar. Dels ställs förhoppningar till att skapa marknader där sådana tidigare inte har funnits (typexemplet är att prissätta föroreningar), dels förväntas marknadskonkurrens samt effektiv informations- och prisbildning frambringa de bästa lösningarna med avseende på teknologier, organisationsformer etcetera. Detta ingår i en allmän föreställning där marknaden utgör norm för lösningar av samhällets problem, närmast oavsett vad de gäller (Armour, 1997; Ghoshal, 2005; Lunt m fl, 1996). Orsakerna sitter sannolikt djupt: ”Most people in the west, including policy analysts, have developed habits of thought that emphasise individualism, personal freedom and consumer sovereignty.” (Michaelis, 2003, s 931)

Prismekanismen intar en särställning bland marknadslösningarna och tanken är att priser i hög grad ska inkludera konsumtionens negativa (och positiva) miljöeffekter. Typfallet är att priset för knappa naturresurser stiger så att ekonomiska aktiviteter stegvis justeras mot en lägre användning av den knappa resursen (exempelvis stimulerar ett ökat oljepris effektivare logistik och förbränningsmotorer). Prisförändringar leder även till nyttjande av nya eller mindre knappa resurser samt stimulans av helt nya processer och aktiviteter (Tietenberg, 1994). Detta förutsätter en fungerande effektiv marknad, inte minst med avseende på prisbildning och kapitalrörelser. Vidare förutsätts innovativa företagare som agerar i konkurrens.

En annan förutsättning är att konsumenter som är informerade om priser och nyttor förväntas agera instrumentellt. Eftersom miljökvaliteten hör till nyttorna styrs då vår

efterfrågan mot hållbara varor och tjänster i takt med att vi nås av information om hotade miljöer och ekosystem. I den utsträckning prismekanismen fungerar, så att hotade fiskarter försvinner från tallrikarna och avlägsna resmål från våra semesterplaner, är marknadslösningar snabba och effektiva. I detta ligger marknadens ofta överlägsna geografiska räckvidd.

Samtidigt kan vi i det stora hela konstatera avgörande brister i de rena marknadslösningarna, i såväl prisets som informationens roller, när det gäller att komma till rätta med miljöproblem. Exempelvis beskriver Stern (2006, s i) klimatförändringen som ”the greatest and widest-ranging market failure ever seen”. En förklaring ges i ”allmänningens tragedi”, ett känt dilemma utvecklat i polemik till marknadslösningarnas ”osynliga hand” (Hardin, 1968). Det belyser hur människor som agerar självständigt och i egenintresse kommer att överutnyttja en gemensam och begränsad miljöresurs, trots att det strider mot mer långsiktiga intressen. Hardins förklaring (1968, s 1244), som har allmän bäring för relationen mellan individens konsumtion och samhällets miljöproblem, är att marginalnyttan från min handling tillfaller mig medan marginalkostnaden (för miljön) delas med andra. För en enskild fiskare i en stor sjö är det därför klokt att öka fångsterna, givet att målsättningen är att maximera inkomsterna, medan det slutar med katastrof för fiskbeståndet (och samhället som helhet) om alla gör samma sak (Tersman, 2004).

Problemet har således även att göra med vad människor värderar; och individen har i allt större utsträckning blivit konsument (Baumann, 2008; Sanne, 2007). Marknaden utgör dock potentiellt en effektiv form för spridning av nya normer, vilka skulle kunna gälla miljö, rättvisa eller samhällsengagemang. Samtidigt bygger marknader på ömsesidighet och förutsägbara beteenden, där eventuellt nya normer som ska översättas till produkt- och tjänstekvaliteter och reflekteras i prissättningen måste vara relativt etablerade för att marknaden ska kunna fungera effektivt (jmf Callon, 1998). Möjligen kan man tänka sig att nya normer internaliseras genom ett samspel mellan miljöinformation, exempelvis i form av samhällsdebatt, och prisbildning (priserna ökar till följd av sämre miljö/minskad råvarutillgång).

Det har dock visat sig vara mycket svårt att inkludera framtida kostnader av miljöeffekter. En diskutabel aspekt, belyst av Stern (2006), gäller storleken på de diskonteringsfaktorer vi använder för att relatera nutida och framtida förhållanden till varandra. Dessa kan i praktiken förringa framtida nyttor och kostnader i relation till nutida konsumtion (d v s avvika betydligt från det starka hållbarhetsperspektivets betoning på rättvisa mellan generationer). Frågan om hur framtida konsekvenser ska hanteras handlar också om huruvida kunskap finns och om konsekvenserna kan värderas monetärt.[8] Avgörande för ekonomer är ofta antagandet om ”substituerbarhet”, att ekonomiska värden som byggs upp kan ersätta förlorade naturresurser. Exempelvis kan den energiteknologiska utveckling som drivs av vår konsumtion vara framtida invånare till

8) Diskonteringsproblemet ökar givetvis vid avsaknad av marknader eftersom det då inte heller finns några priser som kan vara informationsbärare.

nytta och kompensera för de fossila resurser som tagit slut. I denna optimistiska tolkning antas således konsumtionen skapa lösningar till sina egna problem.

Därmed berörs ett annat exempel på marknadslösningar. Initiativ i form av 'grönt' entreprenörskap kan bland annat resultera i ny och miljövänlig teknologi, mer miljövänliga produkter och nya tjänster. Det har på senare tid även växt fram inkubatorer med inriktning mot att stödja just det gröna entreprenörskapet (ibland stimulerade med offentliga styrmedel). Entreprenöriella initiativ har samtidigt en komplicerad roll i relation till hållbar utveckling. I den mån grönt entreprenörskap leder till bättre teknologiska lösningar behöver det inte innebära ökad konsumtion. Då lösningarna leder till besparingar i pengar eller tid tenderar dock detta utrymme att söka ny konsumtion (Sanne, 2006). Likaså stimulerar ett ökat utbud av "miljövänliga" produkter konsumtionen. Vi förväntas ersätta våra gamla bilar, kylskåp och glödlampor, byta fönster och värmesystem. Omsättningstakten i ekonomin, vilken är ett av grundproblemen i vår relation till miljön, tenderar att ytterligare snabbas upp genom att miljöanpassning tillkommer som kriterium för att konsumera. Det har också visat sig att marknadsförandet av gröna produkter i mångt och mycket utgör traditionell produktdifferentiering (och inte minst påföljande prisdifferentiering), för att locka kunder och ge företaget en pålitlig och miljövänlig image (Saha och Darnton, 2005).

Offentliga styrmedel

En mängd olika styrmedel finns att tillgå för de organ som har att hantera miljöproblem för det allmännas räkning. Kategorin ekonomiska styrmedel kan relateras till marknadsmisslyckanden. Eftersom dagens produktion och konsumtion inte till fullo beaktar samhällsekonomiska kostnader i form av skador på hälsa och miljö måste steg tas för att internalisera miljökostnader och skapa incitament för hållbar produktion och konsumtion (Helby m fl, 1999; Stern, 2006). I en mer politiknära terminologi motsvarar detta principen att förorenaren ska betala. Detta kan åstadkommas genom att miljörelaterade subventioner, avgifter eller skatter riktas mot olika skeden i en livscykel vilket tydliggör var miljöpåverkan är störst (Naturvårdsverket, 2006). Exempelvis kan global uppvärmning motarbetas genom subvention av investeringar i alternativa bränslen (framställningsskedet), trängselavgifter (användningen) och koldioxidskatt (avyttringen).

En fråga gäller då vilken nivå en internalisering ska sikta på för att påverka beteendet i önskad riktning. Naturvårdsverket (2004) konstaterar att undantagsregler och alltför låga skattenivåer för prisokänsliga resurser ofta har givit otillräckliga styreffekter. Å andra sidan kan en hög grad av internalisering ha oönskade fördelningspolitiska konsekvenser: I princip skulle höginkomsttagare kunna fortsätta med ett högt ekologiskt fotavtryck i sin konsumtion medan låginkomsttagare prisades ut från bilism och utlandssemestrar (här blir styrmedel som individuella kvoter lika principiellt rimliga som politiskt svårhanterliga).

Vidare måste internaliseringsstrategier vara uthålliga, så att inte endast tillfälliga effekter uppnås. De som har möjlighet att ändra sitt beteende kan göra det så länge det är lönsamt, men om det är lätt att ändra tillbaka kan varaktigheten vara begränsad (ett exempel är de s k flexifuel-bilarna och möjligheten att välja bensin när bensinpriset är mer fördelaktigt än etanolpriset). Det finns också mycket som tyder på att styrmedel bör kombineras för att nå goda resultat, bland annat när ett ändrat beteende först kräver investeringar. Exempelvis kan en subvention i form av en miljöbilspremie kombineras med skattereduktion eller avgiftsbefrielse för alternativa drivmedel.

Ett huvudområde för administrativa styrmedel gäller samhällsbyggandet. Detta kan påverka konsumtionen till exempel genom att lokaltrafiken byggs ut eller genom att sophanteringen förändras. Till de viktigaste instrumenten för att styra konsumtionens strukturella förutsättningar, inte minst våra upplevda behov av, och möjligheter till, transporter, hör miljöbalken och plan- och bygglagen. Användningen av samhällsplanering och andra administrativa styrmedel för att åstadkomma hållbarhet försvåras dock i praktiken av målkonflikter: Vägar som ökar trafik och utsläpp byggs med annat än miljömål i sikte. Ett annat konkret exempel är den s k pumplagen (SFS 2005:1248) som infördes för att underlätta för miljöfordon genom att öka tillgängligheten av biobränslen. Samtidigt som fler stationer idag tillhandahåller biobränslen, har lagen också inneburit att bensinstationer på landsbygden lagt ner sin verksamhet då de ansett det olönsamt att investera i pumpar för biobränslen. En av många möjliga effekter av detta är att människor kör längre sträckor än tidigare för att fylla på drivmedel.

Andra huvudformer av administrativa styrmedel är tillståndsgivning, påbud och förbud. Tillstånd och restriktioner (förbud) är betydligt vanligare än påbud (information kan däremot utformas på påbudsliknande sätt). Ett förbud, som att förbjuda biltrafik inom ett område, har fördelen att vara potentiellt snabbt och effektivt i att hindra ett visst beteende i den mån det finns ett effektivt kontrollsystem eller om regelverket upplevs som rimligt. Samtidigt kan förbud vara svåra att genomföra på grund av motstånd från intresseorganisationer och delar av allmänheten. Människor kan även hitta kryphål i regler eller ignorera dem för att kunna fortsätta med sitt invanda beteende (Lindén, 2004); ett typiskt exempel är sopsortering. Det är därför viktigt att kombinera sådana åtgärder med information om orsakerna (t ex biltrafikens skadeverkningar; Gärling och Schuitema, 2006).

Myndigheterna har således en mycket viktig roll att fylla när det gäller information om konsumtionens miljökonsekvenser, något som har visat sig viktigt för att styra individers beteende i miljövänlig riktning (Fransson och Gärling, 1999). Även här är det relevant att anta ett livscykelperspektiv och inte endast informera om sådant som produkters kemikalieinnehåll utan även miljöbelastningen i produktions-, användnings- och avfallsled (Naturvårdsverket, 2004, 2006). Det finns många möjliga kanaler för information, till exempel utbildning, produktdeklarationer eller allmänna rekommendatio-

ner. Ett exempel på det senare är de nya miljöanpassade kostråd som livsmedelsverket arbetat med sedan 2006. I jämförelse med lagstiftning och regelverk är dock information en både frivillig och mer långsiktigt verkande åtgärd (Lindén, 2004).

Olika offentliga styrmedel är vanligen auktoritativa och således relativt effektiva. De är dock vanligen kommunala eller nationella (med EU-samarbetet som ett av de viktigare undantagen). På så vis har de en begränsad geografisk räckvidd som kräver långsamma och komplicerade processer för att överbryggas (jmf de globala klimatförhandlingarna). Om nationella styrmedel inte harmonierar med internationella förhållanden finns både risk för konkurrensnackdelar och anklagelser om protektionism.

Samverkansformer

Vid sidan av de mer renodlade marknads- respektive offentliga lösningarna finns mellanformer där producenter, konsumenter, frivilligorganisationer och myndigheter på olika sätt samverkar för att åstadkomma en mer hållbar konsumtion. En orsak till den stigande popularitet hos dessa former är misstro mot regleringar samt att många olika intressenter kan delta och göra sina röster hörda (jmf Boström och Klintman, 2008). Denna typ av samverkan kan vara harmonisökande och äga rum mellan jämbördiga parter, men många exempel karaktäriseras av konflikterande positioner och parter som har radikalt olika styrkeförhållanden. Exempel som visar på hur industri-, konsument- och miljöintressen samt regeringar och forskarsamhället ingår i komplexa samspel med avgörande betydelse för konsumtionens miljökonsekvenser är EUs förhandlingar med bil- och kemikalieindustrierna om gränser för koldioxidutsläpp respektive kemikalielagstiftning.

Vissa processer där det offentliga ingår kan betecknas som frivilliga överenskommelser. Det kan handla om partnerskap mellan statliga och privata organisationer, eller dialoger mellan multipla intressentkategorier (Lindén, 2004). Ett exempel på det senare är överenskommelsen om att upphöra med klorblekningen vid de svenska massafabrikerna. Initialt deltog frivilligorganisationer, därefter myndigheter, och slutligen industrin i diskussionerna, med resultatet att klorgas slutande användas för blekning 1994 (Bingel m fl, 2002).

Samverkan kan också påverka samhälleliga strukturer. Utvecklingen av nya drivmedel och utbyggnaden av stationer för påfyllning av dessa är ett tydligt exempel (Nicol, 2009). Utan goda möjligheter att fylla på drivmedel begränsas möjligheterna att ändra konsumtionen, och det blir också svårt för näringsidkarna att sälja miljöfordon. Därför samverkar ofta lokala myndigheter, högskolor och privata företag för att stödja framställning och införande av bränslen, fordon och nödvändig infrastruktur.

Vidare kan samverkan innebära aktiviteter som syftar till att informera om mer hållbara konsumtionsmönster och om hur dessa kan realiseras. Exempel kan vara informations-

sajter, kampanjer, rapportförfattande, studiecirklar och kurser riktade till medlemmar, allmänheten, företag eller myndigheter (jmf Naturvårdsverket, 2004). Tillväxtverket arbetar exempelvis med att samordna olika aktörer för att utveckla kunskapen om hållbar och regional utveckling i fjällregionerna. Ett vardagsnära exempel på samverkan kring information är Svenska Naturskyddsföreningens *Miljövänliga veckan* där föreningen bland annat i samarrangemang med olika butiker genomför ”matvandringar” med information om klimatvänlig mat.

Som det sistnämnda exemplet visar är inte alltid stat och myndigheter direkt deltagande parter. Former för samverkan inom den privata sektorn kan exempelvis gälla överenskommelser och initiativ inom en bransch, som utbildningsinsatser, miljöledningssystem, standarder och märkning (Lindén, 2004; Naturvårdsverket, 2004). Dessa typer av initiativ har ofta informativa inslag, och kan i slutänden komma att påverka kunskapen om, eller attityderna till, konsumtionens miljöpåverkan. Vidare innehåller de ofta ekonomiska incitament, såtillvida att de deltagande företagen eventuellt kan ta ut ett högre pris eller behålla en marknadsposition genom certifiering eller någon typ av marknadsföring.

Ett exempel på metoder som kan ge företaget en god image och indirekt användas i prissättningen är miljöledningssystem. Sådana syftar dock primärt till att påverka interna processer och matchas sällan med målsättningar utifrån vad som behövs för att uppnå hållbarhet (MacDonald, 2005). Miljömärkning riktas däremot direkt mot inköpare och konsumentled. En märkning bygger i normalfallet på en standard som reglerar vilka krav en produkt, process eller organisation måste uppfylla för att erhålla märket, och syftar till att påverka köparens val och minska dennes sökkostnader genom lättillgänglig information.

Tabell 1: Mekanismer och former för påverkan av konsumtionen med exempel från transporter.

	Former för påverkan		
Mekanismer för påverkan	*Ren marknad (individualism)*	*Samverkan (frivilliga kollektiva lösningar)*	*Offentliga styrmedel (kollektiva lösningar)*
Strukturella förutsättningar	Innovationer avseende fordon och bränslen	Koalitioner för infrastruktur för nya drivmedel – t ex avtal om gasbussar och laddningsstationer för elbilar	Funktionsintegrerad fysisk planering
Regler och institutionella förutsättningar	Samspel mellan information och pris kan förändra normer (t ex från individualism, möjliggörande samåkning, bilpooler, kollektivtrafik)	Överenskommelse mellan bilindustrin och EU om minskade koldioxidutsläpp	Påbud om katalysatorrening
Ekonomiska incitament	Oljepriset ökar vid minskad tillgång	System för klimatkompensering	Koldioxidskatt
Information	Rationella konsumenter tar till sig ny kunskap om växthuseffekten	Kommun och arbetsgivare i cykla till jobbet-kampanj	Vägverket informerar om ”sparsam körning”

I tabellen ovan sammanfattas översiktligt genomgången av vägar mot mer miljöanpassad konsumtion. Kolumnerna anger de tre huvudformerna inom vilka påverkan sker; d v s vilka aktörer är drivande och med vilken auktoritet sker därmed respektive förändringsinitiativ? Raderna anger de fyra huvudkategorier av åtgärder, eller medel, som har behandlats, vilka samtliga i princip kan förekomma i alla tre former. Tabellen ger exempel från konsumtionsområdet transporter, ett område som i vårt högmobila samhälle ingår i en mängd andra konsumtionshandlingar såsom inköpsresor, semestrar, varornas logistik m m.

Exemplet klimatmärkning

Bakgrund

I det här avsnittet exemplifieras en samverkansprocess som avser styra om produktionen, upplysa och möjliggöra en mer miljövänlig konsumtion. Exemplet gäller den pågående utvecklingen av en klimatmärkning för mat (www.klimatmarkningen.se). Liknande initiativ är mycket populära och även om de inte utgör rena marknadslösningar speglar de den mycket stora tilltron till marknadens (företags och konsumenters) förmåga att lösa olika omvärldsproblem, inklusive miljöproblem. Exemplet illustrerar även hur klimatfrågan diskuteras i en för den dagliga konsumtionen central sektor, vilken har ett relativt stort bidrag till utsläppen av växthusgaser.

Klimatmärkningsprojektets övergripande syfte är att minska klimatpåverkan genom att skapa ett märkningssystem för mat där konsumenterna kan göra medvetna klimatval och företagen kan stärka sin konkurrenskraft (Klimatmärkning för mat, s.3). Projektet startades av KRAV under 2006, och relativt snart gick Svenskt Sigill in som partner i projektet. Under 2007 fick projektet ytterligare medlemmar i form av Milko, Lantmännen, LRF, Scan och Skånemejerier. Under 2008 genomfördes en remissrunda med ett utkast på regelförslag som fokuserade tre livsmedelskategorier. 2009 presenterades regler om djurhållning, fiske, förpackningar, gårdsskötsel, transporter, växtodling samt växthusodling på projektets webbplats, men i skrivande stund har inget märke lanserats.

Det finns flera argument för miljömärkningar, exempelvis att de kan stödja konsumtionen i rätt riktning, att de skapar ny kunskap, ger koncis information, utvecklas i en samarbetsorienterad process samt sprider inflytande mellan ett antal aktörer (Boström och Klintmann, 2008). Miljömärkningar är dock ofta omtvistade och härnäst belyses diskussioner som förts om den svenska klimatmärkningen för livsmedel, och övergripande beslut i utformningen av märkningen.[9]

Synpunkter på klimatmärkning

I allmänhet har projektet ”Klimatmärkning för mat” rönt ett stort intresse från andra aktörer i och kring livsmedelssektorn. Förespråkarna har framhållit vikten av

9) Uppgifterna bygger på data insamlade inom ramen för ett forskningsprojekt drivet av författarna och finansierat av Handelsbankens forskningsstiftelser 2008-2011.

att minska livsmedelssektorns klimatpåverkan samt att agera snabbt för att möta klimathotet. En klimatmärkning har också fått ett uttalat stöd från regeringen som tidigt gjorde klart att man på detta område inte ville ha regleringar utan istället satte sin tilltro till marknadens aktörer och befintliga märkningsorganisationer (Carlgren och Erlandsson, 2007).

Samtidigt har även en hel del kritik lyfts fram; särskilt när konkreta frågor kring projektet ”Klimatmärkning för mat” har diskuterats. Kritik har bland annat kommit från ekologiska odlare, branschorganisationer, handelsledet och frivilligorganisationer i remisser,[10] allmän debatt och intervjuer (Eriksson och Bonnedahl, 2009). Några organisationer har hävdat att klimatmärkningen inte är tillräckligt radikal och riskerar att inte ge de avsedda effekterna (en vanlig kritik mot miljömärkningar, Boström och Klintmann, 2008). En annan farhåga gäller alltför snabba beslut och enande kring en specifik standard innan kunskapen om problem och lösningar är tillräcklig. Förespråkarna för en standard framhåller dock att det dels finns omfattande kunskap att bygga på, dels att det är viktigt att handla snabbt för att sedan successivt förbättra standarden.

Framför allt har det funnits en oro för att projektet ”Klimatmärkning för mat” betonar ett enskilt hållbarhetskriterium framför andra. På en konkret nivå skulle en effekt kunna bli att konventionellt jordbruk bedöms som mer klimatvänligt än ekologiskt jordbruk då användningen av bekämpningsmedel kräver mindre bearbetning av marken och därmed kan ge lägre utsläpp av växthusgaser. Bruket av bekämpningsmedel strider dock mot andra miljömål (Andresen m fl, 2008). Svaret från projektorganisationen bakom den planerade klimatmärkningen är att den underliggande standarden endast ska användas tillsammans med system som tar hänsyn till miljö som helhet, samt att klimatfrågan kräver särskild uppmärksamhet.

Det finns också en oro för huruvida mindre företag kommer att ha möjlighet och råd att hantera den dokumentation som krävs (jmf Paulavets och Mont, 2008), och att projektet på så vis skulle gynna större företag. Dessutom har initiativet kritiserats för att ha potentiellt protektionistiska effekter, trots att avsikten är att klimatmärkningen även ska omfatta import. Inledningsvis är dock initiativet geografiskt begränsat till Sverige, undantaget fiske som har en nordisk dimension.

En varning för protektionism är ibland kopplad till förespråkandet av internationella standarder. På området klimatmärkning för livsmedel finns också internationella initiativ. Ett exempel är klimatdeklarationer lanserade av the International EPD Consortium (med sekretariat i Sverige och länkar till organisationer såsom EU-kommissionen och Miljöstyrningsrådet). Klimatdeklarationer baseras på livscykelanalyser (LCA) och ingår som en del i miljödeklarationer (environmental product declarations).

10) Denna kritik tydliggörs bl a i de remissvar som inkom i maj 2008. Se http://www.krav.se/Om-KRAV/KRAV-tycker/Remissvar-2008/.

Vissa kritiker har även antytt att projektet ”Klimatmärkning för mat” handlar om att stärka de befintliga märkningsorganisationerna och deras varumärken. På samma sätt som tidigare forskning har visat att konsumentens tilltro till en märkning och den information som förmedlas sjunker om de uppfattar att det är producenten som ligger bakom märkningen (Wandel, 1997) kan en klimatmärkning som kopplas samman med varumärkesbyggande för märkningsorganisationen tappa i förtroende hos konsumenterna.

En allmän problematik som ibland diskuteras är att miljömärkningar kan användas för s k greenwashing (Paulavets och Mont, 2008); marknadsföring och andra aktiviteter som syftar till att ge en miljövänlig image till processer eller produkter som egentligen har allvarliga miljö- och/eller hälsoeffekter. Översatt till en klimatmärkning för livsmedel innebär detta exempelvis att produkter som egentligen inte är speciellt nyttiga eller miljövänliga i övrigt skulle kunna framställas som positiva genom en låg klimatpåverkan. Sett enbart till klimateffekter skulle till exempel en jämförelse mellan läsk och mjölk troligen utfalla till läskens fördel.

Det ovanstående tangerar synpunkter som förts fram från flera intressenter som handlar om att konsumenterna kommer att få svårt att förstå den planerade klimatmärkningen. Konsumenterna kan komma att uppfatta ”Klimatmärkning för mat” som miljövänlig mer generellt, eller kanske till och med som en etisk märkning, eller så skulle just betoningen på klimat kunna förvirra konsumenterna; har inte de tidigare miljömärkningarna varit miljövänliga? Att konsumenter ofta har begränsad kunskap om innehållet i miljömärkningar är välkänt (Nilsson m fl, 2004).

Hur ska märket utformas?

Vilken information en märkning kan ge till konsumenten och huruvida märkningen hjälper till att minska konsumenternas sökkostnad beror på dess utformning. I ett system med obligatorisk märkning kan vissa produkter märkas som direkt skadliga för miljön (negativ märkning). I en frivillig (positiv) märkning kan en produkt antingen ha ett märke eller vara utan det. Vidare kan en positiv märkning antingen vara exklusiv, förutsätta att en absolut standard eller gräns uppnås (som för KRAV eller Bra miljöval), eller generell, ange en nivå på någon miljörelaterad skala (energiklass för kylskåp eller koldioxidutsläpp för bilar). ”Klimatmärkning för mat” är inriktat mot ett frivilligt positivt märke utan nivåindelning, vilket öppnar för synpunkten att klimatmärkningen kan överdriva marginella skillnader mellan produkter (jmf Boström och Klintmann, 2008).

Valet att inrikta sig mot en positiv märkning utan nivåindelning är relaterat till övervägandet om märkningen ska baseras på kriterier för enskilda produkter eller för produktionssystem. Projektet ”Klimatmärkning för mat” har valt en märkning baserad på kriterier för produktionssystem. Bland kriterierna har ett antal faktorer som tidigare

forskning visar har stor klimatpåverkan inkluderats (t ex användning av fossilt bränsle samt lustgasutsläpp från konstgödselproduktion). Valet motiveras framför allt av behovet att spara tid, eftersom alternativet skulle vara att genomföra livscykelanalyser (LCA) för varje specifik produkt. Genom att bygga på produktionssystem blir det dock omöjligt att ange en produkts klimatpåverkan i form av exakta siffror.

Ett annat val gäller om standarden ska vara absolut, baserad på total klimatpåverkan, eller relativ, med olika regler för olika produktkategorier. I projektet ”Klimatmärkning för mat” har man valt att inom varje produktkategori ha en absolut standard. Mellan produktkategorier är dock märkningen relativ; det bästa inom varje kategori kan märkas. Detta har inneburit en hel del kritik; ger det konsumenten rättvisande information om kött kan märkas? Är det bättre att påverka konsumenterna att köpa så miljövänligt kött som möjligt och stimulera mer klimatvänlig köttproduktion, eller bör man försöka styra konsumtionen bort från klimatmässigt sämre produktkategorier? Här har det säkert spelat in i ställningstagandet att organisationer i, och med nära koppling till, köttproduktionen deltar i projektet.

Det är således många faktorer som har betydelse för om, och i vilken utsträckning, en miljömärkning påverkar konsumtionen i rätt riktning. Dessa faktorer handlar om märkets trovärdighet hos konsumenterna (jmf Nilsson m fl, 2004), märkningens utformning och hur väl konsumenterna förstår märkningen, men givetvis även huruvida konsumenter såväl som producenter väljer att följa märkningen, samt om de åtgärder som märket står för verkligen reducerar miljöpåverkan. De diskussioner vi har skissat ovan är exempel på utfall av samspelet mellan olika aktörer under utvecklingen av en klimatstandard. Det är många och ibland motstridiga synpunkter som förs fram (av vilka ett fåtal har rymts här), vilka också ska balanseras mot initiativtagarnas och tilltänkta märkesanvändares strategiska intressen. Ambitionen att skapa en bred svensk standard för klimatmärkning av mat innebär exempelvis att viktiga producenter och livsmedelshandeln måste acceptera standarden innan konsumenterna får en chans att välja.

Vägar mot mer miljövänlig konsumtion

Möjligheter att påverka konsumtionen

Vi har diskuterat olika mekanismer som kan påverka konsumtionen i mer miljövänlig riktning och presenterat ett konkret exempel från de populära samverkansformerna. Denna popularitet kan ses som ett resultat av de ”rena” formernas begränsningar. Medan stater och myndigheter har en hög formell auktoritet begränsas de ideologiskt av tilltron till marknadslösningar och individens integritet, geografiskt till territoriet för myndighetsutövande och jurisdiktion och, med avseende på ändamålsenligheten i utformandet av åtgärder, av ansvaret för en mängd andra delvis konflikterande mål (miljökvalitetsmål får ge vika för framkomlighetsmål när vägar byggs, tillväxtmål när skatter sätts, etcetera).

Offentliga styrmedel kan visserligen vara mycket effektiva, men processerna är ofta långsamma och tenderar att rikta uppmärksamheten på mål (och därmed åtgärder) som jämförda med de ekonomiska välfärdsmålen (sysselsättning, konsumtion, etcetera) ligger långt in i framtiden. Exempel ges av hanteringen av Sveriges miljömål och de globala klimatförhandlingarna. De senare belyser även den politiska svårigheten att åstadkomma de internationella avtal som är nödvändiga i den globala konkurrensregim där nationella initiativ för den gemensamma miljön riskerar att bestraffas på det ekonomiska området. Detta blir mycket tydligt om en regering överväger avgiftshöjningar eller skatteväxling till nackdel för energiintensiv industri. Istället för att en sådan internalisering direkt sätter igång den marknadsmekanism som riktar produktion och konsumtion mot renare energikällor och lägre förbrukning per enhet kan industriproduktionen flyttas utomlands och konsumtionens miljöprestanda i värsta fall försämras.

Därmed berörs två av marknadslösningarnas stora fördelar; räckvidden och effektiviteten. I relation till målet att minska konsumtionens miljöeffekter kan dock effektiviteten snarast vara en motverkande kraft. I praktiken prioriterar marknaderna ökad omsättning; erfarenheterna visar tydligt att konsumtionstakten drivs upp högre än vad resurseffektiviseringen når. På något sätt måste således marknadernas kortsiktighet och närsynthet, det vill säga prioriteringen av (min) konsumtion idag över (andras) konsumtion imorgon, balanseras.

De rent individualistiska respektive kollektiva formernas svagheter talar för att förändringar av konsumtionen i praktiken måste betraktas som ett komplext samspel mellan olika mekanismer och aktörer, privata såväl som offentliga. Det behövs således ofta kombinationer av styrmedel för att konsumtionen mer substantiellt ska ändras i en miljövänlig riktning. På individnivå inbegriper detta att steget från miljövänlig attityd till handling ska tas (Lindén 2004, s 23ff). Om kunskap om effekterna av beteendet saknas blir det svårt att agera i enlighet med ett eventuellt miljöengagemang, samtidigt som förekomsten av praktiska barriärer i de vardagliga beslutssituationerna kan utgöra hinder i översättningen av motivation till handling. Information behövs för att stödja förändringar i regelverk, och strukturella förändringar kan behövas för att människor ska kunna realisera ambitioner att konsumera miljövänligt utan alltför stora kostnader.

Sannolikt krävs även att olika mekanismer kan stödja parallella förändringar i normer och värderingar samt i beteenden. Förändringar i beteenden (t ex genom ekonomiska incitament) som inte kopplas till motsvarande förändringar i värderingar kan lätt avbrytas om incitamentet försvinner. I sådana fall är den temporära beteendeförändringen endast ytlig. Sådana förändringar kan avspegla en allmän debatt och snabbt uppflammande intressen och oro som försvinner, t ex när medieintresset har lagt sig. En annan variant på mer ytliga förändringar är att intresset inledningsvis läggs mer på att visa initiativkraft och utveckla nya produkter, processer och märkningar, som ska ge

konsumenterna möjlighet att välja mer miljövänligt, men att utvecklingen därefter inte innebär någon progression vad gäller miljöpåverkan.

Mer djupgående förändringar kan således relateras till värderingar och normer hos marknadens aktörer (Hay, 2005). Att försöka stödja mer omfattande normförändringar innebär dock en mer djupgående kritik med budskapet att marknaden och politiken står för allvarliga misslyckanden; det ymniga välfärdshorn som konsumenter och politiker tror sig ha sett visar sig vid närmare betraktelse vara en natur på obestånd som mänsklig ingenjörskonst inte lyckats frikoppla oss ifrån.

För att framför allt på lång sikt skapa medvetenhet, och påverka djupt liggande normer och värderingar, är information och utbildning viktigt (Fransson och Gärling, 1999) Sådana insatser kräver dock dialog snarare än envägskommunikation. Människor behöver tillsammans diskutera problem och möjliga lösningar för att komma fram till kreativa idéer och för att skapa en gemenskap kring behovet av förändring (jmf Michaelis, 2003). Samtidigt är policy och tydliga spelregler viktiga för att sätta övergripande ramar och staka ut färdvägen.

Av de olika mekanismer som förekommer i strävandet efter hållbarhet kan klimatmärkningsfallet som behandlades illustrera hur utbud och efterfrågan mer indirekt kan påverkas; nya frågor och problembeskrivningar förs upp till diskussion mellan inblandade aktörer och kan även spridas vidare i branschen och samhället. Konsumenterna kan genom att få information om livsmedlens klimatpåverkan börja fundera över vad deras konsumtion betyder på andra områden. Principiellt antar vi att olika steg i riktning mot mer miljövänlig konsumtion och ökad medvetenhet kan leda till snöbollseffekter. På motsvarande sätt kan företag och andra organisationer tvingas utveckla sin kunskap när de ställs inför nya konkurrerande standarder och miljömärkningar. En mer negativ tolkning skulle innebära att standarder och märkningar inte är tillräckligt kraftfulla för att påverka konsumtionen i miljövänlig riktning. Det saknas dock fortfarande mer ingående kunskap om effekterna av standarder och miljömärkningar. Naturvårdsverkets konstaterande från 2004 att ”det finns tendenser till att lägga fokus på utveckling av nya verktyg än på utvärderingar och studier av existerande verktyg för att kunna förbättra dessa” (s 52) är sannolikt relevant även idag.

Mot bakgrund av detta citat samt diskussionen kring den svenska klimatmärkningen av livsmedel kan ett centralt dilemma lyftas fram: att handla snabbt och aktivt vidta åtgärder eller vänta tills kunskapen är mer utvecklad. När det gäller standarder och märkningar är det svårt att veta vilka de bästa systemen är, och därför kan det vara lämpligt att tillåta så kallad institutionell konkurrens, särskilt i ett tidigt skede. Det är också viktigt med oberoende utvärderingar och jämförelser av olika verktyg för att öka trovärdigheten i systemen. Förekomsten av tydliga målsättningar för minskad miljöpåverkan från konsumtion inom olika sektorer torde på sikt också hjälpa till

att få standarder och märkningar att fungera väl; företag vill förhoppningsvis arbeta med verktyg som ger en god måluppfyllelse. För att öka räckvidden och genomslaget kan internationella standarder vara att föredra, men även om en överenskommelse är internationell kan den ha cementerande effekter genom att hindra enskilda initiativ eller institutionell konkurrens.

Oavsett hur det sker är det väsentligt att skapa institutionellt stöd och normer för att stimulera nya lösningar och snabb handling. Behovet av nya institutionella arrangemang kan exemplifieras av s k ”cap and trade”-system (t ex EU:s Emission Trading System (ETS). I princip kan då reglering, baserad på kollektiva processer och naturvetenskaplig forskning, sätta ekologiskt hållbara tak för konsumtionen (via produktionsledet) medan traditionellt effektiva marknadsmekanismer används för att reglera det ekonomiska utbytet inom de ramar som ekosystemen klarar. De problem som denna typ av system hittills har visat upp handlar om att taken inte har anpassats till ekosystemen utan till socio-ekonomiska prioriteringar. Till detta hör att stora förorenare har tilldelats ”rätt” att just förorena. Medan detta kan vara ekonomiskt rationellt skulle en etiskt mer relevant, om än praktiskt och realpolitiskt mycket svår, utgångspunkt vara ekosystemens mottagningskapacitet och att tilldelningen sker på individnivå.

Därmed berörs även den fundamentala frågan om huruvida konsumtionen de facto går i en mer miljövänlig riktning eller om vi endast strävar efter hållbarhet. I det mest förekommande perspektivet (bl a avspeglat i EU ETS) ses alla mekanismer som i någon mån minskar negativ miljöpåverkan som tillräckliga eller som steg i rätt riktning. Alternativet utgår istället från uppskattningar av hur stora minskningar av utsläpp eller annat som behövs för att vända utvecklingen och nå hållbarhet (så kallad backcasting). Sådana övergripande uppskattningar kan brytas ned till olika mål för olika sektorer och ytterst för olika företag och konsumentgrupper; en modell som om den fullföljs innebär betydligt strängare mål för den rika världens konsumenter med stora ekologiska fotavtryck. Hittills har dock särskilt målen för konsumenter varit relativt ospecificerade.

Dessa två perspektiv anknyter givetvis till den problembild och de prioriteringar som antas: Erkänner vi en obalans mellan ekonomiska processer och ekologisk uthållighet? Hur värderar vi allmänningen i relation till den egna konsumtionsnyttan? Moralfilosofen Thomas Anderberg (2001) skriver att vi lägger ner större möda på att finna ursäkter att blunda än på att söka förändra. Perspektiven anknyter då även till de principiella vägar som nämndes i kapitlets inledning; att minska konsumtionen (per individ) och att förändra dess innehåll. Vi menar att det är viktigt att inte endast se på energieffektivitet och andra relativt avgränsade miljömässiga uppgraderingar, vilket hittills varit det vanligt förekommande, utan att se på materialåtgång, avyttring och hela livscykeln relaterad till en konsumtionshandling. Dessutom måste miljökonsekvenserna av den totala konsumtionen vara i fokus, då absolut miljöbelastning är det enda ekologiskt

relevanta. Detta innebär att ekonomins omsättningshastighet måste skärskådas, och därmed även det samhällsekonomiska tillväxtbegreppet. En avgränsad effektivitetsorientering som miljölösning kan ge en moment 22-liknande situation som endast beaktar driften och ignorerar resursanvändning i stort: Lyckas vi med ständiga förbättringar måste vi ständigt köpa nya produkter med bättre miljöprestanda (efter lågenergilampan, etanolbilen etcetera kommer annat) och skrota gamla produkter.

En slutbedömning och styrmedelsimplikationer

Den svenska konsumtionen, både till nivå och till utveckling, är långt ifrån långsiktigt hållbar. Det behövs således en förändring i vad vi konsumerar; hur det tillverkas, distribueras och förbrukas. Förändringsbehovet gäller konsumtionsslag (d v s att förbättra tjänstens eller varans miljöegenskaper) såväl som konsumtionens totala nivå och utvecklingstakt. I detta är givetvis satsningar på nya mer miljövänliga produkter och processer samt fortsatta effektiviseringar viktigt. Dock är inte effektiviseringar tillräckliga för att styra konsumtionen i en riktning där omsättningshastigheten för produkter inte längre ökar. Det behövs således också målsättningar som fokuserar på att stimulera exempelvis produktkvalitet för ökad livslängd samt återvinning och reparationsverksamheter. En särskild poäng med att försöka stävja takten på produktutbyten är att den typen av konsumtion torde vara mer frikopplad från basbehov än annan konsumtion.

Valet av medel för att påverka konsumtionen är inte enbart beroende av effektiviteten hos tillgängliga former och mekanismer utan även av målsättning. Är syftet att reducera den totala miljöpåverkan så att konsumtionen ryms inom gränserna för ekosystemens kapacitet, eller är det att minska miljöbelastningen per konsumerad enhet? Vi menar att en viktig uppgift för policy är att sätta konkreta mål som utgår från konsumtionens ekologiskt möjliga miljöpåverkan. Utan sådana tydliga mål är det svårt att veta om olika mekanismer är effektiva, och höga mål kan också vara viktiga för att stimulera företagen att göra relevanta och innovativa satsningar. Målen bör vara ekologiskt absoluta men socialt relativa, i betydelsen att det konsumtionsutrymme vi har (inom de ekologiska gränserna) ska delas globalt och över generationerna. Den svenska utmaningen är således i princip större än den globalt genomsnittliga.

Det finns många goda förslag på åtgärder (se t.ex. SOU 2005:51), men för att nå verkningsfulla, djupgående och långvariga effekter och undvika ett konsumtionsbeteende som endast relativt eller partiellt är miljövänligt, är det särskilt viktigt att arbeta med motivatorer i form av ändrade värderingar och normer. Information och utbildning kan vara viktiga mekanismer här, men dialog och erfarenhetsutbyte kan spela en särskilt viktig roll eftersom (över)konsumtion ofta handlar om människans roll i samhället. Följande exempel på åtgärdsförslag adresserar konsumtionen ur ett vitt perspektiv och bygger bland annat på ställningstagandet att konsumtionen måste ske inom ramarna för ekosystemens reproduktionsförmåga. En allmän policyimplikation är även att of-

fentliga beslutsfattare har övergripande ansvar att balansera motstridiga intressen inom ramarna för de villkor som ekosystemen ger.

- Eftersträva full internalisering av konsumtionens miljökonsekvenser. Det innebär exempelvis kraftiga ökningar av skatter och avgifter för användning av fossila bränslen. Vad gäller risken för försämrad internationell konkurrenskraft bör miljööverenskommelser ges högsta prioritet i det internationella samarbetet (inte minst inom EU och WTO), men myndigheter bör även i högre grad se möjligheterna i termer av nya industrier och konkurrensfördelar som en tidig omställning kan ge.

- Försök bör även göras att prissätta ekosystemtjänster (jmf Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En anledning är begreppets potentiella funktion som länk mellan de ekonomiska och ekologiska systemen och tillhörande begreppsapparater, en annan att anpassa marknadsmekanismen mot naturens faktiska komplexitet, vilken innebär att konsumtionen av en "vara" kan ha betydande konsekvenser för andra delar av ekosystemet. Vidare bör, för en effektiv styrfunktion, "förorenaren betalar" i möjligaste mån gälla oavsett industripolitiska och andra hänsyn.

- Rikta subventioner. I första hand bör miljöskadliga subventioner och skatte- och avgiftslättnader avvecklas. Detta skulle bland annat ge mer relevanta kostnader för yrkesfisket och flygtrafiken, med goda konsekvenser för de marina ekosystemen och klimatsystemet. I andra hand kan subventioner användas för att under en övergångsperiod stödja nya konsumtionsmönster.

- Vid bedömningen att full internalisering av de kollektiva problem som konsumtionens miljökonsekvenser utgör inte är görlig torde mer kollektiva lösningar vara nödvändiga. För sådana krävs normförändringar, eftersom låsningen till den individuella konsumentens autonomi och integritet både principiellt (se allmänningens tragedi) och empiriskt utgör hinder för hållbar utveckling. En förändring kräver breda utbildningsinsatser snarare än information. Viktigt är också att förebilder skapas, både på person- och organisationsnivå.

- En förändring mot mer kollektiva lösningar skulle även kräva institutionellt stöd. Här bör lagstiftning och andra former för offentlig styrning utvärderas med avseende på sina effekter. Vilken styrning ger exempelvis aktiebolagslagen och en exploateringslag som minerallagen i relation till miljöbalken och Riksdagens miljömål? Viktigt är att ett institutionellt stöd, såväl lokalt som sammantaget, ges för hållbar utveckling. Till detta hör även former som trängselavgifter, miljözoner och satsningar på kollektivtrafik.

- Med beaktande av de gränser som den svenska konkurrensrätten och EU-lagstiftningen tillåter är den offentliga upphandlingen en stark omställningskraft som medvetet måste användas för att skapa volymer åt producenter med miljöanpassade produkter och tjänster (energi, fordon, textilier, elektronik m m). Detta kan både påverka utbudet för privata konsumenter och bidra till en norm- och attitydpåverkan i riktning mot hållbarhet. Särskild vikt bör läggas vid att stimulera ökad produktlivslängd och därmed minska ekonomins omsättningstakt.

- Offentliga investeringar kan även användas för att stimulera uppkomsten av alternativa näringar. Här kan särskilda insatser läggas vid åtgärder som kan minska den totala miljöbelastningen och möjliggör kollektiva lösningar, exempelvis bilpooler och returmarknader.

- Samhällsorganens möjligheter att påverka konsumtionens miljöeffekter genom den fysiska planeringen är synnerligen goda. Detta gäller i första hand transporterna som är av stor betydelse för ett flertal miljökonsekvenser, som buller, partiklar och klimatförändring. Med medel som plan- och bygglagen, miljöbalken och enskilda program bör en huvudmålsättning vara att verka för ett minskat mobilitetsbehov och viktiga inslag är en funktionsintegrerad planering och miljöprövning av trafikorienterad handel.

- Försiktighetsprincipen bör tillämpas på ett sätt som termen antyder. Den i många fall omvända bevisbördan måste ändras så att bland annat ämnen med sannolikt betydande miljöskadlighet ska förbjudas. En sådan tillämpning skulle också ge väsentliga positiva effekter på människors hälsa.

5. Att klara klimatkraven – Utmaningens vidd och behovet av en kombinerad närings- och klimatpolitik

Christian Berggren

”En procent av BNP” eller djupgående omvandling?

Under en lång följd av år har utsläppen av växthusgaser stigit, och har nu lett till påtagliga klimatförändringar som avsmältning av glaciärer, försvinnande havsis och frekventa värmeböljor, bland annat i södra Europa. På global nivå har ledande politiker antagit målet att jordens temperatur inte ska stiga mer än två grader. Detta innebär enligt experter att OECD-länderna måste sänka sina utsläpp av s k växthusgaser med minst 80 procent till 2050.[1] Med tanke på att den ekonomiska tillväxten i flera hundra år åtföljts av ständigt stigande utsläpp innebär detta en enorm utmaning. Makroekonomiska bedömningar att detta kommer att kräva en till två procent av BNP årligen skymmer lätt den enorma vidden i denna utmaning – liksom de möjligheter den öppnar. Om omvandlingen ska lyckas krävs en politik som bejakar omfattande processer av det som ekonomen och innovationsforskaren Joseph Schumpeter kallat ”kreativ förstörelse”. Gamla företag, tekniker och branscher går under för att lämna plats för nya tekniker, kombinationer och entreprenörer. I denna process riskerar en del regioner och länder att sjunka tillbaka, medan andra kan dra nytta av de nya investeringarna, innovationerna och industrierna. Men för att detta ska ske krävs en insikt bland beslutsfattare om utmaningens storleksordning, och vikten av att långsiktigt förena klimat-, ekonomi- och näringspolitik så att resultatet inte främst blir förstörelse utan framför allt förnyelse.

Detta kapitel inleds med en bakgrund om vidden av omvandlingen. Därefter behandlas ett hittills oöverträffat exempel på teknik- och branschförnyelse i Norden – utvecklingen av det nordiska mobilnätet på 70- och 80-talen. Lärdomar från denna dynamiska process jämförs med svagheterna i nuvarande insatser för klimatomställning, med exempel från transport- och energisektorn. Det följs av en fördjupad analys av stödåtgärder och regleringar som prövats internationellt för att driva fram miljömässiga förändringar i dessa sektorer. Utifrån dessa historiska och aktuella exempel diskuterar det sista avsnittet en repertoar av kombinerad klimat- och näringspolitik, som både kan driva på den nödvändiga omställningen av industrin till minimalt fossilberoende i Sverige och stödja framväxten av nya tekniker och företag.

1) Klimatberedningen 2008; Stern 2009.

Utmaningens vidd och de moderna ekonomiernas fundamentala fossilberoende

Alltsedan den industriella revolutionen har ekonomisk tillväxt varit intimt förknippad med ökad förbrukning av fossila bränslen och stigande utsläpp av växthusgaser. Sedan början av 1800-talet har den globala användningen av fossilbränslen ökat 670 gånger – och ökningen fortsätter. Enligt Internationella Energiorganet (IEA) kommer kolförbrukningen enbart för kraftproduktion att öka från 3000 till 5000 miljoner ton/år under perioden 2006-2030. Inom transportsektorn, en annan av de stora globala utsläppskällorna, sker också en mycket kraftig ökning. År 2010 kommer det att finnas en miljard motorfordon på jordklotet, år 2035 är siffran sannolikt två miljarder. Den alldeles övervägande delen av dem kommer helt eller delvis vara drivna med fossil energi och förbränningsmotorer, enligt analyser av den ledande amerikanske fordonsforskaren John Heywood och hans kollegor.[2]

Mycket få länder har under normala ekonomiska omständigheter lyckats bryta sambandet mellan ekonomisk tillväxt och stigande utsläpp. Stern-rapporten (2007) tar upp Frankrikes stora kärnkraftsutbyggnad 1977-2003 som exempel. Under denna period 40-faldigades produktionen av kärnkraftsel, och koldioxidutsläppen från kraftsektorn sänktes med 6 procent varje år. Samtidigt skedde en tillväxt med ökad energiförbrukning i andra sektorer och den totala årliga minskningen av utsläpp blev bara 0,6 procent. Minskningen blev dessutom tillfällig. Efter kärnkraftens utbyggnadsfas har Frankrike återgått till en bana med stigande utsläpp av växthusgaser. Sverige visar ett liknande mönster. Visserligen brukar svenska politiker påstå att vi brutit sambandet mellan ekonomisk tillväxt och utsläpp av växthusgaser. Detta upprepas i budgetpropositionen för år 2010: ”Sverige är ett av de få länder som kan uppvisa minskade utsläpp samtidigt som ekonomin växer” (s. 58). Men detta s k brutna samband har precis som i Frankrike varit en tillfällig avvikelse. Förvisso sjönk de inhemska svenska utsläppen under perioden 1990-2005, främst genom satsningar på kraftvärme och biomassa. Men nu är Sverige åter på en ökande bana. Detta döljs dock av den statistik som regeringen brukar åberopa och som exkluderar utsläppen från flyg och sjöfart till/från Sverige.[3]

I denna bild bortser man från utsläppen från de växande fossilbaserade sjö- och lufttransporterna till och från Sverige som mer än väl kompenserar för perioden 1990-2007. Enligt aktuella prognoser kommer de totala svenska utsläppen vara sex procent större år 2010 än 1990 för att öka ytterligare till 2020.[4] Detta bör inte förvåna. En underlagsrapport till Globaliseringsrådet visar att den s k Kuznets-kurvan för miljön, som innebär att skadliga utsläpp först stiger när inkomsterna ökar för att sedan plana

2) Detta avsnitt är inspirerat av Staffan Laestadius rapport till ”Global Utmaning” (2009); uppgifterna om energikonsumtionens ökning sedan den industriella revolutionen bygger på Maddison (2007), prognosen på IEA (2008); data om fordon och bränsleanvändning i Schäefer, Heywood et al (2006).

3) Se också Frankel (2009).

4) Energimyndigheten och Naturvårdsverket 2008, s 43. Kanske blir det ökningen 2010 något lägre p g a den ekonomiska nedgången 2009.

ut och falla, gäller för svaveldioxid, sot och kväveoxid, d v s utsläpp med i huvudsak lokal påverkan. Men för koldioxid gäller motsatsen. Här ökar utsläppen utan någon gräns med stigande tillväxt. Större ekonomisk öppenhet mätt som handel i relation till inkomst leder till än högre utsläpp.[5]

Uppgiften att bryta sambandet ligger alltså fortfarande framför oss. Sverige är dock annorlunda i ett avseende. Utsläppen av växthusgaser från energisektorn (el och värmeproduktion) är på grund av de stora andelarna vattenkraft, kärnkraft och biomassa internationellt låga. Utsläppen från transportsektorn är däremot stora och växande. De följande avsnitten tar exempel från båda sektorerna. Dels därför att Sverige ingår i ett europeiskt sammanhang, där en ökad fossilfri elproduktion i Sverige kan exporteras till Polen, Danmark och Tyskland, för att där minska fossilberoendet. Dels har Sveriges främsta elkraftproducent Vattenfall på kort tid blivit en europeisk aktör med mycket stora investeringar i just fossilbaserad kraft.

De utvecklade ländernas utsläppsintensiva sektorer, energi, transporter och industriprocesser är alla kapitalintensiva, med långa drifttider för installerad utrustning, och långa ledtider för att utveckla och sprida ny teknik. Kraftverk har drifttider på 40 år eller mer, flygplan används vanligen 25-35 år, motorfordon i 12-20 år. Ny teknik tenderar att bli billigare i takt med stigande produktionsskala, men tiden för att nå en större spridning, t ex mätt i andelar av kraftproduktion, eller andelar av rullande fordonspark, tenderar ofta att underskattas. Grundtekniken för mobiltelefonin utvecklades på 1940- och 1950-talen, men den stora spridningen och kostnadssänkningen skedde först på 1990-talet. De första datorerna byggdes på 1940-talet men krävde 40 års utveckling innan de fick masspridning och motsvarande priser. Solceller för elproduktion har funnits på marknaden sedan 1970-talet, kostnaderna sänktes med 35 procent 1985-1995 och fortsätter sjunka, men de är fortfarande långtifrån konkurrenskraftiga med etablerad elproduktion. För elbilar fanns stora förhoppningar i samband med oljekriserna i slutet på 70-talet och början av 80-talet, och sedan åter i slutet på 90-talet i USA. Först nu, 2009, tycks det finnas en chans att de får kommersiell spridning, men det närmaste decenniet troligen enbart som nischfordon i storstadstrafik.

Många lovande tekniker stannar på förhoppningsstadiet. Redan på 1950-talet började omfattande FoU-medel satsas på fusionskraft (kärnkraft där lätta atomer slås samman, fusioneras, i stället för att tunga atomer slås isär, fissioneras som i dagens reaktorer). Femtio år senare tycks vi stå lika långt från ett kommersiellt genombrott. Bränsleceller för elproduktion började prövas efter andra världskriget och lyftes på 1990-talet fram av ledande bilföretag som det stora löftet för fossil- och utsläppsfria fordon med nära förestående massproduktion. År 2009, femton år senare, är denna massproduktion lika avlägsen, samtidigt som frågetecknen kring framställning, distribution, lagring och hantering av energibäraren vätgas hopar sig (Romm 2005).

5) Denna slutsats håller även vid den uppföljande studie som redovisas i rapporten: ”Handel fortsätter att leda till förvärrade koldioxidutsläpp” Se Frankel, 2009, s 24-27.

De stora osäkerheterna kring vilka tekniker som lyfter, och de långa tiderna för spridning av teknik som faktiskt lyckas inom kapitaltunga system, visar vikten av att en effektiv klimatpolitik utgår från de tekniker som finns demonstrerade idag och inte sätter sin lit till ”mer forskning”. Fortsatt forskning kommer säkert leda till nya tekniska grundlösningar så småningom, men givet tiderna för utveckling och spridning kommer de flesta av dem få större praktisk betydelse först efter 2050. Uppgiftens storleksordning (att minska utsläppen med 80 procent till 2050) antyder också vikten av ett strategiskt perspektiv som utnyttjar en arsenal av olika åtgärder. Här finns något att lära av historien. Ett framstående exempel på strategisk industriell förnyelse utgör den satsning på nordisk mobiltelefoni som på 1970-talet leddes av dåvarande Televerket, och som både medförde ett genomgripande teknikskifte och en snabb tillväxt för svensk högteknologisk industri. Låt oss därför lyfta fram några viktiga drag i denna.[6]

Lärdomar från NMT: tekniskt framsynta beställare, standardisering, nordiskt samarbete och internationalisering

Trådlös landbaserad telefoni prövades i Sverige redan på 1950-talet, men var då inriktad på slutna system för ett fåtal speciella användargrupper. I slutet på 1960-talet såg Televerket, med radioavdelningen i spetsen, tiden som mogen för ett omfattande utvecklingsarbete med målet att göra radiotelefoni till en allmänt tillgänglig tjänst. Arbetet organiserades som ett gemensamt nordiskt projekt. I mitten av 1970-talet var teleingenjörerna färdiga att noggrant testa systemkomponenter som skulle ingå, såsom radiobasstationer, växlar, terminaler och 1978 öppnade de nordiska televerken för de första anbuden från leverantörer av system och terminaler. NMT450 byggde på analog teknik men hade för sin tid avancerade funktioner och blev snabbt en succé. Antalet användare växte avsevärt snabbare än beräknat och systemet fick snart uppgraderas, och spreds också i andra delar av världen. Norden blev världens mest avancerade mobiltelefoniregion och det nordiska arbetet var sedan en central del i utvecklingen av den gemensamma europeiska digitala standarden GSM. På så sätt blev NMT också plattformen för Ericssons senare ledarskap inom mobiltelefonisystem och Nokias position inom mobiltelefoner. Varför var NMT då så framgångsrikt?

En viktig faktor var att NMT utgjorde en öppen och detaljerad standard som televerken fritt delade med sig av. Gränssnitten mellan systemkomponenter, såsom basstationer och växlar, var väl definierade vilket skapade utrymme för nya entreprenöriella företag. Därigenom kunde ett antal oberoende företag tidigt satsa på till exempel radiobasstationer. Här fanns t ex finska Mobira, och svenska Magnetic och Radiosystem. Det senare företaget grundades 1978 med det uttalade syftet att ta fram radiobasteknologi för den ännu icke existerande mobiltelefonmarknaden. I USA däremot fanns ingen teknikkunnig operatör som kunde leda utvecklingen. I stället var det en myndighet,

6) Följande avsnitt bygger i huvudsak på Berggren & Laestadius (2003) och Mölleryd (1999).

Federal Communications Commission (FCC) som genom en administrativ fördelning av frekvenser styrde processen, bl a genom att geografiskt dela upp olika operatörers täckningsområden. Med denna form av reglering fanns det inga aktörer som tog fram öppna standarder. Systemkomponenter från olika leverantörer blev oförenliga, med litet utrymme för nya företag och entreprenörer.

Efter att på plats ha studerat begränsningarna i den amerikanska utvecklingen beslutade Televerkets FoU-ledning att i stället satsa på system som lätt kunde lokalisera användare oberoende av operatör inom stora områden, som skulle utnyttja frekvenserna effektivt med bl a automatiserade växlingsfunktioner och som skulle ha öppna gränssnitt mellan olika systemfunktioner. Ericsson hade under denna tid andra prioriteringar med satsningar på det ”papperslösa kontoret” i centrum och hyste ett förströtт intresse för mobiltelefoni. Ett liknande mönster fanns i Finland. Varken Nokia eller Ericsson insåg mobiltelefonins potential. Ericsson var ointresserade av att utveckla växlar för NMT:s krav. I stället försökte man övertyga Televerket att acceptera den utrustning företaget utvecklat för USA med dess lägre tekniska standard. Först när Televerket hotade med att vända sig till japanska NEC började Ericsson satsa på NMT på allvar. Mer entreprenöriella enheter inom koncernen såg en chans vilket blev drivkraften för radiospecialisterna inom Ericssons dotterbolag SRA (Svenska Radioaktiebolaget) att engagera sig. När Ericssonledningen förstod dynamiken i marknaden förvärvades entreprenörsföretag som Magnetic, Radiosystem och SONAB som under en längre tid utvecklat både mobiltelefoner och nätkomponenter. Till slut migrerade hela koncernen över till Ericsson Radio.

De teknikdrivande beställarna spelade en central roll för framväxten av den nordiska mobiltelefonin, inte minst genom strategin att ge möjligheter för entreprenörsföretag att kommersialisera den nya tekniken. Men storföretagens muskler krävdes för att bygga internationella positioner och storskalig export. En annan viktig faktor var att NMT från början var ett nordiskt initiativ med intensiv konkurrens mellan olika leverantörer av både nätutrustning och telefoner i de nordiska länderna, främst Danmark, Finland och Sverige. De offentliga beställarna, d v s Televerken, gjorde också rigorösa tester av komponenter vilket tidigt satte en hög kvalitetsnivå. Kraven på funktionalitet innehöll inga ”nordiska” särbestämmelser utan var från början internationellt attraktiva. Det gjorde att såväl Nokia som Ericsson fick tidiga order på mobilsystem långt utanför Norden (Turkiet för Nokia och Saudiarabien för Ericsson).

Svensk klimat- och näringspolitik idag: var finns de utvecklingsdrivande inslagen?

Den nordiska mobiltelefonin utvecklades under en ekonomisk regim där offentliga aktörer spelade aktiva roller som teknikdrivande beställare. Just på energiområdet finns även idag en stor statskontrollerad operatör, Vattenfall. Vattenfall var en central aktör i den svenska kärnkraftsatsningen på 1960- och 1970-talen, som dock inte utvecklade

någon framgångsrik svensk teknik. Desto mer lyckat var det långa samarbetet med ASEA för att utveckla system för långväga överföring av högspänd likström, med början i kraftlänken mellan fastlandet och Gotland på 1950-talet (Fridlund 1999). Denna teknik är fortfarande ett kärnområde inom ASEAs efterträdare ABB, och ger kontinuerligt nya stora internationella order.

Även i dagens annorlunda energimarknad skulle Vattenfall kunna spela en aktiv roll för långsiktig omställning mot en fossilfri europeisk kraftproduktion. För närvarande använder dock Vattenfall huvuddelen av sina resurser för att köpa upp fossilbaserade producenter på kontinenten vilket har förvandlat företaget till att bli en av Europas största kolkraftproducenter. Därigenom har företagets långsiktiga strategi blivit helt avhängig möjligheterna att kunna avskilja, transportera och lagra koldioxid, s k Carbon Capture and Storage (CCS)-teknik. Detta är en strategi med höga risker, eftersom inga storskaliga CCS-anläggningar knutna till kraftproduktion ännu finns i drift. Vattenfall har också gått in i vindkraft men detta utgör en mycket liten andel av företagets totala kraftproduktion (0,5 procent i Sverige, mer i Storbritannien men ingenting i Tyskland). Företagets huvudsakliga satsningar handlar om kolkraft, eventuellt kompletterad med mer kärnkraft i framtiden. Detta skapar en stark orientering mot storskaliga anläggningar, i stället för att satsa på en mångfald olika tekniker, och ge möjligheter för en mångfald nya företag med olika idéer.

Om den svenska regeringen idag inte använder möjligheten att som ägare påverka utvecklingen, hur ser den övriga klimat- och näringspolitiken ut? Kan man här finna utvecklingsdrivande inslag som gynnar nya tekniker och företag, och samtidigt skapar tryck på etablerade storföretag att satsa i nya banor? I regeringens budgetproposition för 2009 inleds avsnittet ”att rusta Sverige inför framtiden” med en skrivning om tre stora utmaningar: ”Klimatfrågan är en av de största gemensamma utmaningar världen står inför” (s 35). Även budgetpropositionen för 2010 nämner klimatfrågans betydelse, men mindre kraftfullt. Konkret föreslås ett program för energieffektivisering, ett mer aktivt användande av koldioxidskatter, samt insatser för att stödja teknikutveckling. Det är dock svårt att urskilja en sammanhållen tanke om storleken på de satsningar som krävs, och om betydelsen av samspel mellan klimat- och näringspolitik för att leda till nytt företagande och nya arbeten. De specifika insatser budgetpropositionen förordar för att ”stimulera ny teknik och öka andelen förnybar energi” (s 57) har dessutom betydande brister, både ur aspekterna kostnadseffektivitet och teknikstimulans (mer om detta nedan). En viktig del av den svenska klimatpolitiken är generella medel, där koldioxidskatter och stöd åt den europeiska utsläppshandeln är de främsta inslagen. Dessa medel är väsentliga men otillräckliga i förhållande till storleken på utmaningarna och de har även stött på allvarliga svårigheter när EU sökt genomföra skärpningar. Under hösten 2008 pågick inom EU intensiva klimatförhandlingar för att konkretisera de uttalade målsättningarna att minska utsläppen med 20 procent till 2020 och samtidigt öka andelen förnybar energi till 20 procent. En intensiv lobbyverksamhet anförd av

högutsläppssektorer i speciellt Tyskland och Polen drev fram en mängd undantag och fördröjda former för införande i de mest emissionsintensiva industrierna. Om den långsiktiga grunden för framgångsrik klimatpolitik borde vara ”kreativ förstörelse” där fossilberoende aktiviteter tvingas att ställa om eller gradvis avveckla, kan denna politik ses som ett uttryck för motsatsen, där politikerna ägnar särskild möda åt att skydda etablerade storutsläppare. Utformningen av reglerna för utsläppshandeln är också anmärkningsvärt konserverande, eftersom en stor del av utsläppsrätterna tilldelas fritt efter de olika producenternas historiska utsläpp. Detta är knappast något som gagnar entreprenörskap och nya företag i dessa sektorer.

”Miljöbilsprogrammet” – en dyr och särpräglad svensk återvändsgränd

Precis som sina europeiska kollegor utvecklar den svenska regeringen ett antal sektorsspecifika insatser, speciellt inom energi- och transportområdena. En genomgående skillnad mot NMT-processen är emellertid avsaknaden av ett större regionalt perspektiv, och förkärleken för inhemska lösningar med små möjligheter att driva fram teknik och företag med europeisk attraktionskraft. Detta är särskilt tydligt inom transportområdet, en mångfacetterad sektor som kräver en rad olika insatser. I storstäderna finns idag möjligheter till sofistikerad trafikstyrning med ekonomiska medel. Stockholm har varit en pionjär med Vägverket som en krävande beställare för IBM, det företag som 2006 erhöll ordern att utveckla världens då mest avancerade system med trängselavgifter.[7] Dessa lösningar får enligt svenska IBM nu ett antal europeiska efterföljare, t ex i Holland, Danmark och Finland. Men i stället för att ta avstamp i detta prioriteras medel till urban motorvägsutbyggnad såsom den s k Förbifart Stockholm vilket gynnar befintliga aktörer och förstärker de långsiktiga utsläppsproblemen.

Dessa konventionella infrastruktursatsningar kombineras med stöd till FoU-program, bl a kring hybridfordon, men framför allt med punktinsatser för s k alternativa drivmedel, främst etanolfordon. Som enda land i Europa klassar Sverige sådana fordon som ”miljöbilar”, även om utsläppen vid bensindrift är långtifrån EUs mål. Medan EU antagit ett gränsvärde för nya bilars koldioxidutsläpp på 120 g koldioxid/km med gradvis införande 2012-2015, tillåter den svenska ”miljöbilsdefinitionen” fordon som släpper ut upp till 240 g koldioxid/km, dvs dubbelt så mycket, bara de också kan köras på fossilfria bränslen. Sådana fordon åtnjuter en rad förmåner, som reducerad förmånsskatt för tjänstebilar; miljöbilspremie på 10 000 kr som den 1 juli 2009 ersätts med sänkt fordonsskatt, befrielse från trängselskatt i Stockholm för bilar inregistrerade senast 2008-12-31 samt fri parkering i ett antal större städer. Till detta kommer skattebefrielsen för själva drivmedlet. Enbart under 2008 uppgick de totala etanolsubventionerna till 3,5 miljarder. Med detta kunde koldioxidutsläppen totalt reduceras med en halv miljon ton till en kostnad av sju kronor per kilo koldioxid (Kågesson, 2009:56-57). Detta är tio

7) Intervju med Vägverkets projektledare Birger Höök 061020

gånger mer än vad EU-kommissionen ser som kostnadseffektiva åtgärder för att uppnå målen för 2020, något som är svårt att förena med påståendet i Budgetpropositionen för 2010 att regeringen för en ”hållbar och kostnadseffektiv klimat- och energipolitik”

Till detta kommer andra former av kostnadsdrivande lagstiftning, som det s k pumptvånget vilket tvingar alla bensinmackar utom de minsta att investera i etanolpumpar. Följden har blivit en omfattande utslagning av tankställen i glesbygden, något som snarast kan liknas vid förstörelse utan kreativitet. Inget annat land i Europa har satsat så hårt på etanolsubventioner som Sverige. Våra grannländer Danmark och Finland gör bedömningen att bioenergi gör störst nytta i kraft- och värmesektorn och satsar därför inte alls på biodrivmedel.

Den svenska särlinjen kunde möjligen ha varit näringspolitiskt befogad om den stimulerat teknikförnyelse och företagsutveckling i fordonsindustrin och anslutande näringar. Subventionsprogrammet fick förvisso tillverkare som Ford, Volvo och Saab att lansera ett stort utbud av etanolanpassade modeller. Saab satsade särskilt på att utnyttja etanolens högre oktantal för att höja effekten, s k BioPower. Detta blev dock bara en tillfällig försäljningsframgång när det visade sig att dessa bilar hade en synnerligen hög etanolkonsumtion. I EU går trenden i en helt annan riktning, med betoning på effektivitet och låga utsläpp oavsett drivmedel. I stället för att stödja framsynt teknik kom Sveriges etanolprogram att fördröja de svenska tillverkarnas anpassning till denna europeiska utveckling. Detta blev tydligt 2009 när Saab presenterade sina nya modeller, och omedelbart fick kritik för att bränsleförbrukningen var så mycket högre än hos kontinentens konkurrenter. Volvo bestämde sig trots den svenska s k miljöbilsboomen för att satsa på de europeiska kraven på ökad bränsleeffektivitet. Under beteckningen DRIV-e har företaget lanserat en rad bränslesnåla modeller med utsläpp som närmar sig gränsen 100 g koldioxid/km. Detta har inte skett tack vare, utan trots det svenska biodrivmedelsprogrammet.

Det har inte gått bättre för företagen på drivmedelssidan. Norrlandsbaserade SEKAB blev tidigt en dominerande etanolimportör och har med statliga subventioner sökt bygga upp etanolproduktion baserad på svensk skogsråvara, men utan framgång. Även ett antal Norrlandskommuner har gått in stort i verksamheten. Totalt beräknas Örnsköldsvik, Skellefteå och Umeå ha satsat över en miljard i etanolbolaget, vilket kan anses vara långtifrån primärkommunal verksamhet. När inhemsk produktion visade sig mycket mer kostsam än förväntat, och etanolförsäljningen rasade under 2008 till följd av oljeprisfallet tvingades SEKAB att kraftigt dra ned på verksamheten med ytterligare krav på ägarna (Ny Teknik 090220).

Trots dessa misslyckanden fortgår politiken oförändrad. Under 2008 beslöt regeringen att förlänga befintlig ”miljöbilsdefinition” utan någon skärpning av kraven. Detta bekräftas i budgetpropositionen för 2010, som utlovar skattebefrielse i fem år för samma

törstiga s k flexifuel-bilar som tidigare. Energimyndigheten fortsätter att verka för bilspritens skattebefrielse. Detta sker trots att internationella erfarenheter (se nedan) tydligt visar att utvecklingsdrivande regleringar måste innehålla stegvis kravskärpning, alternativt stegvis avtrappning av subventioner. Politiken kombineras med retorik från miljö-, transport- och närings- och jordbruksministrar om förbud mot försäljning av fordon som drivs på fossilbränslen 2015.[8] Detta bortser från det enkla faktum att vilka fordon som får säljas inom unionen avgörs av EUs motorfordonsdirektiv. Sverige kan inte upprätta ensidiga handelshinder, vilket varje statsråd bör känna till efter femton års EU-medlemskap.

När Europas ledande krafter inom telekomsektorn på 1980-talet utvecklade GSM som sedan kom att bli världsstandard för digital mobiltelefoni, spelade, som ovan nämnts, svenska aktörer som Televerket och Ericsson tillsammans med sina nordiska partner en pådrivande roll. På motorfordonsområdet är det 20 år senare tvärtom: här har Sverige tillhört den europeiska utvecklingens bakåtsträvare. Under 2007-2008 lobbade sålunda svenska tjänstemän och EU-parlamentariker för undantag för s k flexifuel-bilar från EU-kommissionens föreslagna utsläppstak. Syftet var att skydda svenska företag, men eftersom Volvo redan slagit in på den europeiska linjen handlade det snarare om att än en gång ge missriktade subventioner till Saab. Svenskarnas agerande underlättade för andra lobbyister att försöka erodera kommissionens linje. EUs grundriktning blev dock oförändrad – minskade utsläpp genom lägre bränsleförbrukning, med 120 g CO2/km att successivt införas från 2012, och 95 g/km som indikativt mål 2020.

Energisektorn – stora överföringar via elcertifikat men var finns innovationspotentialen?

Politiken för omställning i den svenska energisektorn har under det senaste decenniet främst handlat om att med s k gröna elcertifikat stödja utbyggnad av förnybar kraftproduktion. Systemet med elcertifikat innebär att riksdagen bestämmer den mängd el från förnybara energikällor som ska finnas på elmarknaden. Producenter av el från förnybara energikällor får ett certifikat per MWh förnybar el de levererar till nätet. Dessa säljs sedan på en certifikatmarknad till producenter som saknar förnybar el i sin portfölj. Försäljningen av kraft separeras således från försäljningen av den ”miljönytta” som den förnybara elen har i förhållande till annan el. Elcertifikaten omsätter betydande belopp. Under de tre första åren, från 2003 till mitten av 2006, uppgick elkonsumenternas kostnad för dessa till 11 miljarder, varav 7 miljarder gick till själva elproduktionen. Detta är den utan jämförelse största svenska samhällsinsatsen för att möta klimatutmaningen.[9] ”En grundläggande tanke i systemet är att priset på elcertifikaten ska spegla marginalkostnaden för en nyinvestering i den billigaste, tillgängliga anläggning för produktion av förnybar el. Det innebär att de

8) Olofsson m fl (2008). “Förbjud bensinbilar 2025 och oljeeldning i hus 2020”, DN Debatt 08-11-15.
9) Detta avsnitt bygger främst på Bergek och Jakobsson. 2009a.

investeringar som är mest kostnadseffektiva och enklast att genomföra ska komma till stånd först." (prop. 2005/06:154)

Systemet innebär att certifikatberättigade kraftslag ställs mot varandra på en gemensam, "teknikneutral" marknad. Detta kan låta rimligt ur ett kostnadsperspektiv. Men givet storleken på dessa överföringar finns anledning att ställa frågor om deras potential att stödja innovationer och utveckling av nya företag. Med sitt fokus på kortsiktiga kostnader stöder certifikatsystemet främst teknik, som ligger nära den kommersiella prisnivån medan lovande men ännu ej mogna tekniker stängs ute. Detta är inte en oönskad bieffekt av systemet, utan en grundprincip som man uttryckligen värnat om. I praktiken innebär certifikaten en omfattande ekonomisk överföring till etablerade och i mindre mån nya producenter av el från biomassa, samt ett visst stöd till vindkraftsutbyggnad. I det senare fallet finns dock exempelvis en rad icke-ekonomiska hinder som inte kan hanteras via ekonomiska styrmedel. Elcertifikaten har bidragit till att öka andelen förnybar energi. Men i förhållande till de resurser de överför har deras betydelse för utveckling av nya tekniker och företag varit liten.

Internationella erfarenheter av utvecklingsdrivande reglering och subventionering

Om klimatfrågorna inte ska isoleras till miljöpolitik, utan samspela med närings- och skattepolitik är det av största betydelse att utforma regleringsformer och stödsystem som både driver fram klimateffektiva lösningar och bidrar till industriell förnyelse. Här finns viktiga internationella erfarenheter att lära av, både positiva och mindre positiva. Nedan behandlas två exempel från transportområdet, Kaliforniens respektive EUs ansatser att med reglering reducera olika fordonsavgaser, samt det tyska exemplet med s k inmatningstariffer för att stödja framväxten av nya tekniker för kraftgenerering.

Lagstiftare söker driva fram nya fordonstyper – exemplet Kalifornien

Kalifornien har varit en pionjär med att reglera utsläppen från motorfordon. År 1959 sattes maximikrav på giftiga utsläpp som tvingade tillverkarna att införa positiv vevhusventilation, den första emissionsteknologi som infördes i världens bilindustri. Detta följdes av skärpta krav på utsläppen av kolväten, koloxid och kväveoxider. Bilindustrin svarade med att utveckla katalytiska avgasrenare, som först infördes i Kalifornien och sedan spreds över världen. Kaliforniens ledande roll innebar att internationella biltillverkare öppnade lokala utvecklings- och "bevakningskontor" men hade annars få direkta effekter för solstatens näringsliv, då bilindustrin var lokaliserad på annat håll. Dessutom var det främst japanska företag som tog fasta på de nya kraven, medan de amerikanska företagen tenderade att släpa efter (Gordon & Sperling 2008).

Baserat på framgångarna med de tidigare insatserna lanserade lagstiftarna 1990 ett nytt omfattande regleringsprogram. Det sänkte utsläppstaket för alla framtida

fordon, men sökte också driva fram marknadslansering av en ny fordonstyp, nämligen elbilar. Enligt detta s k ZEV-mandat (nollutsläppslagen) måste de sju största biltillverkarnas försäljning år 1998 innehålla två procent nollutsläppsbilar för att öka till tio procent år 2003. Det innebar att dessa biltillverkare enbart i Kalifornien skulle sälja 200 000 elbilar! Bilföretagen lanserade smärre serier av elbilar, men framför allt satsade de på att domstolsvägen blockera de nya lagarna. Som helhet såldes från slutet på 90-talet till början på 2000-talet bara 2000 elbilar, att jämföra med Kaliforniens årliga bilförsäljning på 2 miljoner bilar. Nollutsläppslagen har omförhandlats och omformulerats flera gånger och 2008 års version är en kompromiss med tonvikt på laddhybrider. Det har hävdats att denna lagstiftning varit utvecklingsdrivande då den stimulerade Toyota och Honda att satsa på hybriddrivlinjer redan på 90-talet, när oljepriset var lågt och klimatproblemen hade svag prioritet. Den har också stimulerat framväxten av ett antal entreprenörsföretag inriktade på elfordon i Kalifornien. Men på det stora hela måste kampen om nollutsläppslagen ses som ett misslyckande för strävandena att reglera fram en viss typ av teknik. Den osäkerhet som de återkommande omformuleringarna skapat har knappast gynnat teknikutvecklingen i industrin som helhet där långa utvecklingstider och stora kapitalbehov för nya drivlinor skapar motvilja mot just osäkerhet i regleringsmiljön.

Europas dieselreglering lagstiftning driver fram långsiktig teknikutveckling

Den kaliforniska avgaslagstiftningen på 70- och 80-talen fokuserade på bensinbilar, den helt dominerande motortypen i amerikanska bilar. Att på samma radikala sätt få ned giftliga utsläpp, framför allt kväveoxider och sotpartiklar, från dieselmotorer ansågs länge omöjligt. Men den utveckling av elektronikbaserad styrning och andra system som skedde hos framför allt bland Europas komponentspecialister skapade nya möjligheter. Detta utgjorde grunden för 1990-talets omfattande reglering av nya dieselfordons emissioner i s k Euro-nivåer: Euro 1 (1993) , Euro 2 (1996), Euro 3 (2000), Euro 4 (2005), Euro 5 (2008/9) and Euro 6 (2014). Det handlar alltså om en stegvis reglering, där stegen tillsammans innebär dramatiska reduktioner. Från Euro 3 år 2000 till Euro 5 år 2009 ska t ex dieseldrivna passagerarfordon minska utsläppen av kväveoxider från 0,5 till 0,08 g/km och utsläppen av sotpartiklar från 0,05 till 0,005 g/km, en reduktion med faktor 10. När detta är genomfört kommer dieselbilar vara lika rena, i termer av lokalt giftiga utsläpp, som bensinbilar.

Fördelen med denna regleringsprocess är flera: stabiliteten och den långa sikten gör det möjligt för fordons- och komponenttillverkarna att satsa långsiktigt och i stor skala (enligt Scanias utvecklingschef Hasse Johansson satsade företaget hälften av sina växande FoU-medel år 2007 på att klara de nya kraven). Vidare föreskriver inte lagstiftningen någon speciell teknik, utan tillverkarna kan pröva olika lösningar och kombinationer. Det har lockat andra företag att utveckla nya tekniker, t ex Alfdex-separatorn för vevhusgaser som utvecklats i samarbete mellan Alfa-Laval och Haldex.

I kombination med höga bränslepriser och intresset för bränslesnåla motorer har denna reglering som gradvis eliminerat dieselns dåliga miljörykte bidragit till att ge dieselfordon en ledande marknadsposition i Europa med över 50 procent av totalmarknaden 2007-2008.

EU-kommissionen har som vi sett ovan nyligen också drivit fram maxgränser för koldioxidutsläpp, vilket kräver mer bränsleeffektiva motorer och bilar. Det har stimulerat en omfattande teknisk kreativitet bland tillverkarna, vilket demonstreras av de många lågutsläppsfordon som presenterats på de senaste årens bilsalonger i Paris, Genève och Frankfurt. Förutom finslipning av dieseltekniken och nya sätt att höja effektiviteten i bensinmotorer, framför allt direktinsprutning och högre tryck, lanseras olika former av fordonselektrifiering, alltifrån rena elbilar till elektriska hjälpsystem, elektriska pumpar, startstoppsystem, luftkonditioneringssystem, m m. Givet en tillräcklig grad av standardisering ger detta också affärsmöjligheter för nya företag med annan kompetens än etablerade biltillverkare. Trots ett initialt motstånd, med sedvanlig lobbying från branschen, kan denna reglering ses som en innovationsdrivande framgång, men den är bara ett första steg, utan den långsiktiga gradvisa skärpning av kravnivåerna som varit så framgångsrik på dieselsidan.

Energisektorn: Inmatningstariffer - det tyska alternativet

Även inom energisektorn har emissionsreglering varit viktig för att minska giftiga utsläpp från förbränningsanläggningar. Men den kan inte i sig användas för att driva fram en övergång till fossilfria källor. Elcertifikat och direkta FoU-subventioner är här två etablerade sätt att söka stödja utveckling av förnybar energi. Elcertifikaten har nackdelen att de främst gynnat etablerade aktörer med teknik nära marknadspriset, medan FoU-stöd vanligen saknar det allra viktigaste för en ny tekniks kommersialisering, nämligen produktions- och marknadsskapande åtgärder.

En slagkraftig innovationspolitik måste därför innefatta insatser för spridning och lärande kring nya tekniker innan de blivit kommersiellt intressanta. Det gäller särskilt energiområdet, som domineras av storskaliga och kapitalintensiva anläggningar med låga enhetskostnader, vilket innebär att nya energislag kräver speciella insatser för marknadsutveckling. I en tidig fas kan det behövas s k ”kuvösmarknader”, där den nya tekniken kan växa utan direkt konkurrens från etablerade tekniker. Dessa marknader behöver inte vara särskilt stora och därför inte heller dyra att skapa, även om kostnaden per producerad enhet till att börja med är hög. Kuvösmarknader skapar en grund för lärande så att den nya tekniken successivt utvecklas och anpassas till andra marknadssegment med andra krav. Mellan kuvösen och den fullt utvecklade massmarknaden kan det även behövas ”bryggmarknader” som vidgar möjligheterna för självförstärkande processer att uppstå så att innovationen på sikt kan attrahera massmarknaden (Andersson och Jacobsson 2000).

Tyskland med dess stora beroende av kol, och mycket begränsade resurser av vattenkraft och biomassa, har i stället för elcertifikat satsat just på en modell med kuvös- och byggmarknader för förnybar energi, särskilt vindkraft men också solenergi. En central del här är s k inmatningstariffer där producenter av t ex vindel får möjligheter till nätanslutning med garanterat långsiktigt pris, vilket minskar osäkerheten i investeringen avsevärt. Dessa tariffer är teknikspecifika, där vindkraftsel får ett väsentligt lägre pris än solkraftsel, och bygger in antagna effekter av lärande, så att subventionerna successivt trappas av, med lägre tariff för senare tillkommande anläggningar. Dessa stöd och regleringsformer, tillsammans med bl a en effektiv fysisk planeringsprocess, har fått stor verkan (Jacobsson och Lauber 2004).

År 1989 var Tysklands totala installerade effekt av vindkraftverk endast 20 MW för att öka till 20 000 MW år 2006 (Bergek och Jacobsson 2009b). Denna starka hemmamarknad bidrog verksamt till att utveckla tysk industri till en av världens ledande vindkraftsproducenter. För solceller ökade den installerade effekten under samma tid från 54 till 2 800 MW, mätt som möjlig toppeffekt. År 2006 stod vind och solkraft för drygt fem procent av Tysklands totala elproduktion, vilket kan jämföras med drygt fyra procent för vattenkraft (IEA, 2007). Systemet med teknikspecifika inmatningstariffer har gjort Tyskland till världens största marknad för solenergi, och bildat basen för framväxten av ledande solcellsföretag. Under senare tid är det emellertid främst i Asien som tillverkningen av solceller expanderar, med Kina som världsledande producent, men med Tyskland som fortsatt huvudmarknad.

Utformningen av stödnivå i form av garanterad inmatningstariff kan ses som en sökprocess där fördelarna av snabb expansion behöver vägas mot systemkostnaderna, och där det finns en betydande osäkerhet hur mycket produktionskapacitet en viss tariff genererar. En diskussion pågår också i Tyskland om de kostnader för elkonsumenterna som den snabba expansionen fört med sig, speciellt på solcellsområdet. Detta ledde 2008 till beslut om snabbare avtrappning av subventionerna, med en minskning av inmatningstarifferna på åtta till tio procent årligen under de följande tre åren. Trots detta förväntas en fortsatt betydande produktionsökning från solbaserad el. På detta sätt har det tyska stödsystemet kunnat skapa kuvös- och bryggmarknader som lett till tekniskspridning och snabb uppskalning av produktionen. Men det har skett till betydande kostnader; enligt uppskattningar av forskningsinstitutet RWI handlar det om kostnader för elförbrukarna på motsvarande sju till elva miljarder euro under 2009 (Financial Times 2009-08-24). Förespråkare för inmatningstarifferna hävdar dock att dessa jämförelser är missvisande, eftersom kraften från kolkondensverken också är subventionerad, dels genom direkta subventioner till kolindustrin, dels genom att den inte betalar de externa miljökostnader som koleldning medför (Jacobsson och Lauber 2004).

En viktig fråga för inmatningssystemet är hur tarifferna ska utformas i framtiden, där konsumentgrupper i Tyskland agerar för en påskyndad avtrappning. En alltför snabb

minskning riskerar dock att avvika från industriellt möjliga lärkurvor och kan då slå ut tillverkarna. En långsam avveckling kan å andra sidan leda till bristande tryck på rationalisering och processinnovationer i industrin. Problemet är att dessa kurvor inte kan bestämmas teoretiskt och i förväg, utan utvecklas i ett samspel mellan kostnadstryck, konkurrens, forskning och utveckling, marknadsväxt och industriella investeringar. Olika tillverkare kommer ha olika lärkurvor och om avvecklingstakten är för låg kommer de minst effektiva att överleva. Dessa frågor understryker att det handlar om en genuint osäker sökprocess utan möjligheter till extern optimering. Ur detta perspektiv kan generella marknadsåtgärder ses som lättare att hantera. I praktiken har även den svenska regeringen insett behovet av att komplettera sådana åtgärder, t ex certifikaten, med tekniskspecifika insatser. Ett exempel är det tidsbegränsade stöd för solcellsinstallationer som infördes sommaren 2009. Men genom att ha karaktären av engångshändelse utan koppling till långsiktiga intäkter för dem som genomför installationer torde effekterna på industri- och marknadsutveckling vara obetydliga.

Två norska forskare har jämfört Tysklands inmatningstariffer med Sveriges elcertifikat och visar att det svenska elsystemet har betydligt lägre priser på förnybar el. Å andra sidan, menar de ”är certifikatsystemet med fri konkurrens mellan alla förnybara teknologier (utom vattenkraft) uppenbart inte förmöget att stödja den bredare utveckling som är nödvändig för att gynna kommande generationer av förnybar teknologi”, utan kan leda till inlåsning till de idag mogna förnybara teknologierna (Midttun & Gautesen 2007, s. 1426). Om man utgår från att även energiteknologier genomgår en industriell produktlivscykel har båda dessa stödformer sin plats. I en tidig innovationsfas krävs ett dynamiskt system som stödjer experimenterande, lärande och uppskalning från låga nivåer. För detta är det tyska systemet väl konstruerat. I en mer mogen utvecklingsfas är det rimligt med betoning på konkurrenskraftig kostnadseffektivitet. Då kan certifikathandel spela en roll, givet att problemet med resursöverföring till befintliga anläggningar kan minimeras.

Om man tillämpar detta synsätt på det svenska biobränsleprogrammet och dess etanolbilssubventioner svarar det tyvärr varken mot behoven av att stödja teknologisk dynamik och lärande i fordonssektorn, eller mot kravet på kostnadseffektivitet. Till grund för de tyska tarifferna inom energisektorn ligger antaganden om industriellt lärande och utveckling. Detta saknas däremot helt i den svenska etanolpolitiken där subventionerna förlängs utan några krav på ökad effektivitet.

En ofullkomlig värld: Nödvändigheten av en sammansatt, ekonomiskt icke-optimal politikportfölj

För makro-inriktade ekonomer är problemet i princip lättlöst. Om utsläppen av växthusgaser och klimatförändringarna kan ses som den globala marknadens allvarligaste externa effekt, kan detta rättas till med rätt pris på utsläppen, antingen genom

en global koldioxidskatt eller utsläppshandel eller båda, samt generösa anslag till forskning och utveckling (se t ex Stern 2008). Med sådana instrument kan resurserna allokeras så att en utsläppsminskning nås till lägsta möjliga kostnad. Denna teori stöter dock på flera svåra problem. Ett av dem rör det praktiska förverkligandet. Erfarenheterna av den europeiska utsläppshandeln visar att denna mekanism tenderar att starkt påverkas av just de intressen den ska styra, med påföljd att tilldelningen av rättigheter blir alltför generös, speciellt till etablerade storskaliga storutsläppare. Ett annat problem är marknadens volatilitet, de snabba och stora förändringarna i utsläppsrättigheternas pris utifrån bl a allmän ekonomisk aktivitetsnivå. Detta försvårar långsiktiga beslut och investeringar, särskilt i kapitalintensiva sektorer. Sammantaget innebär detta att nivån på skatterna tenderar bli för låg, alternativt att taket för utsläppsrättigheterna blir för högt, och investeringarna i ny energi och ny teknik för låga. Ett annat problem rör att dessa instrument främst har en allokerande karaktär. De är inriktade på att fördela existerande resurser så effektivt som möjligt, men saknar ett dynamiskt perspektiv utgående från de aspekter av teknikutveckling och innovationsspridning som diskuterades ovan. Avståndet, mätt i kostnad per enhet, från den teknik som forskas fram på laboratorierna, och de priser som även en optimal skattenivå skulle innebära är initialt alldeles för stora. Dessutom är osäkerheten om den nya tekniken ska lyckas alltför hög för att dessa generella medel ska kunna driva den innovationsspridning som klimatutmaningen kräver.

En osäker sökprocess

Kompletterande medel krävs, både internationellt och ett nationellt, om starka åtaganden att sänka utsläppen ska länkas till ekonomisk och industriell utveckling. En klimatpolitik som är hyggligt effektiv och förenar dessa mål måste därför vara bred och sammansatt. Den kommer att vara ekonomiskt icke-optimal i teoretisk mening. Det är t ex fallet om administrativ reglering driver fram utsläppsminskningar i sektor A, som egentligen vore billigare att göra i sektor B. Det reella problemet är dock att valsituationen ofta är sådan, att om minskningarna inte sker i sektor A, så blir det inga över huvud taget. Den kommer att präglas av genuint osäkra sökprocesser, rörande t ex hur snabbt subventioner ska avvecklas, eller kravnivåer höjas. Men det verkliga problemet är om beslutsfattarna avstår från att medverka i sådana processer och i stället retirerar till passivitet, vilket tenderar att uppmuntras av de minst utvecklingsvilliga i varje sektor. Den kommer att kräva att beslutsfattarna väger verkliga alternativ mot varandra, där alla kommer ha några typer av nackdelar. Vill man stödja utbyggnad av förnybar energi till lägsta kostnad idag? Då är möjligen elcertifikat eller liknande former att föredra. Men om man strävar efter att samtidigt stödja utveckling av ny teknik, innovationsspridning och nya företag tycks inmatningstariffer vara att föredra. En kombinerad klimat- och näringspolitik behöver omfatta generella instrument, som skatter och skattelättnader, avgifter och utsläppshandel. Den behöver också innehålla sektorsriktade medel, inbegripet en rad icke-ekonomiska insatser, från utsläppsreglering till standardisering och fysisk planering.

Förena generella med differentierade insatser

Kombinationer av olika slag av ekonomiska medel, som stöds av icke-ekonomiska insatser är centrala för att på sektorsnivå stimulera industriell förnyelse, innovationsspridning och entreprenörskap. Variation och utrymme för mångfald är av stor betydelse i tidiga utvecklingsfaser, när det inte går att bedöma vilka tekniska lösningar som kommer att lyfta. Ekonomiska stödsystem behöver förenas med framsynt fysisk planering. Detta är särskilt viktigt inom energisektorn. Annars hotas investeringar i t ex vindkraft av utdragna lokala planeringsprocesser och överklaganden, som särskilt drabbar nya aktörer, utan resurser att avsätta för processer under fyra till fem år eller mer innan de har möjlighet att få in några intäkter. Ett speciellt drag i svensk energisektor är att här finns en ledande statsägd operatör som skulle kunna investera betydande resurser för att testa nya tekniker och upphandla lösningar från nya företag på det sätt som Televerket gjorde med Radiosystem och Magnetic på 1980-talet. Vattenfall skulle också kunna ha en viktig roll för att driva på etablerade storföretag t ex ABB, som liksom Ericsson och Nokia på 1980-talet tvekar att satsa fullt ut på nya tekniker (ABB tog t ex inte chansen att satsa på den nya typ av solcellsteknik som utvecklades av Uppsalaforskare i början på 2000-talet). En sådan roll kräver dock en kraftigt förstärkt kompetens hos ägarparten.

Inom transportsektorn har EUs system för reglering av utsläpp av giftiga avgaser (främst sotpartiklar och kväveoxider) med sina gradvisa skärpningar förenat långsiktighet och förutsägbarhet. På koldioxidområdet har EU dock bara tagit första steget genom att införa ett utsläppstak per fordon. För att denna reglering ska få samma dynamiska effekt bör Sverige agera för att utsläppsmålen stegvis skärps under lång tid framåt. Detta är en väg som framsynta tillverkare, t ex Volvo Personvagnar, redan är inne på. Ensidigt kan Sverige inte införa bindande regler. Däremot kan vi ha ett system som ekonomiskt premierar mindre miljöbelastande bilar, med kontinuerligt skärpta krav exempelvis vart fjärde år (en bilutvecklingscykel). Effekten ökar om det förenas med den franska modellen där subsidier för fordon med särskilt låga utsläpp betalas av kännbara skatter på fordon med höga utsläpp. Detta skulle främja marknadslansering av ny bilteknik i Sverige; om det gynnar bilindustri i Sverige beror dock på vad som sker med dessa företag framöver. Godstrafikens koldioxidutsläpp kan inte påverkas på samma sätt som personbilars. Här bör i stället fokus ligga på omfattande investeringar i spårtrafik, samt åtgärder för standardisering och avreglering av Europas järnvägstrafik, så att europeiska företag kan frakta gods lika smidigt över gränserna som gods i USA korsar delstatsgränserna. Sådana insatser skulle bana vägen för en avsevärd industriell dynamik.

Inom fordonsindustrin generellt tycks utvecklingen gå mot en successiv elektrifiering. Här finns behov av standardisering men också av nya teknikspecifika stödformer. Om myndigheter, tillverkare och försäkringsbolag gemensamt arbetar fram nya former av standardisering i elektrifierade fordon kan det öka säkerheten vid olyckor, och samtidigt skapa gränssnitt som öppnar för nya företag och aktörer. Ett stort problem i detta sammanhang är dock att europeisk bilindustri i övervägande grad satsar på förfining

av etablerade teknologier. Samtidigt investerar asiatiska konkurrentländer, Japan, Korea och i växande grad Kina, stort i nya framtidsteknologier. Ett exempel är att inom området litiumjonbatterier, som är en grundläggande teknik vid elektrifiering av fordon i större skala, har i stort sett samtliga patent tagits i dessa länder och Europa är inte ens med på patentkartan. Däremot har EU-länder med Tyskland i spetsen lagt mycket stora medel på att subsidiera konkursfärdiga tillverkare med generösa skrotningspremier. Om en del av dessa medel i stället använts för att stödja storskalig FoU och uppbyggnad av förmåga att producera avancerade batteritekniksystem skulle nya komponenttillverkare få en chans och euroepisk fordonsindustri stå bättre rustad för framtiden. En sådan typ av teknikspecifik politik är ett exempel på vad som kan ersätta den svenska etanolfokuseringen inom fordonssektorn.

Utmaning och möjlighet

Kravet på OECD-länderna att minska sina utsläpp med 80 procent fram till 2050 förutsätter en omfattande industriell omvandling med stora investeringar i centrala sektorer – transporter, industri och kraftproduktion. Därför är det viktigt att klimatfrågorna inte isoleras till miljöpolitik, utan kan samspela med närings- och skattepolitik. De länder som är skickligast i att utveckla en sådan integration kommer ha störst chans att skapa en bas för uthålliga industrier i den kreativa förstörelse som kommer att följa.

Detta kräver en insikt bland beslutsfattare om utmaningens storleksordning och vikten av att långsiktigt förena olika politikområden med ekonomisk-politiska styrmedel. Utveckling av en integrerad ansats, med en bred repertoar av både ekonomiska och icke-ekonomiska insatser, är beroende av handlande från en rad olika aktörer, från utbildningsinstitutioner och regeringskansli till entreprenörer och storföretag. Exemplet med den nordiska mobiltelefonins utveckling och genombrott på 1980-talet visar att små utvecklade länder kan ha en pionjärroll för spridning av ny teknik och nya användningsformer. Även detta var en osäker process som hela tiden drevs av en vilja att lära av utvecklingen i andra länder. De internationella erfarenheterna av hur ekonomiska styrmedel, reglering och andra åtgärder kan förenas är nu tillräckligt omfattande för att kunna utgöra basen för en mer innovationsfrämjande klimat- och näringspolitik än dagens. Det avgörande är om viljan faktiskt finns.

6. Den gröna tillväxtindustrin

Fredrik Lagergren

”Cleantech” har på kort tid blivit ett samlingsbegrepp för ett brett område av teknologier, produkter och satsningar som förbättrar miljön eller effektiviserar energianvändningen. I takt med att koldioxidfrågan växt och oron för världens oljeresurser ökar har intresset för detta område ökat kraftigt. Inte minst söker många investerare efter möjligheter till satsningar inom området.

Idag fokuserar många på ny teknik för alternativ elproduktion, dvs elektricitet från sol, vind, vågor och tidvatten. Även olika slag av processer för biobränsleproduktion är intressanta. Men cleantech-området omfattar mycket mer än så. Det används om alltifrån ny teknologi för att minska energianvändningen som exempelvis tekniker för bilar, belysning, uppvärmning etc, till ett intresse för ny teknologi som minskar konventionell miljöpåverkan. Det kan röra sig om processer för att extrahera farliga kemikalier ur utsläpp eller för att eliminera användningen av vissa farliga substanser. Själva ordet cleantech lär ha uppfunnits av företaget Cleantech group 2002 (Tidigare Cleantech Network) som också har varumärkesskyddat begreppet.[1] Företaget är en slags investeringsfond och rådgivare för alla som är intresserade av området. Kanske är det typiskt för tiden att just investerare är de som uppfinner och för fram det nya begreppet (Nutek, 2008).

Ur ett investeringsperspektiv är tillväxtmöjligheterna ganska olika för de olika delarna av cleantech-området. Innovationer som leder till produkter som kan tillverkas i industriella processer och säljas på en världsmarknad har naturligtvis större tillväxtpotential än produkter för smala marknader med lokala applikationer. Det har gjort att det idag inte finns särskilt många tillväxtföretag inom ny energiteknologi i Sverige: vi har haft relativt unika förutsättningar inom energiområdet och också en stram politik när det gäller vilka energiteknologier som har stöttats för att växa och utvecklas. I andra länder har annan teknologi etablerats och vuxit kraftigt.

Kapitlet kommer inledningsvis att ge en överblick över cleantech-området i Sverige idag. Sedan redogörs för två exempel som förekommer flitigt i medier: det danska vindundret samt den tyska solcellsindustrin, och vad vi kan lära från dessa länder. Därpå belyses ska ett par intressanta områden för svensk industri. Avslutningvis introdu-

1) Cleantech group (www.cleantech.com) har också försökt att definiera ordet cleantech, främst genom att visa på skillnader mellan ”Cleantech” och ”Envirotech”, ”Greentech” etc. Cleantech omfattar ett brett spektrum av produkter, tjänster och processer som syftar till att ge en högre produktivitet samtidigt som de minskar eller eliminerar negativa ekologiska avtryck och möjliggör ett ansvarsfullt utnyttjande av naturresurser.

ceras några tankar kring vad den svenska staten kan göra för att utveckla det svenska näringslivet inom cleantech-området.

Cleantech i Sverige

Hur ser cleantech-området ut i Sverige idag? Den svenska cleantech-industrin är naturligtvis präglad av de specifika inhemska förhållandena: en industrialisering och elektrifiering under tidigt 1900-tal, mycket god tillgång till vattenkraft och biobränslen, en storskalig kärnkraftutbyggnad, en omfattande satsning på förnybara bränslen (efter oljekrisen), en idé om att använda universitet och tekniska högskolor som ”innovationsfabriker” samt en avsaknad av vissa former av riskkapital, för att nämna några karaktäristika. Alla dessa faktorer samt en rad unika händelser och skeenden har givit upphov till en särskild blandning av cleantech-företag i Sverige.

År 2007 fanns det totalt 95 357 företag i Sverige som omsatte mellan 0,5 och 10 miljoner kronor (Tabell 2).[2] 75 av dessa bedriver verksamhet inom vind-, våg-, sol- och bioenergiteknik. Ytterligare 69 företag inom dessa områden hade en omsättning över 10 miljoner kronor.

Tabell 2: Sveriges cleantech-industri.

	Företag med omsättning 0,5 – 10 miljoner kronor	Företag med omsättning > 10 miljoner kronor
Vind	38	16
Våg	3	0
Sol	10	11
Bioenergi	24	42
Sverige totalt (2007)	95 357	78 946

Man kan konstatera att inom teknologiområden som sol- och bioenergi där det gjordes statliga satsningar efter oljekrisen på 70-talet, finns det förhållandevis fler företag med en omsättning över 10 miljoner. Inom vind- och vågteknikbranscherna som har expanderat lite senare finns det fler mindre företag. Utöver dessa företag finns en rad energibolag som investerar i olika förnybara energitekniker som inte räknats med här. Det finns också rader av andra företag med produkter och tjänster som skulle kunna räknas in i begreppet ”cleantech”, men som idag inte gör det själva. Några exempel är de stora fordonstillverkarna som utvecklar fler och bättre miljövänliga fordon. Om dessa företag räknas till cleantech-området eller är den totala branschen för förnybar teknologi större.

Swentec och SCB använder begreppet miljöteknik istället för cleantech och uppskattar branschen till ca 3000-4000 företag varav ca 1200 är exportföretag. Dessa företags totala export uppgick 2005 till ca 24 miljarder kronor (Statens Energimyn-

2) Källa:UC/Webselect.

dighet, 2009). I förhållande till näringslivet totalt är branschen förhållandsvis liten, i samma storleksklass som sågade trävaror, musik eller mat. Men det är en bransch med stor potential.

Internationell branschbedömning

IEA, International Energy Agency, har i rapporten Energy Technology Perspectives 2008 undersökt vad som krävs i form av teknikutveckling och framförallt investeringar för att nå de koldioxidutsläppsmål som satts internationellt. Summorna svindlar. De bedömer att det krävs motsvarande ca 4250 miljarder kronor i investeringar inom energisystemen för att komma tillrätta med koldioxidutsläppen – varje år! En summa som motsvarar nästan en och en halv gånger Sveriges BNP varje år i 45 år. Hälften av detta behövs för att förnya och bygga ut energitillförseln, den andra hälften för transmission och distribution. Summan motsvarar ungefär:[3]

- 3500- 18000 Vindkraftverk (4MW)
- 115-215 miljoner kvadratmeter solceller
- 45-85 solkraftverk (som koncentrerar solstrålning och omvandlar den till elektricitet på termodynamisk väg)
- 50-130 geotermiska kraftverk
- 30-50 gas-/kolkraftverk med CCS för att samla in och lagra koldioxid
- 25-30 kärnkraftverk
- 13 GW vattenkraft

Varje år! Det är inte en överskattning att påstå att det är en enorm marknad som öppnar sig för de företag som på något vis är kopplade till i energiområdet. Enligt IEAs bedömning kommer en stor del att investeras inom ramen för befintliga teknologier eller utveckling av sådana, men också många nya områden kommer att exploateras. Det kommer därmed att uppstå tillväxtmöjligheter både inom gamla och nya områden.

På samma sätt uppskattas den totala investeringsvolymen i energianvändningsteknik till enorma belopp: ca 2000 miljarder kronor per år i 45 år. Inom detta ryms framförallt luftkonditioneringsanläggningar, ny- och ombyggnader, system för varmvatten och uppvärmning. Effektivare belysning spelar däremot en jämförelsevis liten roll. Trots detta har EU och USA beslutat om en successiv utfasning av glödlampor som istället ska ersättas av nya ljuskällor som lysrör och LED-lampor.[4] Denna åtgärd är dock mycket synlig och tydlig för alla medborgare. Den sista glödlampan över 15 W som säljs i EU 2012 och en liknande utfasning genomförs också i USA.

Självklart kommer sådana enorma satsningar som IEA uppskattar ha stor betydelse för hur industristrukturer och näringslivet i övrigt kommer att utvecklas. Men på energi-

3) Variationen på uppskattningarna beror på vilket av flera olika utvecklingsscenarier som tagits fram som väljs.
4) LED, Light Emitting Diodes. Dvs lampor som använder lysdioder som ljuskälla.

området finns det sedan länge existerande industristrukturer och företag. Det gör det svårare för nya aktörer att bryta sig in på etablerade marknader som domineras av ett mindre antal stora företag. Å andra sidan kommer marknaden för specialiserade nischtillverkare, komponent- och delsystemtillverkare att finnas eftersom det finns en rad stora företag som är kunder till dessa. Stora företag slår ofta vakt om ”sina” områden vilket gör dem konservativa. Det är känt från andra branscher och tidigare forskning att nya radikala innovationer och ny teknik ofta först kommersialiseras av små entreprenöriella företag vid sidan av etablerade branscher och större företag som förvisso har ett bättre utgångsläge, men som av olika skäl inte vill satsa på radikala tekniksprång, (Christensen, 1997). Ett exempel på att det trots allt är möjligt för nya stora internationella energiteknikföretag att växa fram är danska Vestas som lyckats etablera en dominerande position inom vindkraft.

Det danska vi(n)dundret

En viktig startpunkt för dansk vindkraft är oljekrisen på 70-talet. Då hamnar energifrågan mitt i politiken i Danmark, precis som i Sverige. En mångfald initiativ för att utveckla och bygga vindkraftverk tas i Danmark (och i Sverige). Såväl enskilda initiativ av lokala konstruktörer och bysmeder, vana att leverera robusta konstruktioner till danska lantbrukare, som olika kollektiv och föreningar börjar bygga vindkraftverk.

Ett exempel är det danska företaget Vestas som börjar testa och utveckla vindturbiner i hemlighet redan 1978.[5] Företaget är då redan internationellt etablerat med tillverkning av bland annat hydraulliftar till lastbilar och värmeväxlare med försäljning i ett 60-tal länder. Den första turbinen säljs 1979 och 1980 söker den amerikanska miljöfonden Zond igenom Europa i jakt på leverantörer av vindkraftverk att sätta upp i Kalifornien. Kalifornien har vid den här tiden infört ett generöst subventionsprogram för förnybar energi. Vestas lyckas i sista stund locka Zonds representanter till Danmark där de beställer två turbiner. Året därpå återkommer de med en beställning på ytterligare 155 stycken. Ytterligare en order om 550 stycken läggs och Vestas växer från 200 anställda till 870 under tidigt 80-tal. Några år senare missar Vestas dock att leverera en jätteorder om 1200 turbiner i tid innan det kaliforniska subventionssystemet avvecklas, varpå Zond ställer in betalningarna och Vestas hamnar på obestånd. En rad åtgärder vidtas för att få företaget på fötter och alla övriga verksamheter avyttras. Fokus läggs på att få företaget att överleva och utveckla ny teknik. Redan 1990 är Vestas tillbaka i Kalifornien med en ny jätteleverans om 342 turbiner och 1991 är man uppe i sammanlagt 1000 sålda vindturbiner totalt.

Därefter har företaget utvecklats och växt enormt. 2008 finns mer än 38 000 installerade turbiner i världen och mer än 20000 anställda inom koncernen. Tillväxten har till stor del skett organiskt, men en rad förvärv har också gjorts. Bland annat har

5) Vestas betydde ursprungligen VEstjysk STaalkonstruktion AS.

konkurrerande företag inom vindkraft köpts upp, men också vissa underleverantörer som tillverkar nyckelkomponenter.

I Danmark fanns alltså sedan länge en levande och spridd idé om att använda vindkraft som energikälla. Efter regeringens misslyckade försök under 70-talet att få till stånd fem kärnkraftreaktorer i Danmark var man tvungen att hitta andra energikällor. Olja och gas stod för en del, vindkraft för en annan del. Oljekrisen och politiska satsningar på att få många människor engagerade genom att starta vindkraftkooperativ eller genom att låta bönder bygga vindkraftverk för att täcka sina egna elbehov, blev en institutionaliserad lösning som utvecklats ända till idag. Vindkraftutbyggnad blev nära nog en folkrörelse.

Styrmedel och effekterna av dessa

Eftersom vindkraftverken inte kunde producera elektricitet till konkurrenskraftiga priser var staten tvungen att hitta system för att subventionera dem. Lösningen blev inmatningstariffer, ”feed-in tariffs”. De innebar ursprungligen att varje producerad kilowattimme vindkraftel ersattes med ca 8 eurocent, vilket var betydligt högre än det rådande priset på el (Munksgaard, 2008). Vidare var elnätsoperatörerna tvungna att ta emot all el som producerades av vindkraft. Detta skedde alltså före senare elreformer som konkurrensutsatte elmarknaden och ändrade förutsättningarna.

Subventionerna och de organisatoriska lösningarna som växte fram skapade en stor hemmamarknad för vindkraft i Danmark och flera tillverkare expanderade kraftigt. Det byggdes ett stort antal vindkraftverk över hela Danmark. De flesta hade dock ganska liten installerad effekt vilket gjorde att de förblev ett relativt litet inslag i den danska energiproduktionen fram till 1997, då den verkliga expansionen ägde rum. Det fanns då 4500 vindmöller etablerade i det danska elsystemet och år 2000 en bra bit över 6000 vindmöller. Därefter så har antalet sjunkit i ganska betydande grad.

I januari 2000 avreglerades den danska elmarknaden. Det ledde till en översyn av de gamla subventionssystemen som ersattes med nya subventioner som fungerade i bättre samklang med de nya marknadsvillkoren. En del i detta reformarbete bestod i att stimulera skrotning och utbyte av mindre vindkraftverk mot större för att de existerande vindlägena skulle nyttjas maximalt. Ägare till små vindturbiner erhöll repowering-certifikat som gav dem nya subventioner för större kraftverk. Dessutom var dessa certifikat handlingsbara vilket gjorde att de ägare som skrotade sina mindre vindmöllor kunde sälja subventionerna vidare. Skrotningsreformen påminner om den skrotningspremie som den tyska och amerikanska staten infört 2009 för att stimulera fordonsindustrin. I Danmarks fall blev det en succé då 1480 små äldre turbiner byttes ut mot 272 nya turbiner. Samtidigt ökade den installerade produktionskapaciteten från 122 megawatt till 324 megawatt (Vindmölleindustrien - Danish wind power industry). En nyhet var att subventionernas livslängd begränsades till 12000 full-lasttimmar, vilket motsvarar ca tolv år. Genom att endast de timmar räknas då generatorn ger full effekt styr subven-

tionerna mot att bygga vindkraftverk i bra vindlägen och med rätt kapacitet och bra driftförhållanden, styrningen riktades mot ett bättre resursutnyttjande.

Ytterligare en repowering-reform har genomförts som löper under perioden 2004-2009. Den här gången har syftet varit att byta ut mellanstora anläggningar, med upp till 450 kW effekt, mot större. Eftersom perioden inte är till ända ännu kan man inte säga om reformen är lyckad eller inte. Dock ser det ut som att vindkraftsägarna har nappat på den idén i samma utsträckning som vid tidigare reformer (Munksgaard, 2008). Den totala installerade effekten ligger stilla på 2003 års nivå vilket är ca 3000 MW installerad effekt (Vindmölleindustrien - Danish wind power industry).

Istället riktas nu hoppet om mer vindkraftsutbyggnad till havsbaserad vindkraft och större vindkraftparker. Detta är dock storskaliga projekt som lockar helt andra kategorier av aktörer än den tidigare vindkraftutbyggnaden. Här är det fråga om stora etablerade energiföretag som ofta har en koppling till annan offshore-industri som olja eller gas. Det är mycket stora investeringar och storskaliga anläggningar och delvis ny teknik som visat sig svårare att bemästra än den landbaserade vindkraftsutbyggnaden. Den danska staten har också projekterat ett antal havsbaserade vindkraftsparker och låtit olika konsortier lägga bud på att bygga och driva dem medsyftet att öka konkurrensen. Dessvärre ser försöket ut att ha misslyckats eftersom flera konsortier dragit sig ur trots att de vunnit upphandlingarna. Skälet är att det börjar bli lönsammare (bland annat på grund av större subventioner) att bygga i andra länder som exempelvis Storbritannien (Munksgaard, 2008). Man kan också ifrågasätta samhällsekonomin i havsbaserad vindkraft, vilket visas på annan plats i denna bok (se kapitel 3).

Subventionerna till vindkraften i Danmark måste nu omformas så att man på sikt kan fasa ut dem och låta vindkraften bära sina egna kostnader, dvs låta marknadspriset slå igenom.

Observationer och lärdomar av dansk vindkraft

Från beskrivningen av Vestas framväxt och den med statliga subventioner etablerade danska vindkraftmarknaden kan man göra några observationer och dra några lärdomar:

- Betydelsen av tidiga och tåliga kunder
- Betydelsen av tidiga kontakter med andra marknader
- Utvecklingen av en hemmamarknad i takt med den industriella utvecklingen
- Vikten av ”gambling” i innovationssystemet

För det första, det danska vindkraftundret hade inte uppstått om det inte hade funnits tidiga entusiaster och kunder som på bred front efterfrågade vindkraftverk. Den tidiga folkrörelsen för småskalig och närproducerad el lyckades i Danmark, men misslycka-

des i Sverige. I Sverige har vi sedan länge haft vindkraftentusiaster och entreprenörer som utvecklat, byggt och sålt mindre vindkraftanläggningar liksom vindkraftkooperativ och föreningar. Dessutom hade vi stora statliga satsningar genom Vattenfall, Nutek m fl. Faktum är att det fanns riktigt stora vindkraftverk i Sverige redan under tidigt 80-tal. Men, därefter tog det inte fart i Sverige på det sätt som det gjorde i Danmark. Varför återkommer jag till längre ned.

I Danmark uppstod en rad tillverkare, mindre industriföretag och lokala konstruktörer, som med ganska enkla medel lyckades bygga och sälja några mindre verk. Det förefaller som att de tidiga anläggningarna hade vissa konstruktionsfel och man etablerade tidigt en statlig tillsynsorganisation som granskade säkerheten hos konstruktionerna. Vidare drevs lagstiftning igenom som gynnade inkoppling av lokalt producerad el, något som passade folkrörelsernas ideologi då och som också länkade in i lantbrukets industriella struktur. Lantbrukssektorn är stark i Danmark och det finns således en hel industri av underleverantörer till den. Vidare är lantbruket till sin natur utspritt över landet och bygger på att utnyttja marken för att skapa avkastning vilket också passar ihop med vindkraftens affärslogik. Bönder är också i rollen som småföretagare vana vid att göra kalkyler och genomföra investeringar till relativt stora belopp. Lantbruket är alltså en nyckel i den tidiga utbyggnaden av vindkraft. Här fanns en grupp ”early adopters” som både kunde ställa krav och som kunde köpa de vindkraftverk som erbjöds. Betydelsen av ”lead markets” brukar framhållas som en förklaring till sådan industriell utveckling (Beise, 2005).

Den tidiga gemensamma idén om vindkraft som en framtidsteknologi delades i Danmark mellan brukare och tillverkare av vindkraft. Det förenklade kommunikationen och gav större acceptans för misstag, felkonstruktioner och svårigheter. Betydelsen av sådan interaktion diskuteras i forskning kring innovationssystem och pekas ut i en jämförande studie som en betydande framgångsfaktor bakom den danska vindkraftindustrin (Kamp, 2004). Denna slutsats är i linje med modern innovationssystemforskning som menar att den traditionella ”linjärmodellen” för forsknings- och teknikutveckling fungerar dåligt för utveckling av innovationer (Kamp, 2004). I studien jämförs den danska utvecklingen med motsvarande utveckling i Nederländerna som inte alls blev lika framgångsrik.. Forskarna pekar på att en viktig orsak till att utvecklingen inte tog fart i Nederländerna var att det offentliga teknikvetenskapliga stödet som erbjöds snabbt blev alltför ”vetenskapligt” och därmed inte kunde ge det utvecklingsstöd som ledde fram till en exportframgång som i Danmark.

I Vestas fall hade man också tur! Tur som gjorde att man kom i kontakt med de amerikanska investerarna Zond som letade efter en leverantör av vindkraftverk som just Vestas kunde leverera. Tack vare att Zond utnyttjade förmånlig skattelagstiftning i Kalifornien kunde Vestas snabbt få upp en stor volym och därmed skapa ekonomi för att starta massproduktion av vindkrafttillverkningen. Fokus kunde flyttas från pro-

dukt- till processutveckling. Det är kanske i detta moment, under det tidiga 80-talet, som grunden för Vestas framtida framgångar läggs i och med att företaget kunde fokusera på tillverkningsprocesserna och därmed skapa skalekonomier i tillverkningen. Stora ordervolymer på standardiserade produkter gav en stabil grund för att kunna fokusera på framtida tillväxt.

En annan observation är att de danska subventionerna har utvecklats över tid och därmed också bidragit till att utveckla Vestas. I tidiga skeden fanns subventioner, lika för alla, vilket förenklade kalkylerna för köparna. Här grundlades en volymmarknad. Sedan utvecklades inte subventionerna särskilt mycket vilket gjorde att leverantörerna, som rimligen borde kunna effektivisera sin tillverkning över tiden, successivt fick en växande vinstandel. Sedan kom krav på förändrade subventionerna och en ”repowering”-reform som gynnade övergången från mindre verk till större, vilket också passade den industriella utvecklingen hos tillverkarna. Slutligen fokuserades de framtida satsningarna på att bygga vindkraftparker, något som innebar ytterligare utvecklingssteg i riktning mot större vindkraftverk och större volymer.

Den konspiratoriskt lagde ser, ur konkurrenssynvinkel och med EUs begränsningar av statsstöd i minnet, en ohelig allians mellan dansk vindkraftindustri och danska reglermyndigheter, men det handlar snarare om att de danska tillverkarna med Vestas i spetsen var bra på att följa utvecklingen på sin hemmamarknad och anpassa sig. Det går inte heller att förklara det danska vindkraftundret utan att utgå från betydelsen den tidiga hemmamarknaden (Beise, 2005).

Ytterligare en observation man kan göra är att den danska fokuseringen på vindkraft innebar en sorts ”gambling” med teknik, industriell utveckling och med statliga medel. I efterhand kan man se att det lyckades. Men det finns rader av exempel på liknande statliga misslyckanden. Ett exempel är den franska satsningen på ”Minitel”, dvs en tidig form av dataterminal som fanns utplacerad i hem och i butiker (Housel, 1991). Terminalen var ett resultat av en datoriseringssatsning som gjordes inom France Telecom. Under en period ansågs Frankrike vara det land som kommit längst i att använda datorer för vardagsändamål i hem och bland konsumenter. Mängder av tjänster fanns tillgängliga via terminalerna. Men så kom internet. Ganska snabbt blev det franska systemet gammalmodigt. Men eftersom det fanns så mycket investeringar i form av tid, utvecklingsarbete, kundrelationer etc gjorda i Minitelsystemet levde det kvar ganska länge. Det gjorde i sin tur att introduktionen av internet i Frankrike skedde senare än i andra jämförbara länder.

En viktig skillnad mellan den danska vindkraftindustrin och Minitel är ju att kunderna involverades tidigt i den danska utvecklingen. Det fanns inte en aktör, som likt France Telecom, kunde sätta agendan. Istället fanns en mångfald ur vilken några vinnare kom fram. En annan skillnad är också att, i alla fall Vestas, tidigt var i kontakt

med flera olika marknader vilket bör ha påverkat utvecklingen så att man inte låste sig i en specifikt dansk teknik. Men det fanns en risk att vindkraftindustrin inte hade växt fram internationellt, att andra länders val av energiförsörjning skulle visa sig vara en mer framgångsrik väg och som utvecklade andra teknologier och andra industrier. Den viktigaste lärdomen från det danska vindkraftfallet är därför det sätt som de nationellt har förvaltat ett tidigt teknologiförsprång. I Sverige har det däremot funnits tendenser till att ”vänta och se” eller att ”satsa på alla fronter”, vilket inte ger några specifika försprång, men som å andra sidan låter oss hänga med i den internationella utvecklingen. Den svenska ”gambling”-strategin är snarare riskminimering och riskspridning, vilket naturligtvis också ger en lägre ”vinst” i form av industriell utveckling.

Missade möjligheter - nischade möjligheter

I Sverige liksom i Danmark och de flesta i-länder gjordes ganska stora satsningar, tekniska försök och testbyggen inom vindkraftområdet efter oljekriserna på 70-talet. De två mycket stora vindkraftverken i Maglarp i Skåne och Näsudden på Gotland var större än de flesta andra redan då och var tekniskt ganska avancerade. Det fanns ett kunnande och kanske också ett tekniskt försprång i Sverige vid den tiden. Idag finns ingen större vindkrafttillverkning kvar. Varför missade vi chansen?

Kjell Jansson, idag VD för branschorganisationen Svensk energi, men tidigare bland annat statssekreterare och generaldirektör för Svenska Kraftnät, menar att vindkraftsatsningen på 80-talet var en del av energipolitiken och inte en del av industripolitiken. Det gjorde att hela frågan hanterades på ett annorlunda sätt än om det hade varit fråga om en industripolitisk satsning. Vindkraftens framtid betraktades endast i ljuset av energipolitikens dåvarande utmaningar – att minska oljeberoendet – och inte att skapa en ny tillverkningsindustri. Man var också rädd att de småskaliga vindkraftverken som då fanns kommersiellt tillgängliga skulle ”ockupera” de bästa vindlägena och därmed förhindra eventuella framtida satsningar på mer storskaliga anläggningar.

Ytterligare en orsak till det bristande intresset var att kostnaderna för nätutbyggnad till väldigt många små produktionsenheter, skulle bli stora. Trenden inom kraftindustrin hade fram till dess varit att bygga färre och större produktionsanläggningar och att ha enstaka stora överföringslänkar till förbrukningsområden där elkraften sedan distribuerades. Man kan kalla det för ett centralistiskt ideal för hur elsystem skulle byggas eller, om man så vill, ett paradigm. Vindkraftens logik är delvis annorlunda: att genom ett stort antal mycket utspridda anläggningar ta tillvara naturresursen vind. Det ideal som växte fram i Danmark men även i Sverige byggde på småskalighet och att energiproduktionen skulle ske nära brukaren. Alternativa systemlösningar som byggde på förnybar energiteknik och lokal produktion diskuterades (Johansson, 1978). Resultatet av den svenska vindkraftsatsningen blev det i stort sett ingenting av.

Men entusiasterna gav inte upp! På liknande sätt som i Danmark började entusiaster att konstruera egna små vindkraftverk för att ett normalhushåll eller mindre lantbruk skulle kunna generera sin egen el. Andra eldsjälar skapade vindkraftkooperativ och ekonomiska föreningar för att tillsammans med likasinnade bygga egna vindkraftverk och sälja andelar. Ett av de mer kända är Falkenberg vindkraft ekonomisk förening som idag har 500 medlemmar. De var 1983 först i landet med att köpa ett kommersiellt vindkraftverk (Falkenberg energi).

Företaget Hannevind startades år 2000 av Svenåke Hannevind.[6] Han hade egentligen försökt att hitta en begagnad vindmölla för eget bruk, men kom att bygga en egen. Startskottet blev en egenutvecklad 2,2 kilowatt stor vindmölla. Under de följande åren byggdes och såldes ett antal sådana aggregat. Det visade sig senare att de var av lite varierande kvalitet, bland annat därför att själva konstruktionen utvecklades mellan de olika leveranserna. Så småningom kom därför Elsäkerhetsverket med kritik för att vindkraftverken hade fel och brister. Företaget gick kort därefter i konkurs. Konkursboet köptes av Kristianstad Svets & Montage som såg en möjlighet att använda sin maskinpark och sina resurser till att bygga tornen till kraftverken och på så sätt hitta samordningsvinster mellan den övriga verksamheten och vindkraftproduktionen. De gamla 2,2 kilowatt-verken gav inledningsvis mycket bekymmer. Till slut tvingades företaget att erbjuda alla kunder att utan kostnad byta ut dem till nya verk med enhetlig konstruktion. Det blev en stor kostnad för Hannevind som klarade att reda ut problemen. Efter episoden utvecklade man två nya verk på 5,5 och 11 kilowatt. Ytterligare nya modeller på 22 respektive och 30 kilowatt har även utvecklats vidare.

Idag gör skattereglerna det fördelaktigt att bygga verk upp till 30 kilowatt eftersom den inköpta mängden el därmed minskar. Större verk än så passar mest på gårdar. Nya verk på 45 kilowatt håller på att testas av flera tillverkare. Bakgrunden är den utredning som gjorts av Lennart Söder (KTH) som föreslår nettomätningar av el, dvs att man utan särskilda avgifter ska få leverera ”överskottsel” till nätet om inkopplingsnivån är under 63 ampere. 63 ampere ger en övre effektgräns på 45 kilowatt.

Vid sidan av Hannevind finns det ytterligare några mindre tillverkare av småskaliga vindkraftverk. Det finns också flera företag som experimenterar med vertikalaxlade vindturbiner. Det är i och för sig ingen ny teknik utan sådana idéer har funnits och testats under i stort sett hela 1900-talet. Fördelarna är enklare konstruktioner och att man kan ha de skrymmande generatorerna på marken istället för högst upp i tornet. De har dock nackdelar i form av sämre verkningsgrad och sämre vindlägen eftersom de inte kan placeras lika högt som de konventionella vindturbinerna.

Det är möjligt att det småskaliga segmentet har lämnats av de stora tillverkarna eftersom de fokuserar på det storskaliga segmentet. Det skulle kunna gynna de mindre tillverkar-

6) Fallbeskrivningen är baserad på en intervju med företagets nuvarande VD, Bengt Månsson.

na. Å andra sidan utgörs de flesta vindkraftverk av standardkomponenter som tillverkas av etablerade stora industriföretag. Det sänker inträdeshindren för nya aktörer som vill ta sig in på denna marknad. Samtidigt finns det en möjlighet att något mindre företag kommer fram med en innovation, en ny komponent eller ett nytt sätt att tillverka, som ger dem någon sorts konkurrensfördel och som därmed kan skapa grunden till en expansion. Även om det skulle ske möts de av inhemska hinder i form av långdragna bygglovsprocesser och andra hinder för en snabb expansion. Det finns således inte en stödjande hemmamarknad på samma vis som det gjorde i Danmark under det tidiga 1980-talet.

Den verkliga ekonomiska tillväxten inom svensk förnybar energi äger rum i de traditionella verkstadsföretagen. ABB är en ledande global leverantör av elektrisk utrustning och komponenter till elnät och kraftsystem som behövs för att vindkraften ska kunna samlas in och föras vidare. Exempelvis har man levererat mer än 15000 generatorer till vindkraftverk och ett stort antal transformatorer, driftövervakningssystem och nätlösningar för vindkraftutbyggnad i hela världen. I takt med att fler och fler vindkraftverk byggs måste elnäten förstärkas och byggas ut. I den just påbörjade utvecklingsfasen då fler och fler mycket storskaliga vindkraftparker etableras synliggörs också ABBs och andra leverantörers stora roll i detta.

En annan ledande internationell aktör inom vindkraftområdet är SKF som levererar olika typer av lager, växlar, pitch- och yaw-lager, samt övervakningssystem till vindkrafttillverkarna.[7]

Ett tredje underleverantörsföretag som har stora intressen inom vindkraft är Diab group. Diab Groups produkter och tjänster är en viktig del i den globala vindkraftindustrin. Trots detta är företaget inte allmänt känt. Företaget, som ligger i Laholm, utvecklar och säljer kärnmaterialet till sandwichkonstruktioner. Konstruktionerna består av tunna fiberskikt av glasfiber, kolfiber eller andra moderna fibermaterial. Mellan fiberskikten läggs ett distansmaterial vars uppgift är att hålla isär fiberskikten. Distansmaterialet måste vara mycket lätt samtidigt som det fäster hårt vid fibrerna. Sammantaget ger detta en mycket stark och lätt konstruktion. Sandwichteknik används när man vill ha lätta och starka konstruktioner, exempelvis i bladen till vindkraftverk eller i båtskrov till snabba båtar. Konstruktionstekniken utvecklas och används till allt fler områden, bl a i byggindustrin.

Totalt har Diab levererat material till fler än 70000 turbinblad samt till noskoner och generatorhus. Om man antar att alla bladen sitter på trebladiga turbiner motsvarar det drygt 23000 vindkraftverk i världen.[8] Det innebär att Diabs material och kunnande utnyttjas i ca 20 procent av alla vindkraftverk i världen.

7) ”Pitch” och ”Yaw” är funktioner för att styra turbinbladens vinkel mot vinden samt att styra hela vindkraftverket mot vinden.

8) Trebladiga turbiner kallas ibland för den ”danska designen”. Det finns också tvåbladiga turbiner som är billigare men mindre tåliga.

Diab säljer inte bara materialet utan också kunskaperna om hur komponenter ska konstrueras för att utnyttja det nya materialets egenskaper på bästa sätt, hur produktionsprocesser ska gå till etc. År 2008 omsatte DIAB Group ca 1400 miljoner kronor och hade ca 1200 anställda.

Sverige har inte missat tillväxttåget inom vindkraft, men vårt ser annorlunda ut än Danmarks. Det finns små, relativt nystartade företag inom vindkraft i Sverige, några av dem kanske också har innovativa koncept och lösningar. Men, det är inte där som den verkliga tillväxten sker. Den förverkligas istället hos underleverantörer till vindkrafttillverkare och vindkraftköpare.

Solcellsindustrin

Solcellsindustrin är uppdelad i en värdekedja där olika aktörer står för olika delar. 1) Utvinning och rening av kisel, som är en huvudsaklig råvara, sker av en grupp av företag. 2) Därefter sker omsmältning och tillverkning av ”wafers”, tunna substrat av kisel som utgör grunden för solcellerna. 3) Sedan tillverkas de beläggningar som ger solcellen dess elgenererande förmåga. 4) I nästa led monteras solcellerna till paneler som förses med skyddsglas och utrustning för att montera dem på tak samt koppla in dem till elnätet. 5) Några företag tillhandahåller också hela system för större solanläggningar där hundratals paneler kopplas samman.

Den mest värdeskapande delen är det tredje ledet där beläggningarna görs. Det domineras av ett fåtal aktörer, Q-cells i Tyskland, Kyocera och Sharp i Japan samt Suntech Power i Kina. Några av dem arbetar i flera led medan andra koncentrerar sig på solcellstillverkningen.

Solcellsteknik är en gammal teknik som börjar få fart i spåren av klimatförändringarna. Enligt konsultföretaget Solarbuzz, som sp+ecialiserat sig på att kartlägga solcellsindustrins utveckling, var 2008 ett rekordår då 5,95 gigawatt solceller installerades (Market buzz). Detta innebar en ökning med 110 procent jämfört med 2007. Den enskilt största marknaden var Spanien där drygt 40 procent av alla solceller installerades. Näst största marknad var Tyskland där drygt 30 procent av alla solceller hamnade. Spaniens tätposition hänger samman med ett generöst subventionsprogram som löpte ut under 2008. Det finns alltså anledning att tro att solcellsmarknaden krymper under de närmsta åren.

Det tyska solcellsinitiativet

Det tyska företaget Q-cells startade 1999 och är en av de internationella giganterna inom solceller (Hands on Q-cells - Handbook for investors and analysts). Kärnan i verksamheten är att tillverka och marknadsföra kiselbaserade solceller. Det är en känd teknologi som dominerar området. Utöver detta har företaget köpt en rad andra solcellsteknologier varav ett är det Sverigebaserade företaget Solibro.[9]

9) Den 26 juni 2009 förvärvades de sista utestående aktierna i Solibro av Q-cells. Solibro är ett avknoppningsföretag från Uppsala Universitet som utvecklar en annan teknologi för solceller, så kallade tunnfilmssolceller.

Q-cells omsatte 2008 ca 1,2 miljarder euro och hade då drygt 2500 anställda. Tre fjärdedelar av produktionen säljs i Europa där Tyskland står för en av fjärdedelarna. I Tyskland har man sedan länge haft en inmatningstariff som tvingar energiföretagen att köpa all el som produceras från förnybara källor. Det innebär att hushåll som installerar solceller på hustaken dels reducerar sitt elinköp från nätet, kan exportera eventuellt elöverskott ut till nätet. I kombination med en kraftigt ökande miljömedvetenhet har det lett till att marknaden växt kraftigt. Solceller på taket har också en synlig identitetsskapande effekt, ungefär som att sätta upp en skylt med budskapet ”här bor en miljövän”.

I övriga Europa och också i Asien växte försäljningen mycket kraftigt under 2008, framförallt i länder som infört inmatningstariffsystemet för att stödja investeringar i solceller.

Spaniens feltänkta solcellssatsning

I Spanien infördes 2008 en statlig subvention till investeringar i solceller. Syftet var att kraftigt öka andelen solbaserad el och nå nivån 400 megawatt installerad effekt år 2010. Subventionen bestod i en sorts inmatningstariff där staten subventionerar all solbaserad el till ett högt pris under 25 år. Subventionen var upp till ca 42 eurocent per kWh, dvs ca 4 kronor per kilowattimme. De generösa ersättningsnivåerna ledde till att många solkraftverk påbörjades och blev något av ett klondyke bland solcellstillverkare. Dessutom avslutades inte stödet när målnivån 400 MW nåtts. Inte heller fanns något takbelopp för hur stora subventionerna skulle bli sammanlagt. Däremot fanns från början en ettårig frist innan stödet skulle avvecklas. Det gjorde att när målet nåtts fortsatte subventionerna att gälla för alla tillkommande anläggningar under ytterligare ett år. När stödet avvecklades i september 2008 hade man fått ca åtta gånger mer solceller installerade än vad man avsett – att betalas av spanska skattebetalare under 25 år.

I efterhand kan man dock säga att statliga subventioner på kort tid skapade en enorm utbyggnad och marknadstillväxt, vilket i sin tur öppnade möjligheter för tillverkare att börja investera i nya produktionsanläggningar i större skala. Detta sänkte priserna på solceller, vilket i sin tur ökade efterfrågan och vidgade marknaderna än mer. På så sätt kastade sig fler och fler aktörer sig in i leken och en process av ekonomisk och teknisk utveckling kunde komma igång.

Men Spaniens beslut att stoppa stödet kanske bara tillfälligt har lagt sordin på solcellsfesten. Kanske var perioden av snabb utbyggnad en kraft som satt större stenar i rullning. Nya marknader har etablerats och ny produktionskapacitet finns tillgänglig vilket gör att priset på solceller sjunker. På en del platser där det idag inte finns elkraft är solceller redan ett ekonomiskt alternativ till andra kraftslag. Kanske uppstår det verkliga marknadsgenombrottet på andra platser – kanske i Afrika?

Svenska möjligheter inom solceller – Solibro – en missad möjlighet?
Företaget Solibro etablerades som en avknoppning från en forskargrupp kring tunnfilmssolceller vid Uppsala Universitet. Företaget fick stora stödbelopp för utvecklingen av en ny typ av solceller som tillverkas med andra material och med annan teknik än de traditionella kiselbaserade solcellerna. Forskargruppen hade också lyckats få en hög verkningsgrad dvs andelen infallande solljus som omvandlas till elektrisk energi. Mycket utvecklingsarbete återstod dock innan det kunde bli en kommersiell produkt. Det fanns hopp på många håll om att Solibro skulle bli ett nytt svenskt storföretag inom solenergiområdet. Företaget följde ju mallen eller linjärmodellen för hur innovationer från universitet kommersialiseras: först grundforskning, sedan tillämpad forskning, produktutveckling och sedan företagande.

Problemet var dock att ingen svensk industriell aktör ville investera i företaget. Grundarna sålde därför först en andel, för att under 2009 sälja resterande aktier, till det tyska företaget Q-cells. Solibro är numera ett helägt dotterbolag till Q-cells. Den första tillverkningsenheten för Solibros solceller byggs nu i Tyskland, men ett dotterbolag som ska arbeta med forskning och vidareutveckling finns kvar i Uppsala.

Det finns fyra monteringsfabriker för solceller i Sverige idag. Tillsammans har de en ganska hög omsättning på ca tre miljarder kronor. Hur stor andel som utgör export är dock en sekretessbelagd uppgift. Större delen av den totala omsättningen kommer från ett litet antal företag:

REC Scanmodule omsatte 1250 miljoner kronor.
Gällivare Photovoltaic omsatte 490 miljoner kronor.
PVEnterprise Sweden omsatte 107 miljoner kronor.[10]

Alla de tre företagen ovan samt ytterligare ett företag, ArcticSolar AB, arbetar med att montera samman solceller till färdiga solpaneler. Det betyder att ca två tredjedelar av omsättningen hos alla företag verksamma inom solenergiteknik i Sverige härrör från industriell tillverkning och montering. Alla företagen växer snabbt och har större delen av sin försäljning utanför Sverige. Tyskland är en viktig marknad tack vare reglerna kring inmatningstariffer. Den subventionen har gjort Tyskland till den enskilt största marknaden för solpaneler för elproduktion.

Verksamheten för dessa solcellsföretag består av montering av solceller som köps från olika tillverkare. Monteringen sker genom att solcellerna kopplas samman och lamineras fast i stora plana moduler. Modulerna monteras senare i ramar som tillsammans med styrelektronik utgör färdiga solpaneler.

10) PV Enterprise är noterat på Stockholmsbörsen. Under 2008 växte omsättningen kraftigt och prognoserna ökades fortlöpande. Under februari 2009 tvingades företaget att revidera ner prognoserna och aktiekursen sjönk kraftigt. Vidare har en av huvudägarna avgått från bolaget. Sedan toppen 2007 har aktien rasat med 90 procent.

Svenskt spetskunnande inom värme, kyla och system

Internationellt investeras det just nu mest inom ny teknik för elproduktion inom ramen för cleantech. Det beror förstås på att en stor del av världens elproduktion kommer från fossilbaserade källor som kommer att bli dyrare och begränsas i framtiden. De tidigare oljekriserna på sjuttiotalet gav liknande intresse för ny elproduktionsteknik. I Sverige var dock förutsättningarna då (och även nu) annorlunda. Då, på 70-talet, använde vi en stor del av oljeimporten till att värma hushåll och byggnader. För att lösa problemet och minska oljeimporten satsades stort på forskning och innovation för att hitta andra sätt att värma byggnader. Dels utvecklades energisparande, värmeåtervinning i ventilation etc för att reducera efterfrågan på värme, dels satsades det mycket på alternativa former för uppvärmning såsom biobränslen, solvärme och fjärrvärme. Alla dessa områden har växt sedan dess, men vinnaren är utan tvivel fjärrvärme. Idag finns fjärrvärme i de flesta av landets tätorter och står för en betydande del av uppvärmningen av svenska byggnader. Fjärrvärmen gjorde det möjligt att använda mer svårhanterliga bränslen än olja, såsom olika slag av biobränslen och avfall till uppvärmning, något som hade varit helt otänkbart i tidigare byggnadsanknutna uppvärmningssystem.

Fjärrvärmens framväxt och dominans har skett genom politiska subventioner, incitament och regleringar som på olika sätt hjälpt och stöttat just detta teknikområde. Solvärmeutvecklingen och övrig biobränsleutveckling har inte haft samma politiska uppbackning. Det har gjort att fjärrvärmen fått en dominerande position samt tagit många av de bästa affärsmöjligheterna för de andra uppvärmningsformerna. Det innebär därför en begränsning av den viktiga hemmamarknaden för solvärme och andra uppvärmningsformer.

Nåväl, eftersom Sverige har en internationellt sett unik dominans av fjärrvärme som uppvärmningsteknik bör det finnas goda chanser att bygga upp en internationell exportindustri på det området. Att detta bara delvis skett finns ett antal orsaker bakom.

Fjärrvärmesystemen är inte en teknologi som enkelt kan förpackas i form av en produkt, dvs det kan inte bli fråga om en industriell utveckling i likhet med export av annan teknologi. Det finns dock några nyckelkomponenter som är centrala i fjärrvärmesystemet och som både har viss teknikhöjd och som kan exporteras i likhet med andra industriprodukter: värmeväxlarna. Värmeväxlarna överför värmen från produktionsanläggningarna till distributionssystemet och från distributionssystemet till byggnadernas värmesystem. Det ingår alltså ganska många värmeväxlare i ett fjärrvärmesystem. Värmeväxlarna är också en nyckelkomponent i meningen att en värmeväxlare av högre kvalitet sänker kostnaderna i hela systemet och ökar därmed värdet av fjärrvärmesystemet.

Sverige kan sägas ha ett världsledande värmeväxlarkluster. Det började med Alfa Lavals plattvärmeväxlare som ursprungligen utvecklades för livsmedelsindustrin. Idag

finns flera andra tillverkare och forskningen och utvecklingen kring värmeöverföring fortsätter att förbättra tekniken. Svenska företag har ungefär en marknadsandel på 30 procent globalt och svensk teknik inom värmeöverföring är i världsklass.
Utbyggnaden av fjärrvärme och värmepumpar har lett till att den svenska marknaden blivit just en sådan ”lead market” som har varit betydelsefull för att utveckla spetskompetens. Det finns dessutom intensiv konkurrens mellan de olika svenska företagen på området vilket bäddar för att bibehålladet unika kunnandet. I takt med att andra länder inför fjärrvärmesystem och bygger ut fjärrkylsystem kan branschen komma att växa kraftigt. Frågan är dock om och hur eventuella stöd ska utformas som skapar en snabbare industriell tillväxt inom området?

Även inom många andra värme- och kylrelaterade områden finns tillväxtföretag. Climatewell grundades 1989 och tillhandahåller en ”termisk värmepump”, dvs en värmepump/kylmaskin som drivs av värme istället för el. Energin lagras i stora tankar med speciella salter som ger en ökad flexibilitet i hur den lagrade energin används. Till lagersystemet finns värme- och kylsystemet samt reglersystem. Sammantaget effektiviseras elanvändningen kraftigt genom att solenergi utnyttjas.

Företaget har på senare år fått stora framgångar i Spanien där marknaden växt kraftigt. Produkterna som säljs är både systemlösningar och komponenter. Strategin har varit att utveckla egna produkter, men numera tycks företaget arbeta mer med integrerade systemlösningar tillsammans med andra leverantörer till byggindustrin. Företaget omsatte 2008 52 miljoner kronor och hade då 24 anställda. Nu byggs en fabrik för tillverkning i Spanien och utveckling av nya produkter och komponenter sker också.

Stockholm energi var det första företaget i Sverige att anlägga ett system för fjärrkyla. De medarbetare som gjorde detta har sedan gått vidare och startat ett konsultföretag, Capital Cooling, som tillhandahåller kunskap och systemlösningar för fjärrkylutbyggnad i Sverige och internationellt. I många länder används mycket stora energimängder till luftkonditionering och kylning av kontor och bostäder. Uteslutande används eldrivna kylmaskiner. Elen genereras dessutom ofta i kolkraftverk vilket gör att den slutliga nyttan i form av kyla orsakar stora utsläpp av koldioxid på grund av de många omvandlingsleden. Genom fjärrkylsystem skapas skalfördelar som möjliggör användandet av större gemensamma kylanläggningar, men också utnyttjande av naturliga kylresurser i form av kallt havsvatten och liknande. I Stockholm och flera andra städer i Sverige har fjärrkylan inneburit ett mycket energieffektivare sätt att kyla kontorsbyggnader i stadskärnan. Potentialen i städer med varmare klimat är mycket stor, men kunskapen om systemuppbyggnad, planering och uppbyggnad samt hur man driver själva affären är svag.

Capital Cooling är i första hand ett företag som tillhandahåller kunskapsrelaterade tjänster inom fjärrkylområdet. Strategin är att växa tillsammans med partnerföretag

inom området. Företaget äger och driver inga egna anläggningar. År 2008 omsatte Capital Cooling ca 34 miljoner kronor och hade ca 16 anställda.

Ett annat svenskt kunskapsföretag inom cleantech-området är Tricorona. Tricorona grundades 1988 med mineralprospektering och gruvverksamhet som huvudområden. Efter en rad förvärv, omvandlingar och förändringar har företaget blivit en globalt ledande aktör inom ”frivillig klimatkompensering” eller ”klimatneutralisering”. Detta innebär att enskilda konsumenter – såväl som företag och myndigheter – kan välja att kompensera för de utsläpp som en viss verksamhet orsakar. Anta att ett företag skickar en medarbetare med flyg någonstans samt att företaget infört en miljöpolicy som innebär att alla av företaget orsakade utsläpp ska kompenseras. Företaget köper då motsvarande mängd utsläppsrätter till ett marknadspris. Pengarna går, via mellanhänder som Tricorona, till investeringar i att minska utsläpp, exempelvis byggandet av vindkraftparker, plantager för biobränslen etc. Alla projekt är granskade av oberoende aktörer för att garantera att de leder till minskade utsläpp.

2008 omsatte Tricorona ca 700 miljoner kronor vilket är en ökning med ca 300 procent jämfört med 2007. Företaget är i en mycket snabb tillväxtfas och bedriver idag utsläppshandel i sex länder: Sverige, Tyskland, Ryssland, Kina, Japan och Singapore. Förutom utsläppshandel tillhandahåller de också tjänster inom klimatneutralisering och krafthandel.

Klimatneutralisering växer snabbt i och med att många företag inför miljöpolicies och erbjuder sina kunder att klimatneutralisera sin miljöpåverkan vid konsumtion, exempelvis vid köp av flygresa, hyrbil, snabbmat eller annan konsumtion.

Svenska affärsmöjligheter inom greentech, cleantech och kunskapsindustri

Inom området förnybar energiteknologi händer mycket både i och utanför Sverige. Man kan konstatera att de satsningar som gjordes efter oljekrisen kring uppvärmning med alternativ till olja har burit frukt. Sverige har idag en ganska omfattande värmepumps- och biobränsleindustri och har även en kraftig expansion av fjärrvärmenäten. Dessutom finns tillverkare av solvärmeanläggningar. Det visar att det är möjligt att skapa livskraftiga företag med hjälp av offentliga satsningar på forskning och teknikutveckling, stöd till tidig marknadsintroduktion och styrmedel som bibehåller ett förändringstryck.

Däremot har tidigare satsningar, främst i samband med oljekrisen, varit inriktade på att lösa vårt inhemska energiproblem snarare än att försöka skapa en tillväxtindustri. Därför kan vi ha missat många möjligheter att skapa nya företag inom energiteknik.

Sverige var exempelvis tidigt ute med stora vindkraftverk, men har förlorat försprånget eftersom vindkrafttekniken valdes bort av främst tekniska skäl. Den omfattande svenska energisystemkompetensen kring avfallsåtervinning, avfallsförbränning och kraftvärmeproduktion är dessvärre inlåst i kommunalt ägda bolag som har restriktioner vad gäller kommersialisering av sin kunskap.

Miljöideologi och priskänslighet – vad betalar konsumenterna för egentligen?

I många diskussioner kring energi utgår man ofta från priset per producerad kilowattimme och använder det som likare och jämförelseobjekt. Vid sådana jämförelser kommer alltid storskaligt producerad kraft från kärnkraft, vattenkraft och kolkondens lågt i pris, medan småskaliga anläggningar får ett högt. Det finns en skalekonomi i energiproduktion som gynnar allt större anläggningar.

Men många konsumenter köper inte bara en utbytbar kilowattimme utan något mer, en miljöprofilering av sitt liv, ett ställningstagande, en markering till omgivningen av vad man står för eller har råd med (se också kapitel 4). I grunden är det samma sätt att resonera som man gör vid andra köp, man väljer vissa kläder eller bilmärken framför andra etc.

Att köpa och montera en solcellsanläggning på sitt hus kanske inte kan räknas hem på samma sätt som industriella investeringar i energiproduktion, men hur kalkylerar man vid annan konsumtion? Hur räknar man hem en påse chips eller en sportbil? Priset kanske inte alltid är avgörande för hur ny energiteknik etableras på en marknad. Det kan finnas andra värden som har stor betydelse också. Det är dock viktigt att synliggöra dessa värden och också att utnyttja dem kommersiellt.

Hinder för tillväxt

Fjärrvärme som fortsätter att byggas ut är en viktig komponent i den svenska strategin för ett hållbarare samhälle med kraftvärmeproduktion, avfallsförbränning etc. Den kan dock ha trängt ut marknaden för alternativa tekniker för uppvärmning, som sol och pelletseldning, som får en mindre marknad i Sverige att konkurrera om. Sverige har dessutom låga elpriser vilket minskar lönsamheten i exempelvis vindkraftanläggningar eller solcellsinstallationer. De rent geografiska förutsättningarna med lite solljus och få bra vindlägen påverkar naturligtvis också lönsamheten. Men än viktigare är att vi har stora kraftproduktionsresurser som redan är installerade i form av vattenkraft och kärnkraft. Elnätet är byggt för denna typ av storskalig produktion och det krävs investeringar också i elnätet för att vi ska kunna få in annan kraftproduktion som exempelvis vindkraft och solceller.

I både fjärrvärmefallet och i elfallet har vi byggt stora centraliserade tekniska system för vår el- och värmeförsörjning. De är på en samhällsnivå ekonomiska, välskötta och hållbara. (Även om kärnkraftens hållbarhet och miljöstatus naturligtvis är omtvis-

tad.) Eftersom dessa investeringar redan är gjorda påverkar de förutsättningarna för alla alternativ som senare kommer upp. Dels läggs ett ekonomiskt tak på hur högt priset på förnybar energi kan vara, dels finns det redan etablerade lösningar som är konkurrenskraftiga, dels finns tekniska, industriella och juridiska strukturer som försvårar etablerandet av annan förnybar energiteknik.

Sammantaget blir det svårare att etablera en stor hemmamarknad för produkter och system för förnybar energi i Sverige jämfört med situationen i flera länder på kontinenten som inte har lika utbyggda centralstyrda energisystem. De svenska företagen måste alltså antingen finna sätt att knyta an till de strukturer som finns i Sverige eller etablera försäljning i andra länder tidigare än vad deras konkurrenter behöver göra. I Danmark, men framförallt i Tyskland, har det inte etablerats liknande storskaliga fjärrvärmesystem. Det öppnar för andra möjligheter för framförallt solvärme. I båda länderna har man sedan länge omfattande subventionssystem för förnybar energi vilket stimulerar marknaden. Där sker det nu en framväxt av nya energiteknikbolag, nya produkter och system i snabb takt.

Samtidigt kan man hävda att en hemmamarknad i många fall inte längre är ett avgörande första steg. I den globala värld vi lever i är steget ut i ett internationellt sammanhang inte långt, vilket blir tydligt när man jämför andra tillväxtbranscher. Många nya svenska företag som exempelvis Spotify eller Skype (som inte var ett ”svenskt” bolag) har mycket snabbt kommit ut på en världsmarknad. Även Tricoronas framgångar har skett utan ett grundmurat stöd av en svensk hemmamarknad.

I Sverige finns dock en rad förutsättningar och kunskapsområden som vi ännu är ganska ensamma om och som kan leda till tillväxtmöjligheter för företag som är beredda att utnyttja dessa områden. Vi är bra på systemlösningar och att integrera flera olika energi- och materialflöden i samhället. I många andra länder finns istället flera olika flöden och teknologier som inte utnyttjar de samordningsfördelar som finns, exempelvis genom att länka samman avfall-fjärrvärme-fjärrkyla. Frågan är bara hur man kan paketera och skapa affärsmodeller som ger tillväxt med dessa kunskaper som grund?

I Sverige finns också ett antal högt specialiserade komponentleverantörer som utvecklar och tillhandahåller nyckelteknologier för andra cleantech-företag. Ovan har nämnts ABB, SKF, Diab m fl. De är viktiga globala aktörer kopplade till utvecklingen av cleantech-branscher globalt. Det är viktigt att dessa företag ges goda förutsättningar att fortsätta utvecklas. Bland annat behöver länkarna till forskning inom universiteten stärkas så att de kan fortsätta att utveckla ny teknik i Sverige.

Vad kan staten göra? Konkreta förslag till ekonomisk-politiska åtgärder

Det har sedan lång tid funnits tre övergripande mål för styrningen av energiområdet: konkurrenskraft, tillförselsäkerhet och miljö. Politiken har ständigt pendlat mellan dessa tre områden under de senaste femtio åren. Just nu förefaller konkurrenskraft och miljö vara i fokus även om oron för oljetillgångar och ryska gasleveranser också lyfts fram.

När det gäller konkurrenskraft har man efter avregleringarna av marknaderna för el och gas, vilka bland annat motiverades med ökad effektivitet och minskade kostnader för dessa viktiga insatsvaror i industrin, valt att fokusera på utveckling av nya innovationer och företag inom cleantech i bred bemärkelse. När det gäller etablerade företag har Sverige sedan länge en stark underleverantörsindustri som också märks gentemot tillverkare av alternativa kraftgeneringssystem. För såväl de nya företagen inom cleantech som för redan etablerade underleverantörsföretag, är det viktigt att staten säkerställer en hög nivå på forskning och teknikutveckling som gör det attraktivt med-fortsatt lokalisering av utvecklingsverksamheter till Sverige.

Ett verktyg som använts i Tyskland och Danmark med viss framgång är inmatningstariffer för förnybar elproduktion. Inmatningstariffer innebär att ägaren till ett elnät åläggs att ta emot och betala för all el som produceras av förnybara källor. Eftersom vind och sol inte låter sig styras är det en viktig princip att utnyttja dessa källor maximalt. Den ekonomiska stimulansen har lett till att konsumenter och lantbrukare har gjort investeringar som i sin tur stimulerat efterfrågan från tillverkarna av vindkraftverk och solceller. Det är därför ingen slump att danska Vestas och tyska Q-cells är ledande tillverkare av vindkraftverk respektive solcellsanläggningar. Samtidigt är det svårt i nuläget att göra en fullständig samhällelig kostnads-intäktsanalys huruvida dessa satsningar varit motiverade.

I den mån stödformer införs för svenska företag är det viktigt att dessa ungefär motsvarar utländska nivåer för att skapa konkurrensneutralitet. Inom ramen för det befintliga företagsstödet kan det också finnas anledning att utöka marknadsstödet. Detta gäller särskilt exportsatsningar mot bakgrund av den begränsade hemmamarknaden och globaliseringen.

Utvecklingen är ofta kunddriven och en av de viktigare lärdomarna man kan dra från Vestas framgångar är att tidiga och tåliga kunder som köper företagens produkter och tjänster och bidrar till deras kvalitetet och utveckling. Riskvilligt kapital är viktigt i vissa skeden av företagets utveckling, men i tidiga skeden saknas ofta det kompetenta kapitalet. Här skulle det kunna finnas en utökad roll för staten, t ex genom att Vattenfall och andra statligt kontrollerade företag får ett utökat uppdrag som innebär att en större andel av inköp avprodukter och tjänster ska upphandlas från nya, innovativa entreprenörsföretag. Slutligen, om utökade leveranser från småskaliga elproducenter anses önskvärt bör staten se över distributionsnät och öka tillgängligheten till dessa.

Om författarna

Pontus Braunerhjelm har varit VD för Entreprenörskapsforum sedan augusti 2008. Han är dessutom innehavare av Leif Lundblads donationsprofessur i internationellt företagande vid KTH och har precis avslutat ett arbete som huvudsekreterare i Globaliseringsrådet. Han har under många år forskat kring frågor rörande entreprenörskap och småföretag samt deras betydelse för industriell dynamik och ekonomisk tillväxt.

Michael Hoel är professor i nationalekonomi vid Økonomisk institutt, Universitetet i Oslo. Hoels viktigaste forskningsfält har varit ekonomiska frågeställningar kopplade till energi, naturresurser, miljö och klimat. Han har publicerat artiklar i ett antal internationella tidsskrifter inom dessa områden.

Mads Greaker är forskningsledare för miljöekonomi på Statisk Sentralbyrå i Norge och dessutom knuten till Handelshögskolan vid Göteborgs universitet där han forskar om handel och miljö. Hans forskningsfokus ligger på betydelsen av klimatpolitik för teknologisk utveckling, sammanhanget mellan globalisering och miljö samt indikatorer for hållbar utveckling.

Patrik Söderholm är professor i nationalekonomi vid Luleå tekniska universitet, och har även verkat som forskare vid Center for Energy and Environmental Policy Research, Massa-chusetts Institute of Technology (MIT), USA, samt vid International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Österrike. Söderholms forskning är starkt profilerad mot energi-, miljö- och råvaruekonomi, och han har under senare år studerat styrmedel för introduktionen av förnybar teknologi i energisektorn. Se t ex Söderholm, P., och G. Klaassen (2007). ”Wind Power in Europe: A Simultaneous Innovation-Diffusion Model,” Environmental & Resource Economics, Vol. 36, Nr. 2, s. 163-190.

Jessica Eriksson arbetar som forskare och lärare vid sektionen för entreprenörskap, Handelshögskolan vid Umeå universitet. Hennes forskning behandlar dynamik och förändring i nätverk och branscher, för närvarande med fokus dels på omvandling till följd av ökade krav på hållbar utveckling, dels på samtidig konkurrens och samarbete mellan företag. Tillsammans med Karl Johan Bonnedahl har hon publicerat artikeln ” Sustainable economic organisation: Simply a matter of reconceptualisation or a need for a new ethics?”

Karl Johan Bonnedahl arbetar som forskare vid Handelshögskolan vid Umeå universitet. Hans forskning har varit inriktad mot ekonomisk integration och internationellt företagande, numera med fokus på ekologisk hållbarhet och konflikter mellan ekonomiska och ekologiska perspektiv. Han har bl a, med olika kollegor, författat en bok om ekonomi och moral och en utredning om hållbara transporter åt Naturvårdsverket.

Christian Berggren är professor i industriell organisation vid Linköpings universitet där han är ämnesföreträdare vid Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling och chef för det av Riksbankens Jubileumsfond finansierade forskningsprogrammet KITE, Knowledge Integration and Innovation in Transnational Enterprise (2007-2014). Industriell innovation är ett bärande tema i Berggrens forskning: Innovationer i arbetsorganisation och produktion på 1980-talet; innovationer i global organisering av utvecklings- och ingenjörsarbete på 1990-talet samt ledning av FoU, teknikutveckling och innovationsverksamhet under de senaste 10 åren, med särskilt fokus på företag inom fordonsindustri, elektroteknik och telekom.

Fredrik Lagergren är rektor för KTH Executive School samt prodekan för skolan för företagssamverkan vid KTH. Han är teknologie doktor i Industrial management med inriktning mot energiteknik och har under senare tid arbetat med strategi och affärsutveckling åt en rad energiföretag i Sverige inom KTH Executive School.

Referenser

Aldy, J. E., A. J. Krupnick, R. G. Newell, I. W. H. Parry, och W. A. Pizer (2009). Designing Climate Mitigation Policy, Discussion Paper 08-16, Resources for the Future, Washington, DC.

Anderberg, T. (2001) Guds moral. Nya Doxa, Nora.

Andersson, B. & Jacobsson, S. (2000): Monitoring and assessing technology choice: the case of solar cells. Energy Policy, vol. 28, s. 1037-1049.

Andresen, N., Gustavsson, A.M.D. och Wahlander, J. (2008) ”Är ekomat bättre eller sämre för klimatet?”, I KliMATfrågan på bordet. Formas fokuserar, Stockholm, 285-298.

Armour, L. (1997) “The logic of economic discourse: beyond Adam Smith and Karl Marx”, International Journal of Social Economics, 24(10), 1056-1079.

Arrow, K. J., L. Cohen, P. A. David, R. W. Hahn, C. D. Kolstad, L. Lane, W. D. Montgomery, R. R. Nelson, R. G. Noll, och A. E. Smith (2009). “A Statement on the Appropriate Role for Research and Development in Climate Policy,” Economists’ Voice, Vol. 6, Nr. 1, www.bepress.com.

Arrow, K. J. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing, The Review of Economic Studies, Vol.29, No.3: 155-173.

Arthur B. W. (1989): Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events, The Economic Journal 99/394, 116-131.

Audretsch D. B. och M. P. Feldman (1996): R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production, American Economic Review 86, s. 630-640.

Banuri, T. och Axelsson, S., 2009, ”Så löser vi knäckfrågan inför Köpenhamnskonferensen”, Dagens Nyheter, 12 oktober.¨

Barrett, S. (2006): Climate Treaties and Breakthrough Technologies, American Economic Review 96, Papers and Proceedings, 22-25.

Barrett, S. (2003): Environment and Statecraft, Oxford, Oxford University Press.

Barreto, L., och G. Klaassen (2003). ”Emission Trading and the Role of Learning-by-doing Spillovers in the ’Bottom-up’ Energy-system ERIS Model,” International Journal of Energy Technology and Policy, Vol. 2, Nr. 1-2, s. 70-95.

Baumann, Z. (2008) Konsumtionsliv. Daidalos.

Beise, M. R. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. Ecological economics , 5-17.

Bergek, A. & Jacobsson, S. (2009a) Are Tradable Green Certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003-2008. Under publicering i Energy Policy.

Bergek, A. & Jacobsson, S. (2009b) Technology-specific climate policies: Why we need them and how they can be combined. Submitted to Research Policy.

Berggren, C., Jakobsson, S., Laestadius,S., 2007. En myt att Sverige minskat utsläppen av växthusgaser, DN Debatt 07 02 17.

Berggren, C. and S. Laestadius. 2003. Co-development and Composite Clusters - the Secular Strength of Nordic Telecommunications. Industrial and Corporate Change, 12, 1, 91-114.

Bingel, E., Sjöberg, C. och Sjöquist, C. (2002) Från defensiv till proaktiv. Drivkrafterna bakom hållbar tillväxt. Svenskt Näringsliv, Stockholm.

Bohm, P. (2004). Den svenska klimatpolitikens kostnader och betydelse, Rapport A2004:003, Institutet för tillväxtpolitiska studier (ITPS), Östersund.

Bosetti V., C. Carraro, R. Duval, A. Sgobbi och M. Tavoni (2009): The role of R&D and technology diffusion in climate change mitigation: New perspectives using the Witch model, OECD Working Paper No. 664.

Boström, Magnus och Klintman, Mikael (2008) ”Eco-standards, product labelling and green consumerism”. Serie: Consumption and Public Life. Palgrave Macmillan, Basingstoke.

Braunerhjelm, P., von Greiff, C. och Svaleryd, H., (2009), Utvecklingskraft och omställningsförmåga. En globaliserad svensk ekonomi, Slutrapport från Globaliseringsrådets kansli, Regeringskansliet, Stockholm.

Brännlund, R. (2007), ”Miljö utan kostnader? En kristisk granskning av Porterhypotesen”, Rapport till Expertgruppen för miljöstudier.

Brännlund, R. (2008), ”Konkurrenseffekter av Europas klimat- och energipolitik”, i Cramér, P., Gustavsson, S. och Oxelheim, L., EU och den globala klimatfrågan, Santérus förlag, Stockholm.

Brännlund, R. (2008), ”Principiella utgångspunkter i klimatpolitiken och klimatpolitikens kostnader”, Ekonomisk Debatt, 8-27.

Buchner B. och C. Carraro (2005): Economic and Environmental Effectiveness of a Technology-Based Climate Protocol, Climate Policy 4, s. 229-248.

Böhringer C. och K. E. Rosendahl (2009): Green serves the Dirtiest, Discussion Paper 581, Statistics Norway.

Callon, Michel (1998) “The embeddedness of economic markets in economics.” I Michel Callon (Red) The Laws of the Markets. Blackwell, Oxford, 1-57.

Carlén, B. (2004), ”BNP-effekter av svensk klimatpolitik – en kommentar”, ITPS rapport A2004:008, Östersund.

Carlén, B. (2007). Sveriges klimatpolitik – värdet av utsläppshandel och valet av målformu-lering, Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2007:04, Finansdepartementet, Stockholm.

Carlgren, A. och Erlandsson, E. (2007) “Klimatmärkt mat smart val”, Svenska Dagbladet, Sektion: Brännpunkt, s. 5. 2007-07-08.

Center for Clean Air Policy (2009): Norway’s proposal to auction assigned amount units: Implementation options, Miljøverndepartementet, Norge.

Christensen, C. (1997) The Innovator´s dilemma. when new technologies cause great firms to fail, Harvard Business School, Boston, Mass.

Clarke, L., Weyant, J. och Edmonds, J. (2006): On the sources of technological change: Assessing the evidence, Energy Economics, Vol.28: 579-595.

Cohen, L. och Noll, R.G. (1991): The Technology Pork Barrell, Washington D.C: The Brookings Institution.

Dasgupta, P., och J. Stiglitz (1988). ”Learning-by-doing, Market Structure and Industrial and Trade Policies,” Oxford Economic Papers, Vol. 40, s. 256-268.

David P. A. (1985): Clio and the economics of QWERTY, American Economic Review 75/2, s. 332-337.

DesJardins, J.R. (2007) Business, Ethics, and the Environment. Imagining a Sustainable Future. Prentice Hall, Upper Saddle River.

Ehrlich, P.R. och Holdren, J.P. (1971) “Impact of Population Growth. Science”, 171 (3977), 1212-17.
EIA (Energy Information Administration) (2009a) International Energy Statistics, Total Consump-

tion of Petroleum Products (Thousand Barrels Per Day). Databas: http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=54&aid=2&cid=ww,&syid=1980&eyid=2008&unit=TBPD. Åtkomst 2009-08-30.

EIA (Energy Information Administration) (2009b) International Energy Outlook 2009. Table A2. World Total Energy Consumption by Region and Fuel, Reference Case, 1990-2030.

Ek, K., och P. Söderholm (2009). "Technology Learning and Research in Wind Power: Rethinking the Technology Development Process," Uppsats presenterad vid 10th IAEE European Conference, Wien, Österrike, 7-10 September, 2009.

Eklund, K. (2009), Vårt klimat, Norstedts förlag, Stockholm.

Eklund, K, Häggström, O. och Rummukainen, M., (2009), "Ekonomer på villovägar", Ekonomisk Debatt, 37, 76-84.

Ellerman, A. D. (2008). "New Entrant and Closure Provisions: How Do They Distort?," The Energy Journal, Vol. 29, Special Issue, s. 63-76.

Energimyndigheten & Naturvårdsverket 2008. Delrapport 1 i underlag till Kontrollstation 2008, Energimyndigheten & Naturvårdsverket.

Eriksson, J. och Bonnedahl, K.J. (2009) "Institutional entrepreneurship through standard development. How mainstream economic organisation is challenged by a climate labelling initiative", presenterad vid EGOS colloquium, 2-4 juli, Barcelona.

Falkenberg energi. (n.d.). Retrieved 06 24, 2009, from www.falkenberg-energi.se.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2009) Faostat: Consumption, Livestock and Fish Primary Equivalent. http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor. Åtkomst 2009-09-19.

Fischer, C. (2008). "Emissions Pricing, Spillovers, and Public Investment in Environmentally Friendly Technologies," Energy Economics, Vol. 30, s. 487-502.

Fischer, C. (2009). The Role of Technology Policies in Climate Mitigation, Issue Brief #09-08, Resources for the Future, Washington, DC.

Frankel, J. 2009. Economic Effects of International Trade. Expertrapport nr 31 till Globaliseringsrådet,Stockholm.

Frankel, J. (2009), "Environmental effects of international trade", Underlagsrapport nr 31 till Globaliseringsrådet, Regeringskansliet.

Fransson, N. och Gärling, T. (1999) "Environmental Concern: Conceptual Definitions, Measurement Methods, and Research Findings", Journal of Environmental Psychology, 19, 369-382.

Fridlund, M. 1999. Staten, storföretaget och samarbetet kring den svenska elkrafttekniken. Stockholm: Symposion.

Fölster, S. och Nyström, J, (2009), Climate Policy to Defeat the Green Paradox, uppsats, KTH, Stockholm.

Fölster, S. och Nyström, J, (2010) Can climate policy defeat the green paradox? Ambio, forthcoming 2010.

Gardner, G.T. och Stern, P.C. (2002). Environmental problems and human behavior (2nd ed.). Pearson Custom Publishing, Boston, MA.

Ghoshal, S. (2005) "Bad management theories are destroying good management practices", Academy of Management Learning & Education, 4(1), 75-91.

Golombek R., och M. Hoel (2008): Endogenous Technology and tradable emission quotas, Resource and Energy Economics 30, s. 197-208.

Golombek R., och M. Hoel (2009): International Cooperation on Climate Friendly Technologies, CESIfo Working Paper No. 2677.

Golombek, R., Greaker M. och M. Hoel (2009): Climate policy as a game between successive governments, Forthcoming as discussion paper, Statistics Norway.

Greaker M. och K. E. Rosendahl (2008): Environmental policy with Upstream Pollution Abatement Firms, Journal of Environmental Economics and Management 56, s. 246-259.

Greaker M. och T. R. Heggedal (2007): Technological Lock-In and the Hydrogen Economy: When should governments intervene?, Discussion Paper 516/07, Statistics Norway.

Greaker M. och E. L. Sagen (2008), Explaining experience curves for new energy technologies: A case study of liquefied natural gas, Energy Economics 30, s. 2899-2911.

Gärling, T. och Schuitema, G. (2006) "Travel Demand Management Targeting Reduced Private Car Use: Effectiveness, Public Acceptability and Political Feasibility", Journal of Social Issues, 63, 1, 139-153.

Hands on Q-cells - Handbook for investors and analysts. (n.d.). Retrieved 06 26, 2009, from Q-cells: www.q-cells.com.

Hardin, G. (1968) "The Tragedy of the Commons", Science, 162, 1243-1248.

Hay, R. (2005) "Becoming ecosynchronous, part 1. The root causes of our unsustainable way of life", Sustainable Development, 13, 311-325.

Heal, G. (2008), "Climate change economics: A meta-review and some suggestions", manuscript, Columbia university.

Helby, P., Holmberg, D. & Åhman, M. (1999) Nya styrmedel för begränsad klimatpåverkan. Rapport nr. 5019. Naturvårdsverket. Stockholm.

Hopwood, B, Mellor, M., och O'Brien, G. (2005) "Sustainable development: mapping different approaches", Sustainable Development, 13, 38-52.

Housel, T. D. (1991). The Development of Information Services in France: The Case of Public Videotex. International Journal of Information Management , 35-54.

IEA (2000): Experience Curves for Energy Technology Policy, IEA/OECD, Paris.

IEA (2008), "World Energy Outlook", IEA, Paris.

Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) (2008). En svensk nollvision för växthusgasutsläpp, Rapport inom projektet Vägval Energi, Stockholm.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) Summary for Policymakers. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC (2007), The Physical Science Basis Working Group I, the Fourth Assessment Report.

Irwin, D.A. och P.J. Klenow (1994): Learning-by-Doing Spillovers in the Semiconductor Industry, The Journal of Political Economy 102, Nr. 6, 1200-1277.

IVA (2009), De fem vägvalen, IVA, Stockholm.

Jacobsson S, Lauber, V 2006. The politics and policy of energy system transformation -explaining the German diffusion of renewable energy technology, Energy Policy 34, 256–276.

Jaffe, A. B., R. G. Newell, och R. N. Stavins (2003). "Technological Change and the Environment," I K-G. Mäler, och J. R. Vincent (Red.), Handbook of Environmental Economics, Vol. 1, Elsevier Science, Amsterdam.

Jansson, T. (2009) Understanding Sustainable Vacation Choices. An Empirical Study of Swedish Tourists. Licentiatuppsats, Umeå universitet.

Johansson, T. B. (1978). Sol-Sverige - en skiss till ett förnyelsebart energisystem. Stockholm: Liber.

Kamp, L. M. (2004). Notions on learning applied to wind turbine development in the Netherlands and Denmark. Energy Policy , 1625 - 1637.

Karlsson, C. och Parker, C. (2008), ”Unionens kamp för klimatet – en obekväm sanning”, i Cramér, P., Gustavsson, S. och Oxelheim, L., EU och den globala klimatfrågan, Santérus förlag, Stockholm.

Karp L. och J. Zhao (2009): Suggestions for the road to Copenhagen, Rapport till Expertgruppen för miljöstudier, 2009:1, Stockholm.

Keller W. (2002): Geographical Localization of International Technology Diffusion. American Economic Review 92, s. 120-142.

Klimatmärkning för mat (2009) Projektbeskrivning. (http://www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2008/12/projektbeskrivning-23-publik1.pdf. Åtkomst 2009-09-13).

Kolev, A., och A. Riess (2007). ”Environmental and Technology Externalities: Policy and Investment Implications,” I European Investment Bank (EIB), An Efficient, Sustainable and Secure Supply of Energy for Europe. Meeting the Challenge, EIB Papers, Vol. 12, Nr. 2, s. 135-162.

Kruse, J. M. (n.d.). Danish wind turbine history. Retrieved 06 22, 2009, from www.folkecenter.net/gb/rd/wind-energy/history/.

Kågesson, P. 2009. Miljöbil på villovägar, Stockholm: SNS Förlag

Laestadius, Staffan. 2009. Klimatförändringen och den industriella omvandlingen. Global utmaning Klimatrapport 8.

Lemming, J. K., P. E. Morthorst, och N-E. Clausen (2007). Offshore Wind Power. Experiences, Potential and Key Issues for Development, Risö National Laboratory, Technical University of Denmark.

Lindén, A-L. (2004) Miljömedvetna medborgare och grön politik. Formas, Stockholm

Lunt, N., Mannion, R. and Smith, P. (1996) “Economic discourse and the market: the case of community care”, Public Administration, 74, 369–391.

MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis. Washington: Island Press.

MacDonald, J.P. (2005) “Strategic sustainable development using the ISO 14001 Standard”, Journal of Cleaner Production, 13, 631-643.

Maddison, A., 2007, Contours of the World Economy 1-2030AD, Oxford: Oxford UP.

Margolis, R. M., och D. M. Kammen (1999). ”Underinvestment: The Energy Technology and R&D Policy Challenge,” Science, Vol. 285, s. 690-692.

Market buzz. (n.d.). Retrieved 08 06, 2009, from www.solarbuzz.com.

Michaelis, L. (2003) “The Oxford Commission on Sustainable Consumption”, Journal of Cleaner Production, 11, 931-933.

Michanek, G., och P. Söderholm (2006). Medvind i uppförsbacke! En studie av den svenska vindkraftspolitiken, Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2006:1, Finansdeparte-mentet, Stockholm.

Midtun, A. & Gautesen, K. (2007): Feed in or certificates, competition or complementarity? Combining a static efficiency and a dynamic innovation perspective on the greening of the energy industry, Energy Policy, vol. 35, ss. 1419-1422.

Miljömålsrådet (2009) De facto 2009. Miljömålen i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges 16 miljömål. Naturvårdsverket.

Mohr R. D. (2002): Technical Change, External Economies, and the Porter Hypothesis, Journal of Environmental Economics and Management 43, 158-168.

Mowery, D. C. (2009). "What Does Economic Theory Tell Us About Mission-oriented R&D," I Foray, D. (Red.), The New Economics of Technology Policy, Edward Elgar, Cheltenham.

Munksgaard, J. M. (2008). Wind power in the Danish liberalised power market - Policy measures, price impact and investor incentives. Energy Policy , 3940-3947.

Mölleryd, B. 1999. Entrepreneurship in Technological Systems – The Development of Mobile Telephony in Sweden. Stockholm: Handelshögskolan, akademisk avhandling.

Naturvårdsverket (2004) Hållbar produktion och konsumtion i Sverige. Stockholm.

Naturvårdsverket (2006) Styrmedelsanalys med livscykel- och innovationssystemperspektiv. Stockholm.

Neij L. (1997): Use of experience curves to analyse the prospects for diffusion and adoption of renewable energy technology, Energy Policy, 23, s. 1099-1107.

Neuhoff, K. (2005). "Large Scale Deployment of Renewables for Electricity Generation," Oxford Review of Economic Policy, Vol. 21, Nr. 1, s. 88-110.

Newell, R. G. (2008). Climate Technology Deployment Policy, Issue Brief No. 10, Resources for the Future, Washington, DC.

Nicol, C. (2009) Understanding the innovation process towards the development of a biofuel transport system. Licentiatuppsats, Umeå universitet.

Nilsson, H., Tunçer, B. och Thidell, Å. (2004) "The use of eco-labeling like initiatives on food products to promote quality assurance—is there enough credibility?", Journal of Cleaner Production , 12(5), 517-526.

Nordhaus, W. D. (1973). "The Allocation of Energy Resources," Brookings Papers on Economic Activity, Vol. 3, s. 529-576.

Nordhaus, W. (2007), "A review of the Stern review of the economics of climate change", Journal of Economic Literature, 45, s 686-702.

Nordhaus W.D. (2008): The perils of the learning model for modeling endogenous technological change" http://nordhaus.econ.yale.edu/documents/LearningPerils_v8.pdf.

Nordhaus, W. D. (2009). The Perils of the Learning Model for Modeling Endogenous Tech-nological Change, Cowles Foundation Discussion Paper No. 1685, Yale University, New Haven.

Nutek. (2008). Vad menas med Cleantech? R 2008:17. Stockholm: Nutek.

OECD (2008a), Climate change mitigation. What do we do?, OECD, Paris.

OECD (2008b), The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for the Future.

OECD, 2009, The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and options for global action beyond 2012, OECD, Paris.

Okereke, C. (2007) "An Exploration of Motivation, Drivers and Barriers to Carbon Management", European Management Journal, 25(6), 475-486.

Ostrom, E., 1990, Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action, Cambridge University Press, Cambridge Ma.

Parry, I. W. H., W. A. Pizer, och C. Fischer (2003). "How Large are the Welfare Gains from Technological

Innovation Induced by Environmental Policies?" Journal of Regulatory Economics, Vol. 23, s. 237-255.

Paulavets, K. och Mont, O. (2008) "Klimatmärkning av mat – vad kan det ge och när ska det ske?" I KliMATfrågan på bordet. Formas fokuserar, Stockholm, 161-172.

Pauwelyn, J. (2007), "US federal climate policy and comeptitiveness concerns: The limits and options of international trade law", NI Working Paper 07-02, Duke University.

Popp, D. (2006) R&D subsidies and climate policy: Is there a "free lunch"?, Climate Change 77, 311-341.

Persson, M. och Sterner, T. (2008), "Konsensus i förändring – Klimatekonomi efter Stern", Ekonomisk Debatt, s 65-81.

Porter M. E: America's Green Strategy, Scientific American, Apr., s. 168, (1991).

Porter M. E. och C. von der Linde: Green and Competitive, Harvard Business Rev., September-October (1995).

Prop. 2005/06:154 Förnybar el med gröna certifikat.

Prop 2008/09:1. Budgetproposition för 2009.

Prop 2009/10:1. Budgetproposition för 2010.

Radetzki, M. (1995). "Elimination of West European Coal Subsidies: Implications for Coal Production and Coal Imports," Energy Policy, Vol. 23, Nr. 6, s. 509-518.

Redclift, M. (2005) "Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age", Sustainable Development, 13, 212–227.

Rockström, J. m fl (2009) "A safe operating space for humanity", Nature, 461, 472-475.

Romm, J. 2005. The Hype about Hydrogen. Washington: Island Press.

Saha, M. & Darnton, G. (2005) "Green Companies or Green Con-panies: Are Companies Really Green, or Are They Pretending to Be?", Business and Society Review, 110(2), 117-157.

Sanne, C. (2007) Keynes barnbarn. Formas, Stockholm.

Sanne, C. (2006) Rekyleffekten och effektivitetsfällan – att jaga sin egen svans i miljöpolitiken. Rapport 5623, Naturvårdsverket.

Schäfer, A., Heywood, J. B. and Weiss, M.A., 2006, "Future fuel cell and internal combustion engine automobile technologies: A 25-year life cycle and fleet impact assessment". Energy Policy 31: 2064–2087.

SFS 2005:1248. Lag om skyldighet att tillhandahålla förnybara drivmedel.

Shogren, J. (2008), "Hearing om klimatpolitikens vetenskapliga grunder", Kommissionen för hållbar utveckling, Finansdepartementet.

SIKA (2007) Statistik: Trafikarbetet i Sverige, miljoner fordonskilometer (http://www.sika-institute.se/Templates/Page.aspx?id=616. Excelfil 2007-03-15).

Smit, T., M. Junginger, och R. Smits (2007). "Technological Learning in Offshore Wind Energy: Different Roles of the Government," Energy Policy, Vol. 35, s. 6431-6444.

Sorrel, S., The rebound Effect:An Assessment of the Evidence for Economy Wide Savings of From Improved Energy-Efficiency, Rapport av The Sussex Energy Group for the Technology and Policy Assessment, UK Energy Research Centre(http://www.ukerc.ac.uk/Downloads/PDF/07/0710ReboundEffect/0710ReboundEffectReport.pdf).

Sorrel, S., Dimitripoulos, J. och Sommerville, M, (2009), "Empirical Estimates of the Rebound Effect: A Review", Energy Policy, 37, 1356-1371.

SOU 2005:51 Bilen, biffen, bostaden. Hållbara laster – smartare konsumtion. Slutbetänkande av

Utredningen om en handlingsplan för hållbar konsumtion – för hushållen. Stockholm.
SOU 2008:24 Svensk Klimatpolitik, (Klimatberedningens betänkande), Stockholm.

Sovacool, B. K., H. H. Lindboe, och O. Odgaard (2008). ”Is the Danish Wind Energy Model Replicable for Other Countries?” The Electricity Journal, Vol. 21, Nr. 2, s. 27-38.

Spence, A.M. (1981): The Learning Curve and Competition, The Bell Journal of Economics, Vol. 12, No.1: 49-70.

Sperling, D & Gordon, D., 2008, Two Billon Cars. Oxford & NY: Oxford University Press.

Statens Energimyndighet. (2009). Tillväxtpotential inom sektorn förnybar energi ER 2009:15. Eskilstuna: Statens energimyndighet.

Stern, N., 2009, A Blueprint for a Safer Planet, London: The Bodly Head.

Stern, N. (2006), The economics of climate change: The Stern review, Cambridge university Press, Cambridge.

Stern, N. (2006) The Stern Review Report on the Economics of Climate Change. HM Treasury. (http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm. Åtkomst 2009-09-29)

Stern, N (2007): Stern Review on the Economics of Climate Change, The Stationery Office Books, London, UK.

Svensk Vindenergi (2008). Med vindkraft i tankarna – Vindkraft i Sverige 2020, Svensk Vindenergi, Stockholm.

Söderholm, P. (2009). Styrmedel för havsbaserad vindkraft, ER 2009:09, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Söderholm, P., och T. Sundqvist (2007). “The Empirical Challenges of Measuring Technology Learning in the Renewable Energy Sector,” Renewable Energy, Vol. 32, Nr. 15, s. 2559-2578.

Teknologirådet (2009): Presentasjon av Plan B – verdiskapning for lavutslippsøkonomien, Oslo.

Tersman, F. (2004) Hur bör du leva? Moralfilosofi från då till nu. Wahlström & Widstrand, Stockholm.

Thaler R. H. och C. R. Sunstein (2008): Nudge, Penguin Books.

Tietenberg, T. (1994) Environmental economics and policy. Harper Collins, New York.

Tinbergen, J. (1952), On the Theory of Economic Policy, Amsterdam, North-Holland.

Tirole J. (1997): The Theory of Industrial Organization, The MIT Press.

UNFCCC (2009): Expert group on Technology Transfer – Five years of work, http://unfccc.int/2860.php.

Wandel, M (1997) “Food labelling from a consumer perspective”, British Food Journal, 97 (6), 212-219.

WCED (Report of the World Commission on Environment and Development) (1987) Our Common Future. Förenta Nationerna.

Vestas. (n.d.). Retrieved 06 22, 2009, from www.vestas.com.

Vindmölleindustrien - Danish wind power industry. (n.d.). Retrieved 06 22, 2009, from www.windpower.org.

von Weizsäcker, E.U., Lovins, A.B. och Lovins, L.H. (1998) Factor Four - Doubling Wealth, Halving Resource Use. Earthscan, London.

WWF (2008) Living Planet Report 2008. WWF International, Gland, Schweiz.

Zwaan B.C.C. van der, R. Gerlagh, G. Klaassen och L. Schrattenholzer (2002), Endogenous technological change in climate change modelling, Energy Economics, 24, s. 1-19.

Under en lång följd av år har utsläppen av växthusgaser stigit med påtagliga klimatförändringar – avsmältning av glaciärer, försvinnande havsis och frekventa värmeböljor – som följd. På global nivå har ledande politiker antagit målet att jordens temperatur inte ska stiga mer än två grader. Det innebär att OECD-länderna måste sänka sina utsläpp av växthusgaser med minst 50 procent till 2050. Men hur ska en global och nationell klimatpolitik utformas för att nå detta mål?

I den första Swedish Economic Forum-rapporten, *Entreprenörskap och innovationer för hållbar utveckling*, hävdas att en global satsning på teknisk utveckling och innovation måste vara en integrerad del i kampen mot en fortsatt global uppvärmning. Det finns inga kostnads- eller osäkerhetsskäl att avstå från åtgärder idag som på sikt kan stabilisera klimatet. Det räcker dock inte med ett nytt och något striktare Kyotoavtal för att världen ska kunna frigöra sig från ett fossilberoende.

Oavsett hur förhandlingarna vid klimatmötet i Köpenhamn slutar så kommer frågan att leva vidare under många decennier framåt. I rapporten presenteras ett flertal konkreta ekonomisk-politiska policyförslag som skulle kunna utgöra stommen i en global strategi för teknik- och innovationssatsningar för att bemöta klimathotet.

Författarna bakom Swedish Economic Forum Report 2009 är Christian Berggren, Linköpings universitet, Karl Johan Bonnedahl, Handelshögskolan vid Umeå universitet, Pontus Braunerhjelm (red.) Entreprenörskapsforum, Jessica Eriksson, Handelshögskolan vid Umeå universitet, Mads Greaker, Statisk Sentralbyrå, Norge, och Göteborgs universitet, Michael Hoel, Oslo universitet, Fredrik Lagergren, KTH Executive School, och Patrik Söderholm, Luleå tekniska universitet.

WWW.ENTREPRENORSKAPSFORUM.SE