

Metoder til samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi

Malene Sand Jespersen, Anette Gudum, Jes Jessen,
Mads Paabøl Jensen, Dorte Vigsøe, Anne Ohm &
Jørgen Jordal-Jørgensen

COWI A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

| | |
|--|------------|
| FORORD | 5 |
| SAMMENFATNING | 7 |
| FORMÅL OG METODE | 7 |
| BEHOVET FOR BREDERE VURDERINGER | 8 |
| FORBEHOLD | 11 |
| KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER | 12 |
| SUMMARY | 13 |
| STUDY OBJECTIVE AND METHODOLOGY | 13 |
| THE NEED FOR BROADER ASSESSMENTS | 14 |
| CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS | 16 |
| 1 INDLEDNING | 17 |
| 1.1 BAGGRUND | 17 |
| 1.2 FORMÅL OG METODE | 17 |
| 1.3 RAPPORTINDHOLD | 19 |
| 2 METODEDETILGANG | 20 |
| 2.1 FORMÅL OG AFGRÆNSNING | 20 |
| 2.2 VURDERING AF NY TEKNOLOGI | 21 |
| 2.3 SCENARIER | 23 |
| 2.4 TIDSHORISONT | 23 |
| 2.5 PROCES OG AKTØRINVOLVERING | 28 |
| 3 DEN SAMFUNDSØKONOMISKE ANALYSE | 31 |
| 3.1 INTRODUKTION | 31 |
| 3.2 GEVINSTER | 31 |
| 3.3 OMKOSTNINGER | 34 |
| 4 BREDERE SAMFUNDSMÆSSIGE ASPEKTER | 37 |
| 4.1 HVORFOR ER DEN SAMFUNDSØKONOMISKE ANALYSE IKKE TILSTRÆKKELIG? | 37 |
| 4.2 TILGANG INSPIRERET AF IMPACT ASSESSMENT | 39 |
| 4.3 EKSEMPLER PÅ EFFEKTER | 39 |
| 4.4 TEKNOLOGISK INNOVATION | 43 |
| BILAG 1: HISTORIEN OM VINDMØLLERNE | 45 |
| BILAG 2: CASES | 55 |
| CASE 1: PARTIKELFILTRE TIL TUNGE KØRETØJER | 57 |
| CASE 2: GYLLESEPARERINGSTEKNOLOGI | 71 |
| CASE 3: ALTERNATIV TIL PHTHALATER | 89 |
| CASE 4: BIODIESEL | 101 |
| BILAG 3: VIRKEMIDLER OG TEKNOLOGIUDVIKLING | 121 |

Forord

Denne rapport beskriver resultaterne af et projekt, COWI har gennemført for Miljøstyrelsen i perioden fra november til december 2005. Projektets formål har været at analysere cost-benefit metodens anvendelighed og relevans ved vurdering af miljøeffektive teknologier, som endnu ikke er fuldt markedsmodnede.

Projektet er blevet gennemført af en arbejdsgruppe i COWI med deltagelse af økonomerne Anette Gudum, Jes Jessen, Mads Paabøl Jensen, Dorte Vigsø, Anne Ohm og Jørgen Jordal-Jørgensen samt projektleder Malene Sand Jespersen.

Sammenfatning

Formål og metode

I de senere år er der i miljøindsatsen kommet yderligere fokus på mulighederne for at anvende potentialerne i markedskræfterne og den teknologiske udvikling i løsningen af miljøproblemerne. Dette åbner samtidig mulighed for, at den miljøeffektive teknologi kan bidrage til innovation, økonomisk vækst og beskæftigelse.

Miljøstyrelsen har ønsket en belysning af muligheder og begrænsninger i anvendelsen af den samfundsøkonomiske analysemetode til at vurdere effekterne af miljøeffektive teknologier, samt forslag til på hvilke områder der måtte være behov for at supplere med andre vurderingsmetoder, når der skal tilvejebringes et anvendeligt beslutningsgrundlag for så vidt angår miljøeffektiv teknologi.

Formålet med opgaven har således været at afsøge den samfundsøkonomiske metodes anvendelighed og eventuelle begrænsninger, når man ønsker at belyse de samfundsmæssige implikationer af innovation af miljøeffektiv teknologi. Tanken er, at studiets resultater vil kunne spille ind i Miljøstyrelsens videre overvejelser omkring udformningen af samfundsøkonomiske analyser på dette og beslægtede områder.

Metoden afprøves på fire cases, som udarbejdes sideløbende med metodeudviklingen. Formålet er, gennem en praktisk afprøvning, at identificere de væsentligste elementer, problemer og mulige løsninger, samt at vurdere hvordan man i praksis kan opføre de enkelte elementer. Det skal understreges, at det **ikke** er emnet for denne rapport at foretage en samfundsmæssig vurdering af de pågældende cases, og at gennemgangen af casene **ikke** kan vurderes selvstændigt med hensyn til hverken datagrundlag, analyse eller konklusioner. Det skal endvidere bemærkes, at metoden belyser de samfundsmæssige effekter af miljøeffektiv teknologi som sådan og **ikke** tiltag, projekter eller virkemidler til at realisere en given udvikling.

De miljøeffektive teknologier vil i sagens natur ofte være teknologier som endnu er på idé stadiet, under udvikling eller kun lige netop kommet på markedet. Dette har blandt andet implikationer for datagrundlaget, som ofte på område er særligt usikre.

Opgaven er blevet løst i løbet af en relativ kort tidsperiode (godt en kalendermåned) og er derfor blevet løst gennem tre sideløbende processer, nemlig:

- Afdækning af metodemæssige udfordringer og mulige løsningsmodeller
- Udarbejdelse af række specifikke analyser på udvalgte cases:
 - Gylleseparering
 - Partikelfiltre
 - Phthalaterstatning
 - Biobrændsler
- Ex-post erfaringsopsamling på den danske vindmølleindustri

De fire cases er valgt ud fra nogle screeningskriterier, hvori der har indgået både faglige kriterier såsom f.eks. at teknologierne repræsenterer forskellige grader af innovation, men også til hvilken grad der, i lyset af den korte tidshorisont, kunne tilvejebringes data til analysen.

Behovet for bredere vurderinger

Den samfundsøkonomiske analysetilgang har fordele og ulemper, som principielt er de samme, uanset analyseobjektet. Såvel forbehold som afgrænsning rejser en række vigtige spørgsmål og problemstillinger i relation til gennemførelsen af en samfundsøkonomisk analyse af miljøeffektiv teknologi. Det drejer primært om:

- Fastlæggelse af omkostninger for ny teknologi
- Scenarier, herunder tidshorisont og vurdering af potentiale
- Fokus på proces og aktørinvolvering

Den samfundsøkonomiske analyse hviler på en række centrale antagelser, heriblandt forudsætningen om **kendt teknologi**. Med andre ord er det en grundlæggende antagelse, at teknologier og omkostninger er kendte, idet dette ligger til grund for udbudsfunktionen og anvendelsen af teorien om prisdannelse. Med miljøeffektiv teknologi er dette ofte ikke tilfældet, fordi der er tale om teknologi, som er under udvikling eller udbredelse, og hvor omkostningerne (og de specifikke produktkarakteristika) i den fuldt udviklede situation ikke kendes. Gennemgangen af casene har vist, at dette kan have afgørende betydning for beregningen af det samfundsøkonomiske resultat.

I forlængelse heraf er det, gennem casene, blevet illustreret, at opstilling af **scenarier** er en meget central og kritisk opgave ved vurdering af miljøeffektiv teknologi. Den normale procedure ved en samfundsøkonomisk vurdering er at opstille et basisscenario og et eller flere analysescenarier og derefter vurdere, hvilke effekter analysescenarierne medfører i forhold til basisscenariet, samt så vidt muligt kvantificere og værdisætte disse effekter.

Når miljøeffektiv teknologi skal vurderes, er der imidlertid ikke alene mange mulige analysescenarier, men også mange mulige basisscenarier. Det vil nemlig ofte være vanskeligt at vurdere, hvilken situation der vil være gældende **uden** den miljøeffektive teknologi, herunder også om den pågældende teknologi er, eller vil være, under udvikling og eventuelt støttes på forskellig måde i udlandet, og dermed om den vil være tilgængelig under alle omstændigheder.

Fastsættelse af diskonteringsrenten har generelt ofte stor betydning ved vurderinger på miljøområdet, fordi miljøeffekterne ofte først optræder længere ude i fremtiden. Ved vurdering af miljøeffektiv teknologi er denne

problemstilling yderligere accentueret, fordi effekterne og deres kronologiske forløb ikke er fuldt kendte, og der dermed føjes yderligere et usikkerhedselement til vurderingen. En stor del af effekterne kan falde langt ude i fremtiden, og der bør derfor fastlægges en tilstrækkelig lang *tidshorisont* til, at et rimeligt omfang af effekterne medregnes.

Gennemgangen af casene har endvidere vist, at vurderingen af potentialet for den miljøeffektive teknologi kan være kompleks. Da teknologien ikke kendes fuldt ud, vil der være stor usikkerhed om både det tekniske potentiale - dvs. det potentiale som er teknisk muligt - og det realiserbare potentiale, da både substitutionsmuligheder og efterspørgselsvilkår er vanskelige at etablere. Potentialets størrelse vil ofte være afgørende for den samlede økonomiske vurdering, som derfor er tilsvarende usikker og bør belyses ved brug af brede intervaller.

Dertil kommer, at udviklingen af ny teknologi i Danmark kan have betydning for miljøet i både Danmark og udlandet. En rettidig udvikling af dansk miljøteknologi kan udover miljøgevinster for Danmark medføre miljøgevinster i udlandet tillige med forbedrede eksportmuligheder for danske virksomheder. (Omvendt kan miljøteknologi, der udvikles i udlandet, have miljøimplikationer for Danmark, både direkte f.eks. i form af forbedret luftkvalitet, og indirekte ved import af produkter med fordelagtige miljøegenskaber). Det er ikke muligt umiddelbart at inddrage internationale miljøgevinster i den samfundsøkonomiske analyse, da der her forudsættes kongruens mellem omkostninger og benefits, dvs. at omkostninger og benefits skal vedrøre samme befolkningsgruppe.

Den samfundsøkonomiske analyseramme er partiel, hvorfor en række afledte effekter på andre dele af økonomien ikke indgår. Der kan eksempelvis være tale om beskæftigelseseffekter eller det, at en øget produktion i en sektor fortrænger produktion i andre sektorer, der så igen får betydning for atter andre sektorer. Såfremt disse effekter er betydelige, bør der ikke anvendes en partiel tilgang, men derimod generelle ligevægtsmodeller eller makroøkonomiske modeller.

Der er således en række metodemæssige og praktiske problemstillinger forbundet med udførelse af cost-benefit analyser på så mangelfuldt et informationsgrundlag, som ofte vil gælde ved vurdering af miljøeffektive teknologier, hvilket resulterer i store usikkerheder og manglende kvantificering og værdisætning af en stor del af effekterne.

Endelig kan der være tale om effekter af en mere subjektiv karakter. Der er således et stort antal mulige fordelingsmæssige effekter. Bestemmelsen af, hvilke af disse, der er væsentlige og som bør analyseres vil i høj grad være specifik for det enkelte tilfælde og basere sig på en subjektiv (politisk) vurdering. Denne observation gælder naturligvis for enhver samfundsmæssig vurdering, men kan siges at være af speciel relevans her, fordi analysen som følge af dens emne må foretages på så usikkert et datagrundlag, som tilfældet vil være. Den erhvervsøkonomiske analyseramme er et godt metodemæssigt udgangspunkt. I tilgift bør det altid overvejes, om der er andre forhold af væsentlig betydning for analysens anvendelse som indspil til et beslutningsgrundlag, som bør analyseres.

I den samfundsøkonomiske analyse vil der normalt altid være behov for at inddrage aktørsiden, blandt andet for at sikre en grundig belysning af data og

forudsætninger. Ved analyse af miljøeffektiv teknologi er dette ekstra vigtigt på grund af særligt markante usikkerheder omkring blandt andet den tidsmæssige dimension, udviklingsomkostninger, prisdannelse, omkostningsudvikling, efterspørgsel, fremtidige konkurrenceforhold og markeder, og som følge af relevansen af at se på bredere effekter som beskrevet ovenfor. I EU er der udviklet en metode, den såkaldte Impact Assessment (IA), som kan danne inspiration med hensyn til at inddrage sådanne forhold. Udgangspunktet er en cost-benefit tankegang, men der lægges også vægt på de underliggende bruttoeffekter og andre politisk vigtige forhold såsom sociale hensyn, konkurrenceevne og effekter på andre lande, sammenfattet som økonomiske, miljømæssige og sociale forhold. Metoden integrerer den substantielle metode med den anvendte proces, hvor proceselementet skal tjene til at sikre transparens gennem processen.

I tabellen nedenfor er de væsentligste problemstillinger ved den traditionelle samfundsøkonomiske analyseramme illustreret sammen med måden, hvorpå disse problemer anbefales løst.

Tabel 1: De væsentligste problemstillinger ved den samfundsøkonomiske analyse samt anbefalet løsningsmodel

| Problemstillinger | Løsningsmodel |
|---|---|
| Anvendelse af samfundsøkonomisk analyse på et område med store usikkerheder | Der laves "brede" scenarieberegninger suppleret med følsomhedsanalyse af centrale usikre parametre |
| Problemer med kvantificering og værdisætning af en række effekter | Cost-benefit analysens kvantitative resultat bør altid suppleres med kvalitativ beskrivelse af ikke-kvantificerede effekter. Der bør gives høj prioritet til dette. |
| Der tages ikke højde for fordelingen af effekterne | En cost-benefit analyse kan udvides med en budgetøkonomisk fordelingsanalyse, som er en del af den partielle samfundsøkonomiske analyseramme. |
| Afledte effekter på andre dele af økonomien udelades | Hvis disse er væsentlige, er den partielle samfundsøkonomiske analyseramme ikke tilstrækkelig. Her bør eksempelvis en generel ligevægtsmodel anvendes som analyseværktøj. |
| En række effekter af politisk interesse udelades grundet deres subjektive karakter | Disse effekter kan analyseres, men ikke direkte sammenlignes med resultatet fra den samfundsøkonomiske analyse. Tilgangen til denne vurdering kan eksempelvis tage udgangspunkt i EU's impact assessment tilgang |

De første to rækker omhandler problemstillinger, der principielt kan løses inden for den traditionelle samfundsøkonomiske analyseramme uden større problemer.

Problemstillingen omkring fordelingsmæssige konsekvenser kan løses ved at supplere den nationale samfundsøkonomiske analyse med budgetøkonomiske overvejelser af, hvordan disse effekter fordeler sig på samfundsgrupper. Dette kræver ekstra information, idet der i den nationale analyse ses bort fra effekter, der "netter ud" mellem samfundets borgere. Den fordelingsmæssige analyse vil

normalt omhandle forholdsvis aggregerede samfundsgrupper, som f.eks. forbrugere, producenter og stat, men kan i princippet laves på et yderligere disaggregeret niveau, hvilket dog så igen vil kræve yderligere information.

Problemstillingen omkring afledte effekter bør, som tidligere nævnt, løses ved valg af alternativ analysetilgang, såfremt disse effekter vurderes at være væsentlige. Der kan inden for den partielle analyseramme dog medtages udvalgte afledte effekter af 2. orden, men dette giver naturligvis ikke det fulde billede af de totale afledte effekter, som en generel ligevægts- eller makroøkonomisk model vil give. Dette er især relevant, når der er fokus på emner som økonomisk vækst, beskæftigelse og lignende.

De bredere samfundsmæssige effekter bør behandles sideordnet med den samfundøkonomiske analyse, uden at resultaterne fra de to analyser dog umiddelbart vil kunne sammenlignes. Et analysekoncept, der består af disse to komponenter betegnes her "samfundsmæssig vurdering".

Gennemgangen af de fire cases har vist, at det er afgørende for analysen og den metode der skal anvendes, på hvilket stadie af den teknologiske udvikling det givne produkt befinder sig. Det har således betydning både for tilgængeligheden af informationer og for graden af sikkerhed, hvormed størrelsen af omkostninger og markedspotentiale kan vurderes.

De forskellige stadier i modningen af teknologisk innovation - fra idé til færdigt og markedsmodnet produkt - er således centrale for at forstå og vurdere miljøeffektiv teknologisk samfundsmæssig betydning. Det kunne derfor overvejes at inddrage aspekter af innovationsteori til at vurdere de samfundsmæssige implikationer af teknologisk innovation inden for det miljøteknologiske område. Innovationsteorien omhandler rammebetingelser og drivere for teknologisk innovation. I innovationsprocessen sker udviklingen i et samspil mellem en række **centrale faktorer** og det **kronologiske** aspekt. Det betyder, at for at et produkt kan modnes til markedet, skal ikke alene en række faktorer som f.eks. innovationsgrad, omkostningsstruktur og markedsføring, indgå i rette dosering, men de skal også times på den rigtige måde.

I forhold til miljøeffektive teknologier kan det således have stor betydning at vurdere, på hvilket stadium i "kronologien", den pågældende teknologi befinder sig, og i hvilken "sfære" barriererne for markedsgennemtrængning måtte befinde sig. Gennemgangen af casene illustrerer netop, at graden af modenhed af teknologien spiller en meget stor rolle for mulighederne for at vurdere både omkostnings- og gevinstsiden. En systematisk vurdering af den miljøeffektive teknologiske stadiet med hensyn til faktorer og kronologi kunne således synes at være nødvendig baggrundsviden, før en samfundsmæssig endelig samfundøkonomisk vurdering kan foretages.

Forbehold

Med hensyn til de gennemførte cases samt erfaringsopsamlingen vedrørende vindmølleindustrien skal det understreges, at de alene har haft til formål at kaste lys over praktiske og operationelle aspekter af metoden, herunder også dens praktiske gennemførelse samt relevansen af de typer af resultater, som anvendelsen af metoden kan generere.

Det skal således understreges, at de gennemførte cases alene er **illustrative** i forhold til metodens relevans og gennemførlighed. De gennemførte

beregninger, de foretagne antagelser og de etablerede scenarier er baseret på et relativt knapt datagrundlag og uden de substantielle interessentkonsultationer, der vil være en integreret del af en decideret samfundsmæssig analyse. Derfor kan casene ikke bruges til at konkludere omkring perspektiver og muligheder for de enkelte teknologier - da en mere gennemgribende analyse- og konsultationsproces ikke alene vil kunne tilvejebringe mere detaljerede og verificerede resultater, men også vil kunne resultere i data og viden, der vil kunne ændre substantielt i konklusionerne.

Konklusioner og anbefalinger

Inden for rammerne af det relativt snævre projekt, som her er gennemført, kan det konkluderes, at den samfundsøkonomiske vurdering med fordel kan danne i udgangspunkt for vurderinger af miljøeffektiv teknologi, da metoden repræsenterer en systematisk og teoretisk velfunderet tilgang til vurdering af samfundsmæssige udviklinger.

Fordi den miljøeffektive teknologi imidlertid er mindre velbeskrevet og kendt med hensyn til omkostningsstruktur, markedspotentiale, markedsforskel og rammebetingelser vil der imidlertid ofte være behov for at udvide vurderingerne med bredere analyser. Den centrale forudsætning for den samfundsøkonomiske analyse om kendt teknologi er således ikke opfyldt, hvilket gør pris- og omkostningsforudsætninger meget usikre. Der må derfor, ved en samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi, lægges særlig stor vægt på at belyse udviklingsalternativer med forskellige scenarier og at integrere følsomhedsanalyser fuldt ud i beslutningsgrundlaget.

Der kan desuden peges på mulighederne for at supplere metoden med f.eks. landvindinger inden for innovationsteori, som sætter fokus på de økonomiske, sociale og kulturelle faktorer af betydning for gennemslag af ny teknologi og på den kronologi, som disse faktorer må optræde i, for at der opnås succes. En systematisk vurdering af den miljøeffektive teknologis stade med hensyn til faktorer og kronologi kunne således indgå som nødvendig baggrundsviden ved en samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi.

På markeder, hvor der optræder eksterne omkostninger som ikke er internaliserede via afgifter, skal man endvidere være opmærksom på, at prisdannelsen på markedet kan fungere som en adgangsbarriere for miljøeffektiv teknologi. Hvis markedet reguleres, således at de miljøeffektive teknologier kan konkurrere på lige vilkår, vil der i nogle tilfælde være mulighed for at opnå stordriftsfordele, som reducerer omkostningerne. Dette vil således påvirke den samfundsøkonomiske fordelagtighed.

I det omfang mere "subjektive" eller politiske synsvinkler af miljøeffektiv teknologi ønskes belyst bliver det væsentligt at sikre en åben og partcipatorisk proces. Det er altid væsentligt at inddrage aktørsiden i en samfundsøkonomisk vurdering, men dette bliver yderligere vigtigt ved analyse af miljøeffektiv teknologi, dels på grund af de særligt markante usikkerheder, dels under hensyn til at belyse subjektive eller politiske forhold, hvor kravene til transparens gennem hele processen vil være større, hvis analyseresultaterne skal anvendes i en bredere kreds. EU's Impact Assessment metode, der integrerer substans og proces i en samlet analyse, kan her tjene til inspiration.

Summary

Study objective and methodology

This study provides a first attempt to analyze the merits and constraints of the traditional Cost Benefit Assessment (CBA) methodology in regard to providing useful and relevant assessments of environmentally efficient technologies. The study also provides recommendations on the possible supplementary use of other additional methods in order for such analyses to produce a sound basis for decision-making in regard to innovation in and promotion of environmentally efficient technologies. It is the intention that the results of this study will feed into the Agency's further considerations in regarding to defining the appropriate methods to put in place in regard to this issue.

The methodological analysis builds on theory as well as on the lessons learned from four case studies. The case studies have been carried out simultaneously with the assessment and development of the relevant methodology. The case studies build on factual observations but are nevertheless of a very hypothetical nature. The main purpose of the case studies has been to provide a testing ground for the methodological recommendations and observations. Hence, the case studies have provided inputs and feedback into the methodological considerations. The case studies cannot therefore be reviewed independently from the methodological exercise. Further, it should be stressed that this study considers economic and societal implications of the environmentally efficient technologies per se, and hence, it does not consider the means by which to bring such technologies about such as projects, programs, policies or other interventions.

The study was launched by the Danish Environmental Protection Agency in November 2005 and was completed one month later. Given the short period of time, the assignment consisted in three parallel processes, viz.:

- Mapping of the methodological challenges and possible solutions
- Specific analyses of selected cases:
 - Manure separation
 - particle filters
 - substitutes for phthalates
 - biofuels
- Ex post review of the experience from the development of the Danish windmill industry

The above cases were selected on the basis of pre-defined selection criteria to ensure, among other things that the selected cases represent different levels of innovation and that sufficient data can be provided within the short time horizon.

It should be underlined that the sole purpose of the cases has been to support the methodological analyses in terms of illustrating whether the method can be de facto applied and whether the results obtained are sound, relevant and

applicable. The cases have thus served a purely illustrative purpose, and their assumptions and scenarios are based on a relatively weak set of data and information, and in the absence of the stakeholder consultations that would normally constitute an integral and important part of the exercise. The case studies cannot and should not be used to derive any conclusions whatsoever with regard to the perspectives and opportunities of the technologies in question - a more thorough and stakeholder based analysis would not only provide more detailed and verified results, but could very well result in the provision of data and knowledge that could change the directions of the conclusions.

The need for broader assessments

The CBA methodology has its merits and constraints which are unaffected, in principle, by the issue under consideration. In regard to assessing environmentally efficient technologies, the following issues have been identified to be of particular importance:

- The determination of the costs of the new technology
- The definition of scenarios including the determination of the relevant time horizon and of the potentials of the technology
- The need to provide a process that facilitates strong stakeholder involvement

Cost benefit assessments rest on a number of crucial assumptions including the assumption of known technology. In other words, it is a basic assumption that technologies and their costs are well known. This provides for the construction of the supply curve and the consequent determination of prices. In regard to the development of environmentally efficient technologies, this condition is often not fulfilled because the technology in question is not yet fully developed or fully matured. This implies that the costs as well as the specific product features are not known at the time of carrying out the analysis. The case studies have shown that the failure to comply with the basic condition can have a significant impact on the CBA calculations.

Partly related to this, the case studies have also shown that the establishment of *scenarios* is a very critical task when attempting to perform economic analyses of innovation in environmentally efficient technologies. Normally, one establishes a base scenario and one or more analytical, or alternative, scenarios, and the assessments consist of comparing the base scenario with the alternative. However, in the case of environmentally efficient technologies, there are not only many possible alternative scenarios, but also a range of possible base scenarios. The latter follows from the fact that it is often very difficult to establish the situation that would prevail in the absence of the technology in question.

Another crucial decision relates to the discount rate to be used. Typically, this rate has a significant impact on the result in regard to environment, because the benefits materialize over a long time horizon. The issue of environmentally efficient technologies further accentuates the importance of this, because the effects and their distribution over time are highly uncertain, which in turn adds further to the uncertainty of the analysis.

The cases have also shown that the assessment of the potentials of the technology can be a fairly complex exercise. This relates to the technical potential (the full potential) as well as to the possible (likely to be realized) potential. The complexity arises among other things because of the lack of knowledge about the opportunities for substitution. Again, this adds to the uncertainty of the analyses and it calls for estimates being formulated as intervals rather than exact figures.

In addition, the development of new technology in Denmark can have effects that extend beyond the Danish border. A well timed development of environmental technology in Denmark can thus involve environmental benefits not only in Denmark, but also abroad and present good export opportunities to Danish industry. Similarly, the development of such technologies abroad can impact upon Denmark. It is not immediately possible to include international environmental benefits into the economic analysis, because the method assumes correspondence between costs and benefits - i.e. the costs and the benefits must apply to the same population.

There are thus a number of methodological and practical challenges and problems involved in the conduct of cost-benefit analyses to assess environmentally efficient technologies. The level of information and knowledge is low which leads to substantial uncertainties and a lack of quantification and valuation of many of the effects.

In addition, one should note that there may also be relevant effects that are of a more "subjective" nature such as for example distributional implications. To a large extent, the determination of whether such effects should be taken into account will be case-specific and based upon a subjective or political judgment. This observation applies of course to any economic assessment, but one may argue that it is of particular relevance in this case because of the many uncertainties that are involved. A regional methodological approach could in some cases constitute a good means by which to approach this.

Stakeholder consultations are typically an integral part of producing analyses that support policy making. Among other things, this serves to provide a solid and well-founded basis with regard to data and assumptions. In this present context, this issue becomes particularly critical because of the many important and critical uncertainties, and because more subjective issues can prove to be politically important. The Impact Assessment methodology developed and used by the European Commission is a good source of inspiration in this regard. The impact assessment methodology bases itself on a CBA approach, but emphasizes also the relevance of unfolding many of the underlying gross effects such as social impacts, effects on competition and employment, and effects on other countries. Further, the impact assessment methodology explicitly considers the appropriate consultation processes to accompany the analyses.

The cases have shed light on the need to pay attention to the level of the development of the technology in question. Thus, this will affect the availability of sound and relevant information and the level of uncertainty of the estimates of costs and market potentials. It is thus critical to appreciate the different levels of technological innovation - from idea to a fully matured product. Innovation theory considers such relevant aspects as framework conditions, drivers for innovation and the process of innovation which involves a range of key factors (level of innovation, cost structures, marketing

etc.) as well as the pure chronological aspect. A successful move from idea to fully matured products thus involves not only the appropriate blend of the different critical factors, but also a right timing. In regard to the object for this study, it can thus provide good value-added to integrate innovation theory more into the analytical approach - for example to use innovation theory prior to the economic analysis in order to properly define the technology in regard to the both the critical factors and the chronology.

Conclusions and recommendations

The CBA methodology constitutes a strong starting point for assessments of environmentally efficient technologies. Not least, because the method provides for a systematic and theoretically well-founded approach. However, environmentally efficient, and not yet matured, technologies, are typically less well described and characterized by lack of sufficient knowledge with regard to cost structures, market potentials, market conditions and framework conditions. In the light of this, a broadening of the CBA method can substantially add to the relevance and applicability of the results. Thus, the fact that the basic assumption of the CBA of known technologies is not complied with calls for a careful assessment that considers different possible scenarios and which integrates sensitivity analyses explicitly into the resulting outputs. Further, innovation theory can bring about good insights as well with regard to defining the stage of the technology in question. In this regard, one should also be aware of it that if the relevant markets are characterized by a lack of internalization of the external costs, price formation in the market can constitute an important barrier for the technology to penetrate the market. It will not be possible for the technology to obtain a price that justifies its costs, because the environmental gains that the technology can bring about are not priced in the market.

To the extent that more subjective effects are considered important, such as distributional implications, it becomes even more important to provide for an open and participatory stakeholder process. Another issue that accentuates this importance is the many uncertainties of the analysis, and where stakeholder consultations can provide for more and broadly founded bases for addressing these uncertainties. The EU Impact Assessment method is one such method that integrates substance and process into one analytical framework.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Udviklingen af miljøeffektiv teknologi kan medvirke til løsningen af nationale og internationale miljøproblemer og vil typisk være begrundet i anerkendelsen af et miljøproblem hos offentligheden, specifikke aktører og/eller beslutningstagere. En sådan udvikling kan fremmes gennem politiske tiltag, såsom sikring af gode rammebetingelser for innovation og udvikling, subsidier og regulering og aftaler. Politiske virkemidler gør det imidlertid ikke alene. Virksomheder og borgere er også centrale selvstændige spillere i udviklingen frem mod en modnet miljøeffektiv teknologi.

Denne rapport har til formål at afdække metodemæssige muligheder og udfordringer, når man ønsker at vurdere de samfundsmæssige effekter af miljøeffektive teknologier på forskellige, endnu ikke fuldt modnede, udviklingsstadier¹. Den gængse samfundsøkonomiske analysemetode, cost-benefit metoden, udgør en konsistent og velafgrænset ramme for sådanne analyser og har været det metodemæssige udgangspunkt for det arbejde, der er afleveret i denne rapport.

1.2 Formål og metode

Formålet med opgaven har været at afsøge den samfundsøkonomiske metodes anvendelighed og eventuelle begrænsninger, når man ønsker at belyse de samfundsmæssige implikationer af innovation af miljøeffektiv teknologi. Studiet har således primært til formål at afdække metodemæssige udfordringer og løsninger i henhold til den samfundsmæssige vurdering af miljøeffektiv teknologi². Tanken er, at studiets resultater dermed vil kunne spille ind i Miljøstyrelsens fremtidige overvejelser omkring udformningen af samfundsøkonomiske analyser på dette og beslægtede områder.

Det skal bemærkes, at metoden skal tjene til at belyse de samfundsmæssige effekter af miljøeffektiv teknologi. Genstanden for analysen er således den miljøeffektive teknologi og ikke tiltag, projekter eller virkemidler. Metoden stiler således ikke mod at belyse, hvordan forskellige virkemidler ville virke i relation til at løse eller adressere et givent samfundsmæssigt problem.

Det skal også bemærkes, at de interessante og relevante miljøeffektive teknologier, som ønskes vurderet, som oftest vil være teknologier som endnu er på idé-stadiet, under udvikling eller kun lige netop kommet på markedet.

¹ Altså anvendes der grundlæggende en "ex-ante" betragtning og ikke en "ex-post"

² Opgaven havde oprindeligt følgende overskrift: "Miljøøkonomisk analyse af forslag til initiativer til at fremme miljøeffektiv teknologi". Som beskrevet i inception note (November 2005) har Miljøstyrelsens formulering af opgaven imidlertid taget en drejning i retning af snarere at rette sig mod vurderingen af de miljøeffektive teknologier som sådan, samtidig med at der er åbnet op for en bredere tilgang end den, der ligger i den samfundsøkonomiske analyse, såfremt dette viser sig relevant.

Det betyder, at der ofte vil være tale om ikke-kendte teknologier eller i hvert fald om endnu ikke fuldt markedsmodnede teknologier.

Opgaven er blevet løst i løbet af en relativ kort tidsperiode (godt en kalendermåned) og er derfor blevet løst gennem tre sideløbende processer, nemlig:

- Afdækning af metodemæssige udfordringer og løsningsmodeller
- Udarbejdelse af række specifikke analyser på udvalgte cases:
 - Gylleseparering
 - Partikelfiltre
 - Phthalaterstatning
 - Biobrændsler
- Ex-post erfaringsopsamling på den danske vindmølleindustri

Således har der først, i samarbejde med Miljøstyrelsen, været fokuseret på at skitsere hovedelementerne i analysen samt at udvælge emner for casene. Dernæst har kræfterne i en periode været koncentreret omkring udarbejdelsen af casene og erfaringsopsamlingen på vindmøller. Endelig har den afsluttende fase haft til formål at bringe væsentlige erfaringer fra casene ind i de endelige metodeovervejelser.

Med hensyn til teknologisk innovation kan der skelnes mellem forskellige stadier i modningen af teknologien, fra idé til færdigt og markedsmodnet produkt. De nævnte cases befinder sig på forskellige stadier i forhold hertil. For eksempel er partikelfiltrene tæt på at være klare som produkter, mens gylleseparering vurderes at befinde sig i stadiet mellem innovation og produkt. For så vidt angår vindmølleindustrien er det en ex-post analyse af en sektor, der har været igennem hele processen og har nået en fuld markedsmodning.

Opgavens hovedresultat er nærværende rapport om metodemæssige valg og udfordringer ved samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi. De gennemførte cases samt erfaringsopsamlingen vedrørende vindmølleindustrien har alene haft til formål at kaste lys over praktiske og operationelle aspekter af metoden, herunder også dens praktiske gennemførelse samt relevansen af de typer af resultater, som anvendelsen af metoden kan genere. Det skal således understreges, at de gennemførte cases alene er *illustrative* i forhold til metodens relevans og gennemførlighed. Deres detaljeringniveau og hastige udarbejdelse muliggør ikke en brug af resultaterne i selvstændig form³.

Casene er således produkter, der er skabt i processen, og de gennemførte beregninger, de foretagne antagelser og de etablerede scenarier er baseret på et relativt knapt datagrundlag og uden de substantielle interessante konsultationer, der vil være en integreret del af en decideret samfundsmæssig analyse. Derfor kan casene ikke bruges til at konkludere omkring perspektiver og muligheder i de enkelte teknologier - da en mere gennemgribende analyse- og konsultationsproces ikke alene vil kunne tilvejebringe mere detaljerede og verificerede resultater, men også vil kunne resultere i data og viden, der vil kunne ændre substantielt i konklusionerne.

³ En gennemgribende analyse af den enkelte teknologi ville dels kræve langt mere omfattende dataindsamlinger end der har været tale om her, og dels, og måske allervigtigst, en høj grad af aktørinvolvering, hvilket ikke har været muligt indenfor rammerne af nærværende opgave.

1.3 Rapportindhold

Denne rapport beskriver resultaterne af det ovenfor skitserede arbejde, og er struktureret som følger:

- Kapitel 2 forholder sig først til selve formålet og afgrænsningen af den opgave, som nærværende studium har skullet løse. I forlængelse heraf diskuteres en række centrale problemstillinger, som brugen af den samfundsøkonomiske cost-benefit tankegang rejser, og som vurderes at være af specifik relevans i denne sammenhæng.
- Kapitel 3 beskriver de specielle udfordringer som den samfundsøkonomiske metode giver anledning til i den givne kontekst og giver idéer og anbefalinger til, hvordan disse kan imødegås.
- Kapitel 4 motiverer, hvorfor der vil være behov for at tilvejebringe og analysere yderligere information end det, der umiddelbart ligger i den samfundsøkonomiske analyse.

Det skal bemærkes, at nærværende rapport ikke er en gennemgribende gennemgang af alle aspekter af den samfundsøkonomiske analyse. Fokus er primært på de elementer, som vurderes at være specielt vigtige eller problematiske i den her givne sammenhæng. Ligeledes skal det bemærkes, at nærværende rapport ikke præsenterer endelige og konsoliderede anbefalinger, men alene konklusionerne og ideerne fra den her gennemførte analyse, som så forhåbentlig kan indgå i et fremtidigt bredere forankret arbejde med problemstillingen.

I Bilag 1 præsenteres erfaringsopsamlingen med hensyn til vindmølleindustrien. De enkelte cases er vedlagt i Bilag 2, og endelig indeholder Bilag 3 en diskussion af sammenhængen mellem virkemidler og teknologiudvikling.

2 Metodetilgang

Dette kapitel beskriver først formålet og afgrænsningen med nærværende opgave. Såvel formål som afgrænsning rejser en række vigtige spørgsmål og problemstillinger i relation til gennemførelsen af en samfundsøkonomisk analyse. Den resterende del af dette kapitel beskriver og illustrerer disse problemstillinger, som i overskriftsform er:

- **Vurdering af ny teknologi.** Her diskuteres hvad det betyder, at den normale antagelse om kendt teknologi ikke er opfyldt.
- **Scenarier.** Etableringen af scenarier er almindeligvis nødvendig ved gennemførelsen af samfundsøkonomiske analyser. Her diskuteres om opgavens formål og afgrænsning - herunder specielt det forhold, at emnet er endnu ikke færdigudviklet teknologi - stiller specielle krav til scenarie definitionerne. Herunder diskuteres specielt to væsentlige forhold, nemlig:
 - **Tidshorizont.** Her opridses den problemstilling, der rejser sig som følge af usikkerheden om den fremtidige prisudvikling. Denne er særlig stor, da der er tale om teknologi under udvikling, og tilsvarende usikkerhed om de udbuds- og efterspørgselskurver, der vil materialisere sig, når teknologien er modnet.
 - **Vurdering af potentiale.** Potentialevurderinger er centrale bidrag til analysen. I den sammenhæng diskuteres såvel afgrænsningsforhold som former for potentialer. Der skelnes således mellem tekniske og realiserbare potentialer. Afsnittet diskuterer miljømæssige og afsætningsmæssige potentialer i såvel en national som en international kontekst.
- **Proces- og aktørinvolvering.** Kapitlet afrundes med en understregning af vigtigheden af en betydelig aktørinvolvering igennem hele processen med at udarbejde analysen. Dette tjener blandt andet til at sikre, at alle væsentlige forhold medtages; at de centrale antagelser er funderet i bidrag fra en bred aktørkreds; at de kriterier, der analyseres på nu også er dem, der betragtes som væsentlige; og endeligt at analysen funderes på så godt et data- og informationsgrundlag som muligt.

2.1 Formål og afgrænsning

Som nævnt i indledningen skal metoden tjene til at belyse **de samfundsmæssige konsekvenser af miljøeffektiv teknologi**, eller måske snarere: **De samfundsmæssige konsekvenser af scenarier for miljøeffektiv teknologi**.

Det interessante i denne sammenhæng er at tilvejebringe metodemæssige overvejelser, som kan bruges til at kaste lys over effekterne af mulige fremtidige landvindinger indenfor miljøeffektiv teknologi.

Samtidig med at det, som beskrevet nedenfor, må anses for at være en umulig og i en vis forstand meningsløs øvelse at forsøge på forhånd at udpege de fremtidige "vindere" indenfor miljøeffektiv teknologi, kan samfundsøkonomiske analyser ikke desto mindre medvirke til at forbedre

beslutningsgrundlaget. De kan således bidrage til at skabe en bedre forståelse og klarhed over potentialer og udfordringer og til at vurdere i hvilket omfang, der kan være brug for at iværksætte virkemidler til fremme af givne teknologier, og om sådanne virkemidler kan retfærdiggøres samfundsmæssigt.

I dette projekt undersøges imidlertid, i hvilket omfang samfundsøkonomiske analyser kan forventes at være tilstrækkelige til at bidrage til beslutningsgrundlaget for strategier vedrørende miljøeffektive teknologier, og på hvilke områder der kan være behov for at supplere med yderligere undersøgelser.

Det skal understreges, at der i dette projekt ikke er set på de konkrete politiske tiltag, der kan være nødvendige for at fremme en given teknologi, men primært på effekter af øget anvendelse eller markedsgennemtrængning af givne miljøeffektive teknologier.

I Bilag 3 er der dog givet en kort diskussion af virkemidler i relation til at fremme miljøeffektiv teknologi.

Som udgangspunkt antages det, at analysen, i overensstemmelse med oftest anvendt praksis, tager udgangspunkt i en national afgrænsning.

2.2 Vurdering af ny teknologi

Den samfundsøkonomiske analyse hviler i sin ideelle form på en række centrale antagelser, heriblandt forudsætningen om kendt teknologi. Med andre ord er det en grundlæggende antagelse, at teknologier og omkostninger er kendte, idet dette ligger til grund for udbudsfunktionen. Det er altså under en forudsætning om given teknologi, at udbudskurven antages at være stigende. Udbudskurven antages således at svare til marginalomkostningskurven for det pågældende produkt.

Det betyder, at hvis markedsprisen fra en given virksomheds synspunkter for lav til at dække virksomhedens samlede (gennemsnitlige) omkostninger, vil virksomheden normalt ikke vælge at udbyde produktet, da dette vil medføre konkurs efter en periode. Først, når prisen overstiger dette niveau, vil produktet blive udbudt.

Hvis markedsprisen imidlertid er etableret uden at tage højde for de eksterne omkostninger⁴, vil markedsprisen være for lav i forhold til den, der ville tilvejebringe det samfundsøkonomisk bedste resultat⁵. Med andre ord vil situationen uden inddragelse af de eksterne omkostninger for et givent produkt betyde, at virksomheder, som kunne udbyde konkurrerende produkter uden de samme eksterne effekter, ikke vil gøre dette, hvis den nødvendige miljøteknologi er for dyr i forhold til den på markedet etablerede pris.

Derudover bør det overvejes, om den samfundsøkonomiske analyse kan opfange samtlige de effekter, der er forbundet med ny, og måske alene

⁴ Eksterne omkostninger er groft sagt omkostninger, som samfundet påføres uden at de påvirker omkostninger og priser på det givne marked.

⁵ En sådan internalisering kan alene tilvejebringes gennem tiltag såsom påbud, forbud, skatter, afgifter, og andre reguleringer. Det er en større øvelse i sig selv at definere hvad der i den givne situation er det bedste valg af tiltag.

fremtidig, miljøeffektiv teknologi. Når teknologien er under udvikling, vil det ikke være muligt præcist at fastslå omkostningerne. Disse kan ændre sig efterhånden som teknologien og produktionsmetoderne udvikles, også under indflydelse af stordriftsfordele, som ikke kendes på vurderingstidspunktet.

Ved miljøeffektive teknologier kan der være tale om, at teknologien på et tidligt stadie i teknologiens levetid endnu ikke kan produceres med de stordriftsfordele, som kan forventes opnået på længere sigt og ved et større marked. Dertil kommer, at teknologien ofte vil konkurrere på et allerede etableret marked, hvor prisstrukturen ikke i tilstrækkeligt omfang tager højde for de eksterne omkostninger. Begge disse forhold kan være barrierer for markedsgennemtrængning af den miljøeffektive teknologi.

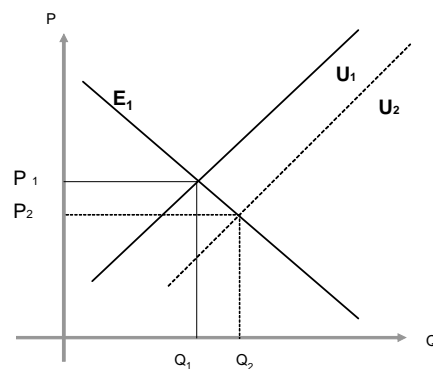
Sammenfattende er der således tale om en række forhold, som en samfundsmæssig vurdering bør forholde sig til: Ukendskab til den endelige udbudskurve (omkostninger og priser) samt et eventuelt behov for tiltag til fremme af den nye teknologi, for derigennem at reducere de ovenfor beskrevne mulige barrierer for en indtrængen på markedet.

Eksempel fra case: Subsidier til støtte for biodiesel

Biodiesel kan teknologisk set anvendes umiddelbart, afhængigt af bilparkens konkrete sammensætning. Biodiesel er ikke konkurrencedygtig på almindelige kommercielle betingelser, men er dog konkurrencedygtigt på markeder, hvor biodiesel er fritaget for brændstofafgift, som for eksempel det tyske marked.

Fritagelse for en afgift kan generelt - for så vidt som afgiften anses for at modsvare de eksterne omkostninger - sidestilles med subsidiering, idet produktet kan sælges til lavere priser end de konkurrerende produkter - eller alternativt kan klare sig på markedet trods produktets højere omkostninger. Det sidste er således tilfældet med biodiesel. Grafisk kan dette illustreres således:

Figur 1: Afgiftsfritagelse



Der dannes således markedsprisen p_1 på dieselmarkedet, mens biodiesel virksomhederne får skiftet deres udbudskurve nedad og dermed kan få en højere pris end omkostningerne umiddelbart tilsiger. Hvis afgiften kan siges at modsvare de eksterne omkostninger for fossil diesel, mens der ikke er de samme eksterne omkostninger for biodiesel, vil dette svare til en økonomisk efficient markedssituation.

2.3 Scenarier

Når der er tale om ny - og måske endda fremtidig - teknologi, tilføjer en yderligere dimension til usikkerheden, og det gælder både med hensyn til effekter og udbredelse. Derfor vil kvantificeringerne ofte være behæftet med stor usikkerhed. For at illustrere denne usikkerhed kan det være hensigtsmæssigt, at vurderingerne arbejder med både optimistiske og pessimistiske scenarier.

I en lidt simplificeret form kan man sige, at en samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi, som det er defineret i denne rapport, ofte vil tage udgangspunkt i en bestemt teknologi. Vurderingerne vil tjene til at belyse effekterne af, at denne teknologi om eksempelvis 10 år er fuldt udviklet og udbredt til sit fulde potentiale. Et sådant scenarie vil skulle holdes op med en basis situation, hvor der ikke er sket en væsentlig udvikling af den givne teknologi. Den alternative teknologiske udvikling i de mellemliggende år kan imidlertid ikke forudses, og der kan opstilles flere "basisscenarier" herfor. Eksempelvis kunne man forestille sig, at en lignende teknologi i mellemtiden udvikles i udlandet.

Der er imidlertid andre forhold, der kan være relevante at tage i betragtning, når scenarierne defineres. Der kan for eksempel opstilles forskellige scenarier, som kan belyse eventuelle usikkerheder om det miljømæssige forbedringspotentiale af teknologien, og det kan vise sig hensigtsmæssigt at tage forskellige potentielle anvendelser af teknologien i betragtning, når scenarierne defineres og afgrænses. Det er en vigtig del af metoden at opstille relevante scenarier.

Eksempel på scenarier fra case om gyllesepareringsteknologi

I metode-casen om gyllesepareringsteknologi blev det overordnet valgt at opstille fire kombinationer af basis og alternative scenarier.

Tabel 2: Scenarier fra case om gyllesparingsteknologi

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|---|---|
| Basisscenarie for ny alternativ teknologi | Status quo | Lignende miljøteknologi udviklet i udlandet | Status quo | Lignende miljøteknologi udviklet i udlandet |
| Alternativt scenarie for ny teknologi | Lavteknologisk med afsætning af fraktioner indenfor landbruget | | Højteknologisk med afsætning af fraktioner til biogasproduktion | |

I det følgende diskuteres to væsentlige forhold, der er relevante for fastlæggelsen af de scenarier der skal analyseres og sammenlignes, nemlig tidshorisonten og potentialevurderingerne.

2.4 Tidshorisont

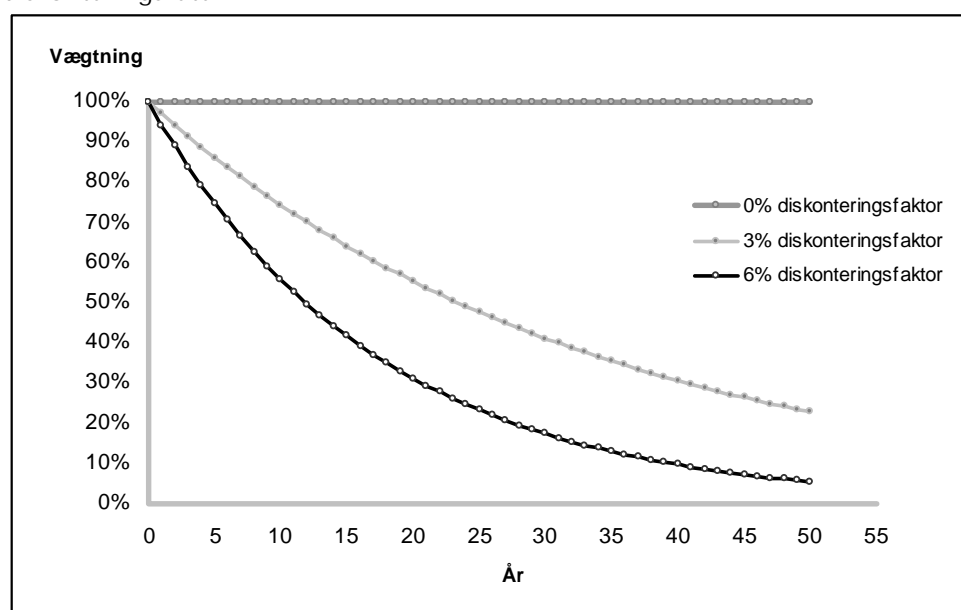
Tidshorisonten har betydning for flere aspekter af den samfundsmæssige vurdering af den nye teknologi.

For miljøeffektive teknologier kan der være tale om, at miljøgevinsterne falder relativt sent i forhold til de investeringer, som må gøres. Derfor bør analysens tidshorisont være tilstrækkeligt lang til, at de væsentligste miljøgevinster bliver

indregnet⁶. Valget af diskonteringsfaktor er yderligere af stor betydning for, hvor meget fremtidige gevinster, og tab, tæller med i resultaterne. Figuren nedenfor illustrerer dette.

Diskontering af omkostninger og gevinster er begrundet i, at nutidigt forbrug vægtes højere end forbrug i fremtiden, og diskonteringsraten har stor betydning for, hvor meget fremtidige omkostninger og gevinster vejer i den samlede analyse. Dette er specielt relevant på miljøområdet, hvor miljøeffekterne kan have et langt tidsperspektiv, og hvor man derfor til tider anvender lange tidshorisoner. Den følgende figur viser, hvor meget nutidsværdien af fremtidige omkostninger og gevinster udgør ved forskellige diskonteringsrater.

Figur 2: Nutidsværdi af omkostninger og gevinster ved forskellige diskonteringsrater



Vægtningen er vist med tre forskellige diskonteringsrater, 0 %, 3 % og 6 %. Ved 0 % diskonteres beløbene ikke, og "nutidsværdien" svarer derfor til de løbende værdier. Miljøstyrelsens anbefaler 3 % som diskonteringsfaktor, mens Finansministeriet anbefaler 6 % som diskonteringsfaktor.

Diskonteringen betyder, at omkostninger og gevinster langt ude i fremtiden kun tillægges ringe betydning. Efter 30 år vægter effekterne ca. 40 % ved en diskontering på 3 %, men kun 15 % ved en diskonteringsrate på 6 %.

Derudover kan det, som tidligere beskrevet, forventes, at prisen falder, efterhånden som teknologien udvikles. Derfor kender man, på de tidlige stadier i udviklingen frem mod den modnede teknologi, kun den aktuelle pris,

⁶ Naturligvis med respekt for diskonteringsfaktoren, som afhængigt af størrelsen betyder, at gevinster langt ude i fremtiden får en meget lille nutidsværdi. I samme sammenhæng skal det dog bemærkes, at det bør overvejes, hvor langt frem i tiden man kan tilskrive opnåede miljøgevinster den givne teknologi. Med andre ord, hvor længe den er "ny". Det forhold kompliceres yderligere af, at eventuelle nyere og endnu bedre teknologier, som opstår i fremtiden, mere eller mindre kan være udviklet med baggrund i viden og erfaringer fra den analyserede teknologi. Endelig bør det nævnes, at det for så vidt angår sundhedseffekterne kan være relevant med et relativt langt tidsperspektiv i og med, at disse ofte opstår relativt lang tid efter selve eksponeringen.

som kan være overvurderet i forhold til den endelige pris, der kan forventes at materialisere sig, når teknologien endeligt er modnet og markedet etableret.

Den store usikkerhed om den fremtidige pris og prisdannelse (også i relation til konkurrerende alternativer) gør det til en særdeles usikker øvelse at vurdere den fremtidige markedsgennemtrængning og de fremtidige afsætningsmuligheder. Disse usikkerheder kan relatere sig til konkurrencen i forhold til andre lignende produkter, og i sidste ende også til spørgsmålet om det overhovedet kan betale sig at gøre noget ved det aktuelle miljøproblem. Dertil kommer spørgsmålet, om der vil være de nødvendige drivkræfter til at stimulere udviklingen og/eller politisk vilje til at internalisere de eksterne effekter i markedet. Dette kan relatere sig såvel til ændringer i holdninger og kultur som til iværksættelsen af deciderede tiltag.

En solid vurdering af de fremtidige priser vil ofte være afhængig af informationer fra de private virksomheder og udviklere. Disse aktørers interesser kan imidlertid betyde, at de ikke er interesseret i at viderebringe de fulde informationer, dels af frygt for konkurrenterne, dels på grund af forventninger om tilskudsmuligheder.

2.4.1 Potentialevurderinger

Potentiale vurderinger er et andet væsentligt aspekt ved scenarie formuleringerne. Det tekniske (maksimale) potentiale adskiller sig fra det realiserbare potentiale, altså det potentiale, som kan påregnes realiseret på markedet (det markedsmæssige potentiale). Der er en række af faktorer, der spiller ind på, hvor stor en del af det tekniske potentiale, der realiseres, herunder de politiske virkemidler der eventuelt tages i anvendelse. En lovgivning, som stiller deciderede krav om installation af partikelfiltre, vil således kunne medføre, at det realiserede potentiale ville komme til at svare til det tekniske potentiale.

Forskellige former for potentiale vurderinger indgår i forskellige elementer af analysen og har forskellige formål. Således retter vurderinger af det miljømæssige potentiale i Danmark sig især mod at bidrage til den samfundsøkonomiske analyse. Information herom er nyttig for de beslutningstagere, der vurderer, om en mulig ny teknologi skal søges implementeret eller fremmet i Danmark. Vurderinger af potentialer for afsætning er derimod i højere grad relevante for de virksomheder, der kunne have en interesse i at medvirke til udvikling af ny teknologi.

Således har vurderinger af teknologiens potentiale for miljøforbedringer i Danmark primært til formål at identificere og kvantificere teknologiens miljøgevinster, hvilket igen udgør et væsentligt element i den samfundsøkonomiske analyse. For at muliggøre en tilstrækkelig identifikation og kvantificering af effekterne vil det være nødvendigt at opstille scenarier. Disse scenarier skal fastlægge og operationalisere, hvordan det antages, at den nye teknologi kommer til at fungere i praksis, herunder også dens markedsindtrængning, effektivitet og miljøeffekter.

De globale miljøeffekter indgår ikke i den samfundsøkonomiske analyse, således som den er afgrænset her. Det er imidlertid alligevel interessant at vurdere det internationale potentiale for miljøforbedringer, fordi dette kan give et fingerpeg om de fremtidige afsætningsmuligheder for den ny teknologi, og et skøn over hvad den givne teknologi som sådan vil kunne bidrage med globalt set. Vurderingen af det internationale potentiale vil være behæftet med

større usikkerhed end vurderingen af det danske potentiale. For at illustrere denne usikkerhed kan det derfor være relevant at etablere såvel optimistiske som mere pessimistiske scenarier.

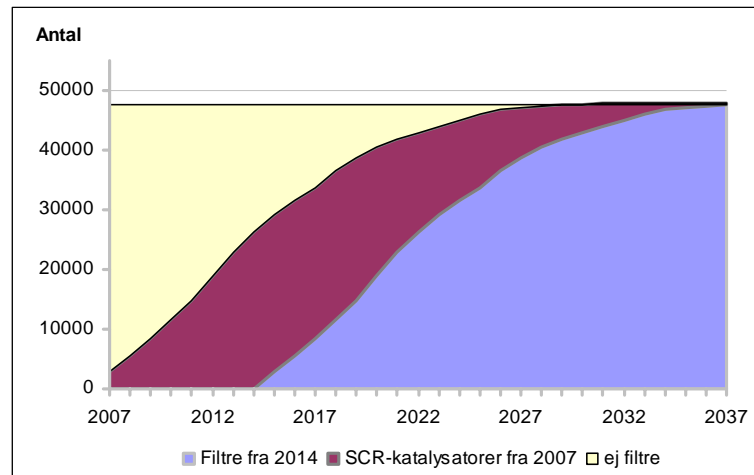
Det kan også være relevant at vurdere afsætningspotentialerne i Danmark, fordi dette bidrager til en kvantificering af markedsstørrelsen i Danmark for den nye teknologi. Vurderingen af afsætningspotentialet vil tage udgangspunkt i behovet for miljøforbedringer og sammenholder denne viden med viden om alternative teknologier tillige med viden om eventuel konkurrence fra andre udenlandsk producerede teknologier.

Eksempel: Potentiale for afsætning af partikel filtre i Danmark

Krav om partikelfiltre på både personbiler, varebiler, busser og lastbiler vil til en vis grad blive styret af EU normer. Da EU-Kommissionen vedtog de kommende krav til busser og lastbiler, forventede man, at kravene ville medføre, at der skulle monteres partikelfiltre på alle nye dieseldrøjetøjer fra 2006. Bus- og lastbilfabrikanternes brancheorganisation har imidlertid meddelt, at et flertal af deres medlemmer har valgt at trimme motorerne og montere SCR-katalysatorer i stedet for partikelfiltre på de nye biler. Da denne kombination også reducerer partikelemissionerne, i hvert fald de store partikler, kan lastbilproducenterne på denne måde leve op til de kommende normer uden at montere partikelfiltre. Det er imidlertid usikkert, om denne metode vil reducere mængden af ultrafine partikler i tilstrækkelig grad til at fjerne skadevirkningerne.

Det forudsættes, at nye tunge køretøjer fra 2014 vil blive forsynet med filtre. Der vil derefter gå omkring 10-15 år, før partikelemissionerne med de ultrafine partikler reduceres markant, idet det tager 10 - 15 år før størstedelen af bilparken er udskiftet. Der er ikke her taget højde for eventuel yderligere regulering. I den mellemliggende periode kan det overvejes at udstyre den eksisterende bilpark med filtre, selv om det ikke kræves af EU. Det ville reducere de ultrafine partikelemissioner og skadevirkningerne her og nu.

Figur 3: Potentiale for partikel filtre



Arealet "ej filtre" er potentialet for eftermontering uanset antagelser. Arealet " SCR-katalysatorer fra 2007" betegner det område hvor nye køretøjer bliver forsynet med SCR katalysatorer. I det omfang SCR ikke fjerner tilstrækkelig ultrafine partikler, vil dette område også udgøre et potentiale for eftermontering af partikelfiltre. Det sidste areal udgør det område, hvor det antages at senere regulering af EURO normerne gør filtre obligatoriske og fjerner dermed potentialet for eftermontering. I det omfang en sådan regulering ikke kommer til at finde sted, vil der stadig være et potentiale eftermontering af partikelfiltre.

En vurdering af potentialerne for afsætning af teknologien internationalt har til formål at kvantificere det internationale marked for den nye teknologi. Som ovenfor tager denne vurdering udgangspunkt i behovet for miljøforbedringer og sammenholder dette med viden om alternative teknologier og om eventuel konkurrence fra andre udenlandsk producerede teknologier. To vigtige parametre indgår ved denne vurdering. For det første er det oplagt, at en eksisterende eller kommende regulering på et givet område vil medføre en efterspørgsel efter teknologier, der kan sikre, at man kan overholde reguleringen. Som et eksempel på det kan nævnes at EURO normerne for køretøjer har skabt et behov for en teknologi, der kan rense partiklerne fra udstødningsrøgen fra køretøjerne. For det andet kan en stor miljøgevinst i sig selv være en indikator for, at der vil være en efterspørgsel internationalt.

I det omfang der er en overnormal profit ved eksport af teknologi, vil eksporten kunne indgå på gevinst siden i den samfundsøkonomiske analyse.

Endelig bør også usikkerheden omkring de miljømæssige gevinster nævnes. Potentiale vurderinger kan således også ændres eller påvirkes af øget eller forbedret information herom, for eksempel i form af bedre viden om skadevirkninger (hvilket blandt andet vil kunne betyde meget for vurderingen af de miljømæssige gevinster i relation til drivhuseffekt og kemikalier).

2.5 Proces og aktørinvolvering

Som udgangspunkt vil en samfundsøkonomisk analyse altid kræve en vis grad af involvering fra aktørsiden. Denne involvering tjener en række formål såsom data tilvejebringelse og verificering af kritiske forudsætning samt sikring af, at alle relevante forhold inddrages i den samfundsøkonomiske analyse. Når der som her er tale om innovationer indenfor miljøeffektiv teknologi, bliver denne aktør involvering yderligere accentueret af det faktum, at emnet for analysen er endnu ikke udviklet eller modnet teknologi. Derfor vil der naturligt nok være tale om meget centrale og store usikkerheder, som beskrevet i det foregående, omkring blandt andet den tidsmæssige dimension, udviklingsomkostninger, prisdannelse, omkostningsudvikling, efterspørgsel, fremtidige konkurrenceforhold og markeder. En god samfundsøkonomisk analyse vil derfor være meget afhængig af et tæt samspil med udviklerne (eller de potentielle udviklere), og selv når den betingelse er opfyldt, vil usikkerhedselementet stadig være stort.

Selve den samfundsøkonomiske analyse vil derfor - selv med en høj grad af aktørinvolvering - være behæftet med store usikkerheder netop som følge af selve emnet for analysen. Derfor er det vores vurdering, at beslutningstagere og andre brugere af analysen vil have behov for en række andre informationer for derigennem at sikre en god belysning af de mulige samfundsmæssige perspektiver ved en given teknologi. Derfor, og inspireret af EU's metode for Impact Assessment, betragtes det som væsentligt **altid** i en analyse af miljøteknologisk innovation at gennemføre også en erhvervsøkonomisk analyse til nærmere belysning af fordelingsmæssige implikationer, og også **altid** at stille sig den opgave at overveje, om der er andre forhold af væsentlig betydning, og som bør analyseres⁷. Listen over potentielle implikationer og effekter er imidlertid i princippet jo uendelig, hvorfor der er behov for en mekanisme, der kan sikre, at kun de forhold der er politisk relevante og som er væsentlige bliver analyseret. Til det formål er det kritisk, at arbejdet udbredes til at omfatte en bredere kreds repræsenterende et bredt felt af interessenter, som sammen kan definere hvilke forhold, der bør analyseres og begrunde hvorfor.

En række data og andre former for informationer er nødvendige for at kunne opstille realistiske scenarier og udforme realistiske vurderinger af effekter. Her

⁷ I relation til et nyligt ikke offentliggjort arbejde for Kommissionen, hvor der er udarbejdet del-analyser som indspil til en Impact Assessment af mulige målsætninger vedrørende vedvarende energi kan det nævnes, at der blandt andet er arbejdet med at analysere overvæltning af omkostninger og prisdannelse for derigennem at få tilvejebragt mere viden om, hvem der vil bære de eventuelle omkostninger, vurdere effekterne på forskellige EU regioner, herunder kvalitativt at overveje bidrag i form af generering af innovationsmiljøer og specifikke industrier, samt at betragte effekter på forsyningsikkerhed.

er det grundlæggende problem som ovenfor beskrevet, at der er så mange usikkerheder grundet manglende viden omkring eksempelvis markedet, omkostningerne, udvikling af alternativer osv. Derudover vil den bedste information i nogle tilfælde være svær tilgængelig. Det skyldes, at de der har den største viden på området, udviklere og producenter, kan forventes at holde kortene tæt til kroppen og være tilbageholdende med at dele af deres viden. Graden af dette problem vurderes at være faldende med teknologiens modenhed.

Indsamling af informationer om Grindsted-Soft-N-Safe

Det vegetabilsk baserede alternativ til phthalater som blødgørere i PVC er udviklet af Danisco og er blevet patenteret, men er indtil videre kun solgt i meget små mængder. Nu forestår en markedsføring og udbredelse af produktet. På dette udviklingsstadium ønsker Danisco ikke at give oplysninger om forventningerne til markedspotentiale, produktionsomkostninger, profit og overordnet markedsstrategi. Dette er essentielle oplysninger for at kunne opstille realistiske scenarier for udbredelse af teknologien og for at kunne vurdere dele af de samfundsøkonomiske gevinster og omkostningselementer. Indtil virksomheden havde fået patent på produktet var nogen form for viden overhovedet omkring Grindsted-Soft-N-Safe forbeholdt en meget snæver kreds, og i dette tilfælde er det selvsagt, at en samfundsøkonomisk analyse af denne teknologi ikke ville kunne blive udført. Årsagen til den begrænsede information skyldes konkurrencehensyn, samt potentielle risici for påvirkning af aktiekurserne baseret på meget usikre forventninger.

Impact Assessment i Kommissionen

Kommissionens Impact Assessment (IA) metode blev først udviklet i 2001-2003 som et element i bestræbelserne hen imod "better regulation" og er et virkningsfuldt værktøj til implementering af både EU's strategi for bæredygtig udvikling og Lissabon strategiens målsætninger omkring konkurrenceevne. De seneste versioner af guidelines og annekser (SEC(2005)791) kan downloades fra http://europa.eu.int/comm/secretariat_general/impact/docs_en.htm).

IA er nytænkende i den forstand, at den giver anvisninger og retningslinjer for så vidt angår såvel den substantielle metode som den anvendte proces og kan siges at ligestille disse to elementer. IA skal gennemføres for alle tværgående strategier, handlingsplaner og direktiver med *betydelige* effekter og skal i deres substans forholde sig til alle *væsentlige* økonomiske, sociale, og miljømæssige implikationer.

I substansmæssig henseende tager IA afsæt i selve problemstillingen og bevæger sig derfra til en formulering af målsætninger og en identifikation af mulige initiativer til opfyldelse af målsætningen, hvor initiativerne blandt andet identificeres under hensyntagen til deres samspil og korrespondance med andre eksisterende tiltag og i respekt for hensynet til subsidiaritetsprincippet. Effekterne fra de identificerede mulige og relevante initiativer analyseres dernæst med afsæt i de tre bæredygtighedsdimensioner. I sin grundsubstans tager IA afsæt i en C/B tankegang, men lægger også stor vægt på afdækningen af underliggende væsentlige bruttoeffekter og andre politisk vigtige forhold såsom sammenhængskraft, ligestilling, konkurrenceevne og effekter på andre lande. IA vejledningen og manualen indeholder bruttolister over sådanne forhold, som kan være relevante. Det er dog netop bruttolister, og en væsentlig del af IA processen er at udvælge de forhold, der netop i den givne sammenhæng vurderes at være væsentlige og vigtige at få belyst.

Princippet omkring væsentlighed (proportionalitet) er af stor betydning og går igennem hele IA set-uppet. Samtidig introducerer IA, med sin inddragelse af andre væsentlige forhold, et element af subjektivitet, som ikke er i C/B analysen som sådan. Derfor bliver proces-elementet af stor betydning og endnu vigtigere, end det er i en decideret C/B analyse. Proces elementet skal tjene til at sikre transparens gennem processen, og dermed at alle væsentlige aktører får mulighed for at blive hørt, og at de parametre, der analyseres, også netop er de parametre, som er af væsentlighed for den endelige beslutning. Proces elementet rækker dermed langt videre end den krævede inddragelse af alle berørte general direktorater, og involverer således blandt andet en web-baseret dialog form og konsultationer af specifikke parter.

Formålet med en IA er at tilvejebringe et konsistent og sammenhængende beslutningsgrundlag, som indenfor samme ramme afdækker alle væsentlige forhold og dermed bidrager til transparens omkring de trade-offs, som ofte er involveret i de endelige beslutninger. Senest har såvel Parlamentet som Rådet indvilliget i at gennemføre IA, såfremt disse instanser introducerer væsentlige ændringer i forhold til de initiativer, der oprindeligt er analyseret i det fremlagte forslag.

3 Den samfundsøkonomiske analyse

Dette kapitel beskriver væsentlige metodemæssige overvejelser og udfordringer ved gennemførelsen af en samfundsøkonomisk analyse i den her givne kontekst, dvs. når emnet for analysen er en ny, muligvis fremtidig, og endnu ikke modnet miljøeffektiv teknologi. Kapitlet dækker ikke alle aspekter ved den samfundsøkonomiske analyse, men omhandler alene forhold, som rejser specifikke problemstillinger eller som udgør en speciel udfordring i relation til den her givne kontekst.

Kapitlet ser først på gevinstsiden og diskuterer under den overskrift følgende forhold:

- Miljøeffekter
- Værdiskabelse ved eksport og ved beskæftigelse

Dernæst diskuteres forhold relateret til omkostningsiden, og specifikt ses der på følgende:

- Udviklingsomkostninger
- Meromkostninger som følge af teknologien
- Effekter for de offentlige budgetter

3.1 Introduktion

Den samfundsøkonomiske analyse er en veldefineret analyseform med tilhørende paradigme for udarbejdelsen heraf. Den samfundsøkonomiske analyse er en ofte anvendt analyseform til vurdering af offentlige tiltags fordele og ulemper for samfundet.

Paradigmet er bl.a. beskrevet i vejledninger fra Miljø- og Energiministeriet⁸ og Finansministeriet⁹.

3.2 Gevinster

3.2.1 Miljøeffekter

Miljøeffekterne skal beskrives og kvantificeres bedst muligt, så det er muligt at forholde sig til arten og størrelsesordenen af miljøgevinsten. Det er relevant at medtage alle sundhedseffekter af miljøteknologien, samtidig med at der kræves omhyggelighed i at undgå dobbelttælling i den forstand, at sundhedseffekten kan være en integreret del af miljøeffekten eller den pris, der er tilknyttet denne. En værdisætning af miljøeffekterne er i princippet mulig, eksempelvis ved en metode, der tager afsæt i alternativomkostninger, eller gennem estimerede værdier baseret på betalingsviljeundersøgelser.

⁸ Møller, F et al.: Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter, 2000

⁹ Finansministeriet: Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske vurderinger, 1999

Det er vigtigt at holde fast i den nationale synsvinkel. Derved sikres der konsistens med opgørelserne af omkostningerne.

Hvis miljøteknologien i stedet bliver udviklet i udlandet og i fremtiden vil kunne importeres til Danmark, vil vi således kunne opnå de samme miljøfordele som med den dansk producerede teknologi.

Kvantificering og værdisætning af miljøeffekter er altid behæftet med usikkerheder, når man gennemfører samfundsøkonomiske beregninger. I den her givne sammenhæng er det dog væsentligt at fremhæve de uvisheder, der er knyttet til potentielle vurderingerne, og som har stor betydning for analysernes udfald. Derfor er det overordentligt vigtigt at give disse vurderinger tilstrækkelig opmærksomhed.

3.2.2 Værdiskabelse

Den normale antagelse i samfundsøkonomiske vurderinger er, at der er knappe ressourcer. Det betyder, at både kapital og arbejdskraft altid har alternative anvendelser, sammenlignet med det "projekt", der analyseres. Disse alternative anvendelser har en aflønning, som typisk vil svare til aflønningen i det analyserede projekt. Heraf følger, at værdiskabelse i traditionel forstand, altså forstået som aflønningen af den medgåede kapital og arbejdskraft, ikke i sig selv er en gevinst for samfundet af projektet. I relation til den samfundsøkonomiske analyse bliver spørgsmålet derfor, hvorvidt netop den miljøteknologi, der vurderes, må forventes at give en ekstra stor gevinst sammenlignet med alternativerne.

Vurdering af værdiskabelse i DØR's analyse af Vindmølleindustrien

I undersøgelsen af eventuelle positive erhvervsøkonomiske virkninger af miljøpolitikken afdækkes først, om de forskellige brancher i miljøsektoren har været eller er særligt værdiskabende. Herefter vurderes, om den førte miljø- og energipolitik har påvirket værdiskabelsen i de brancher, der har vist sig særligt værdiskabende.

Som kriterier for at en økonomisk aktivitet præsterer en ekstraordinær værdiskabelse, lægges det i analysen herefter til grund, at

- Den bedste alternative anvendelse af det medgåede forbrug af kapital og arbejdskraft ville medføre en lavere aflønning. Hvis det medgåede forbrug af arbejdskraft ikke ville have haft en alternativ anvendelse, øger den pågældende aktivitet beskæftigelsen i samfundet.
- Den producerede vare eller tjenesteydelse er værdsat af forbrugerne og har ikke nære substitutter. Det betyder, at husholdningernes velfærd ved forbrug af den pågældende vare eller tjenesteydelse bliver større sammenlignet med en situation, hvor andre varer eller tjenesteydelser ville blive forbrugt.

Ud fra de statistiske indikationer af en ekstraordinær vækst i produktion og beskæftigelse udvælges vindmøllebranchen til en nærmere analyse af en eventuel merbeskæftigelse og merproduktion.

Således fokuseres i den videre analyse alene på spørgsmålet om en eventuel overnormal aflønning af kapital og arbejdskraft.

En forudsætning for at en økonomisk aktivitet er særligt værdi skabende, og dermed bidrager positivt på gevinstsiden, er altså, at der er en "overnormal" værdiskabelse. Om dette er tilfældet kan undersøges ved at se på den normale værdiskabelse ved anvendelse af arbejdskraft og kapital i sammenlignelige brancher, hvor arbejdskraften og kapitalen alternativt kunne anvendes. Hvis man finder belæg for, at der er overnormal værdiskabelse i forbindelse med

udvikling og produktion af den givne miljøteknologi, kan værdien af eksporten og beskæftigelsen inddrages i den samfundsøkonomiske analyse.

3.2.3 Værdiskabelse ved øget eksport

Til beregning af værdien af overnormal øget dansk eksport er det ikke rimeligt at se på den samlede værdi af de endelige produkter. Dette ville være en overvurdering, eftersom værdien af de råvarer, arbejdskraft og kapital, som er anvendt til produktionen, indgår som en del af det. Det, der er den reelle gevinst for Danmark ved eksporten, er derfor det, man kunne kalde nettooverskuddet. Nettooverskuddet varierer fra sektor til sektor. Det kan vurderes specifikt for hver sektor ved hjælp af input-outputtabeller i nationalregnskabet. I tabel 1 nedenfor er vist gennemsnitstal for alle sektorer fra nationalregnskabet.

Tabel 3: Nettooverskud som andel af Produktionsværdi

| | 2002 | |
|--|------------------|-------|
| Produktion i alt | 2.334.779 | 100 % |
| <i>Forbrug af rå- og hjælpestoffer</i> | <i>1.171.316</i> | |
| Bruttoværditilvæksten | 1.163.463 | 50 % |
| <i>Aflønning af ansatte</i> | <i>734.918</i> | |
| Bruttooverskuddet | 424.608 | 18 % |
| <i>Forbrug af fast realkapital</i> | <i>218.536</i> | |
| Nettooverskud | 206.072 | 9 % |

Hvis man trækker forbrug af rå- og hjælpestoffer fra produktionsværdien, fås bruttoværditilvæksten: Når der herfra yderligere fratrækkes aflønning af arbejdskraft, fås bruttooverskuddet. Hvis man yderligere trækker forbruget af fast realkapital fra bruttooverskuddet, fremkommer nettooverskuddet. Som det fremgår af tabellen, er nettooverskuddet gennemsnitligt 9 % af produktionsværdien.¹⁰

Det skal pointeres, at man også bør fratække den stigning i import, der muligvis følger med en sådan vækst i eksporten. For den metodemæssige symmetris skyld, bør det således medregnes, hvis der sker en stigning i råstoffer og andre inputfaktorer til produktionen af eksportvarerne.

Et skøn over størrelsen af en fremtidig eksport kan tage udgangspunkt i en vurdering af det totale verdensmarked under den hypotese, at det fulde tekniske potentiale realiseres. Herefter skal der så foretages en vurdering af, i hvilket omfang det tekniske potentiale kan antages realiseret, således at der tilvejebringes et skøn over markedspotentialet. Endelig skal der gives et bud på de danske firmaers mulige andel af dette marked. Til grund for denne vurdering, er det af afgørende betydning, hvorvidt de danske produkter er - og kan forblive - unikke på verdensmarkedet. En pragmatisk markedsundersøgelse er derfor et nødvendigt input til beregningen.

3.2.4 Værdiskabelse ved beskæftigelse

Som nævnt skal det først undersøges, om der kan findes belæg for, at den miljøteknologi, der analyseres, vil generere overnormal værdiskabelse. Hvis det vurderes at være tilfældet, vil det kunne betyde en overnormal aflønning af

¹⁰ Statistikbanken www.dst.dk

medarbejderne. En sådan overnormal aflønning må betragtes som en samfundsøkonomisk gevinst.

Det, at der skabes arbejdspladser indenfor en sektor, er ikke en gevinst for samfundet i sig selv, da der ikke er mangel på arbejdspladser i Danmark. Da der ofte betragtes en udvikling over 20-30 år, kan denne antagelse vise sig ikke at holde. Dermed kan der være belæg for at ændre antagelsen om, at arbejdskraft er en knap ressource - altså at arbejdskraften altid vil have en alternativ anvendelse.

Hvis vi er i situation med mere ledighed, kan det være relevant at se på beskæftigelseseffekterne.¹¹ Selv i denne situation er der dog ikke klare argumenter for at beregne en samfundsøkonomisk værdi af den direkte eller afledte beskæftigelseseffekt. Det er uhyre svært at skønne over de resulterende beskæftigelseskonsekvenser, som anhænger af mange faktorer på arbejdsmarkedet og generelle forhold i økonomien. Såfremt der dog kan påvises en arbejdskrafteffekt, hvor ledige bringes i arbejde, vil denne effekt dog blive tillagt en positiv værdi. Det er en konsekvens af at antage, at arbejdskraft ikke er en knap ressource. En sådan antagelse betyder, at der ikke er alternative anvendelser for beskæftigelsen, og dermed ingen eller en lavere alternativomkostning. Under antagelse af ledighed vil gevinsten således forøges i en samfundsøkonomisk analyse, da omkostningerne til arbejdskraftinput i produktion af teknologien er lavere eller eventuelt nul ud fra samme argument.¹²

I de sjældne tilfælde, hvor det er teoretisk forsvarligt at indregne gevinster som følge af øget beskæftigelse, bør det dog vurderes, om der kunne skabes lignende gevinster ved en øget beskæftigelse andre steder i økonomien.

3.3 Omkostninger

3.3.1 Udviklingsomkostninger

Ofte vil teknologien være på demonstrationsniveau og ikke være driftsikker, og der vil stadig forestå en del videreudvikling i forhold til demonstrationsanlæggene. Eksempelvis i tilfældet med gylleseparering forestår der stadig en del afprøvning og tilpasning, og der er behov for en videreudvikling af produkterne fra separationen. Afsætningen af fraktionerne er nødvendig for udbredelse af teknologien, og her kan produktudvikling af eksempelvis gødning, der kan konkurrere med traditionel handelsgødning i kvalitet og pris, være af stor betydning.

3.3.2 Meromkostninger ved miljøeffektiv teknologi

En af de vigtigste komponenter på omkostningssiden er omkostningen til ibrugtagning af den nye miljøteknologi. Baggrunden for at tage omkostningen til miljøteknologien med i den samfundsøkonomiske analyse er, at de ressourcer der medgår til produktionen af teknologien alternativt ville kunne have været anvendt til anden nytte for samfundet.

¹¹ Det kan ligeledes være relevant, hvis vi har en situation med underskud af arbejdskraft.

¹² Baseret på bl.a. F. Møller (1995): Makroeffekter i traditionel samfundsøkonomisk projektvurdering, Energistyrelsen.

Meromkostningen afhænger af produktionsomkostningerne (investeringen) og anvendelsesomkostningerne (driftsomkostningerne). Det er vanskeligt at håndtere forventningerne til udviklingen i disse priser, når man har med teknologier, der endnu ikke er modnede at gøre, således som det blev diskuteret i det foregående kapitel.

Fremstillings- og anvendelsesomkostninger i case om biodiesel

Omkostningerne udgøres af to hovedgrupper, dels dyrkningsomkostninger for raps, dels fremstillingsomkostninger for biodiesel.

De centrale omkostningsparametre er rapspris, dieselpris, biprodukter og investeringer. Omkostningerne ved tilvejebringelse af rapsfrø udgør en meget stor del af omkostningerne, således udgør de på Emmelev 80 % af de totale omkostninger.

Fremstillingsomkostninger

Beregningerne af fremstillingsomkostningerne er baseret på data og skøn fra biodiesel virksomheden Emmelev. Driftsomkostningerne svarer til de i dag faktiske, mens investeringsomkostningerne er et skøn over omkostningerne til et nyt anlæg. Investeringsomkostningerne har kun marginal betydning for CO₂ reduktionsprisen.

Dyrkningsomkostninger

Dyrkningsomkostningerne for raps udgør som nævnt langt størstedelen af de samfundsøkonomiske omkostninger. Disse er primært baseret på data fra "landbrugets budgetkalkuler".

I beregningen anvendes den samfundsøkonomiske rapsfrøpris, beregnet ud fra summen af omkostninger til jord, arbejdskraft, maskiner, mv. der medgår ved produktionen. Denne pris, som er i faktorpriser, ganges med nettoafgiftsfaktoren, jf. Finansministeriets metode.

Den samfundsøkonomiske analyse medregner omkostningen til arbejdskraft i forbindelse med fremstilling og anvendelse af den givne miljøteknologi under den almindeligt anvendte forudsætning om, at arbejdskraften alternativt kunne have frembragt andre produkter til nytte for samfundet, og dermed er trukket bort fra andre anvendelser. Hvis man, som beskrevet i afsnittet om værdiskabelse ved beskæftigelse, vælger at ændre på denne antagelse og i stedet at forudsætte overskudsarbejdskraft, skal omkostningen til den arbejdskraft, der medgår til produktion og drift af teknologien, være lavere end arbejds lønnen.

Der kan også være andre omkostninger af samfundsøkonomisk betydning. Eksempelvis kan der være tale om, eventuelt midlertidige, funktionelle eller æstetiske kvalitetsforringelse ved de nye produkter. Ligeledes skal væsentlige negative miljøeffekter inddrages, såfremt de forekommer.

Sådanne typer af omkostninger kan være svære at opgøre, men de kan have væsentlig betydning og bør derfor undersøges og beskrives.

3.3.3 Effekter for de offentlige budgetter

Normalt vil de økonomiske effekter på de offentlige budgetter blive vurderet i en samfundsøkonomisk analyse. Her tænkes først og fremmest på udgifterne til det virkemiddel, der antages benyttet i den politik eller i det projekt, der vurderes. Der kan også være tale om en øget indtægt til eller tab for staten i form af ændrede afgifts- og skatteprovenuier. Ændringer i de administrative byrder, som bæres af erhverv og offentlig administration er også forhold, der skal medtages her.

En offentlig udgift er ikke ensbetydende med en omkostning for samfundet, da en offentlig udgift samtidig vil være en indtægt for andre i økonomien og

nettoeffekten for hele samfundet vil således alene være den forvriddningseffekt, der fremkommer, når udgiften finansieres af øgede skatter. Dertil skal dog bemærkes, at en samfundsøkonomisk analyse som oftest vil søge at kortlægge, hvem der vinder, og hvem der taber ved det analyserede projekt eller tiltag, altså de såkaldt fordelingsmæssige konsekvenser eller bruttoeffekter.

I den valgte tilgang ses der som beskrevet ikke på bestemte virkemidler. Udgifter til virkemidler for den offentlige sektor er derfor ikke behandlet.

4 Bredere samfundsmæssige aspekter

4.1 Hvorfor er den samfundsøkonomiske analyse ikke tilstrækkelig?

Den samfundsøkonomiske analysetilgang har fordele og ulemper, som principielt er de samme, hvad enten der er tale om vurdering af scenarier for miljøeffektiv teknologi eller andre områder, hvor tilgangen normalt har sin anvendelse.

Argumenterne for, at den traditionelle samfundsanalyse ikke er et tilstrækkelig grundlag til vurdering af de samfundsmæssige konsekvenser, er flere. Som beskrevet i de foregående kapitler, er der bl.a. en række metodemæssige og praktiske problemstillinger forbundet med udførelse af en ex ante CBA på så mangelfuldt et informationsgrundlag, hvilket resulterer i store usikkerheder og manglende kvantificering og værdisætning af en stor del af effekterne. Dertil kommer det nationale perspektiv, der gør, at de fordelingsmæssige konsekvenser ikke direkte fremgår af analysen. Endvidere er analyserammen partiel, hvorfor en række afledte effekter på andre dele af økonomien ikke indgår. Der kan eksempelvis være tale om, at øget produktion i en sektor fortrænger produktion i andre sektorer, der så igen får betydning for andre sektorer. Såfremt disse effekter er betydelige, bør der ikke anvendes en partiel tilgang, men derimod generel ligevægtsmodeller eller makroøkonomiske modeller.

Endelig kan der være tale om effekter af en mere subjektiv karakter. Af forskellige årsager vil der fra myndighedernes side ofte være interesse for effekter for andre elementer end dem, der indgår i den traditionelle samfundsøkonomiske analyseramme. Grunden til, at de ikke indgår, er, at de må siges at være af mere subjektiv karakter¹³, og dermed ikke entydigt kan vægtes med de samfundsøkonomiske effekter. Eksempler på sådanne effekter kunne være effekter for små og mellemstore virksomheder, bidrag til regional udvikling eller effekter i form af bidrag til understøttelse af andre politiske formål såsom økonomisk vækst i den 3. verden.

I tabellen nedenfor er de væsentligste problemstillinger ved den traditionelle samfundsøkonomiske analyseramme illustreret sammen med måden, hvorpå disse problemer anbefales løst. De skitserede problemstillinger og løsningsforslagene er ikke nødvendigvis alene relevante i den her givne sammenhæng. Det er dog en central pointe i dette studium, at netop i den her givne sammenhæng er de specielt relevante at have opmærksomhed på. Motivationen herfor har baggrund i det faktum, at analyseobjektet for disse analyser er en ny og endnu ikke modnet teknologi, hvilket behæfter den samfundsøkonomiske analyse i snævrere forstand med en række usikkerheder. Hvis man tilføjer de foreslåede bredere analyseemner øger man dermed analysens anvendelighed og relevans som beslutningsgrundlag.

¹³ Når der her anvendes betegnelsen "subjektive effekter" betyder det indforstået, at den samfundsøkonomiske analyseramme indeholder de mere "objektive" effekter, jf. note 2

Tabel 4: De væsentligste problemstillinger ved den samfundsøkonomiske analyse samt anbefalet løsningsmodel

| Problemstillinger | Løsningsmodel |
|--|--|
| Anvendelse af samfundsøkonomisk analyse på et område med store usikkerheder | Der laves "brede" scenarieberegninger suppleret med følsomhedsanalyse af centrale usikre parametre |
| Problemer med kvantificering og værdisætning af en række effekter | CBA'ens kvantitative resultat bør altid suppleres med kvalitativ beskrivelse af ikke-kvantificerede effekter. Der bør gives høj prioritet til dette. |
| Der tages ikke højde for fordelingen af effekterne | En CBA kan udvides med en budgetøkonomisk fordelingsanalyse, som er en del af den partielle samfundsøkonomiske analyseramme. |
| Afledte effekter på andre dele af økonomien udelades | Hvis disse er væsentlige, er den partielle samfundsøkonomiske analyseramme ikke tilstrækkelig. Her bør eksempelvis en generel ligevægtsmodel anvendes som analyseværktøj. |
| En række effekter af politisk interesse udelades grundet deres subjektive karakter | Disse effekter kan analyseres, men ikke direkte sammenlignes med resultatet fra den samfundsøkonomiske analyse. Tilgangen til denne vurdering kan eksempelvis tage udgangspunkt i EU's impact assessment tilgang |

De første to rækker omhandler problemstillinger, der principielt kan løses inden for den traditionelle samfundsøkonomiske analyseramme uden større problemer.

Problemstillingen omkring fordelingsmæssige konsekvenser kan løses ved at supplere den nationale samfundsøkonomiske analyse med budgetøkonomiske overvejelser omkring, hvordan disse effekter fordeler sig på samfundsgrupper. Dette kræver ekstra information, idet der i den nationale analyse ses bort fra effekter, der "netter ud" mellem samfundets borgere. Den fordelingsmæssige analyse vil normalt omhandle forholdsvis aggregerede samfundsgrupper som f.eks. forbrugere, producenter og stat, men kan i princippet laves på yderligere disaggregeret niveau, hvilket dog så igen vil kræve yderligere information.

Problemstillingen omkring afledte effekter bør som tidligere nævnt løses ved valg af alternativ analysetilgang, såfremt disse effekter vurderes at være væsentlige. Der kan inden for den partielle analyseramme dog medtages udvalgte afledte effekter af 2.orden, men dette giver naturligvis ikke det fulde billede af de totale afledte effekter, som en generel ligevægts- eller makroøkonomisk model vil give.

De bredere samfundsmæssige effekter bør ifølge vores vurdering behandles sideordnet med den samfundsøkonomiske analyse, uden at resultaterne fra de to analyser dog umiddelbart vil kunne sammenlignes. Et analysekoncept, der består af disse to komponenter, betegnes her "samfundsmæssig vurdering".

Dette kapitel fokuserer på sidstnævnte problemstilling: Opgørelsen af de bredere samfundsmæssige aspekter. Mens der for de andre problemstillinger i høj grad findes gængse tilgange til løsning af disse, er det imidlertid mere uklart, hvordan man tager hånd om sidstnævnte.

Hvilke effekter, der konkret bør indgå i den bredere vurdering, afhænger i høj grad af det konkrete emne for analysen og interessenterne. Der er således i høj grad brug for både en klar definition af analyseobjektet, og et tæt samspil med såvel interessenter som modtagere.

4.2 Tilgang inspireret af Impact Assessment

Den foreslåede overordnede tilgang til vurdering af disse bredere samfundsmæssige effekter er inspireret af EU Kommissionens "Impact Assessment" tilgang.

Denne tilgang anvendes i princippet til vurdering af alle former for forslag til projekter eller initiativer i EU Kommissionens regi. Princippet bag Impact Assessment er at integrere miljøhensyn, økonomiske hensyn og såkaldt sociale hensyn i en fælles beslutningsramme. Impact Assessment tilgangen er yderligere beskrevet under kapitlet **Metodetilgang**. Det skal dog understreges, at IA ikke er en stringent metode i samme forstand som for eksempel vejledningerne til samfundsøkonomisk metode fra Miljø- og Energiministeriet og Finansministeriet. IA er snarere en tilgang, der sikrer en fælles metodemæssig ramme for gennemførelsen af det, man kan kalde en samfundsmæssig vurdering, tillige med gennemførelsen af et sæt specifikke trin; og en transparent og ensartet proces for vurdering af politiske tiltag fra Kommissionens side.

4.3 Eksempler på effekter

Som beskrevet ovenfor, vil de relevante effekter afhænge helt af den konkrete kontekst, dvs. hvad er det for et specifikt emne, der er genstand for analysen, og hvem er modtagere og interessenter. Emnerne for de gennemførte cases har været specifikke cases og ikke tiltag, og modtagere/brugere/interessenter har været relativt diffust definerede. Baggrunden for sidstnævnte er, at casene har tjent som illustrative redskaber for metodeudviklingen. Det er dog klart, at så upræcis en kontekst ikke har muliggjort en klar definition af de relevante bredere samfundsmæssige aspekter, som analyserne burde forholde sig til.

Nedenfor er der dog givet en række eksempler på effekter, der kunne tænkes at være af bredere samfundsmæssig interesse, når der er tale om vurderinger af miljøteknologi.

4.3.1 Innovation/læring

En ny dansk teknologi kan muligvis påvirke beskæftigelsen gennem behov for et bestemt uddannelsesniveau for de beskæftigede. Teknologien kan dog også i sig selv medføre en grad af læring og opgradering af medarbejdere og brugere som et led i udvikling, udbredelse og anvendelse af den nye teknologi.

En opgradering af medarbejdere betyder i samfundsøkonomisk forstand, at denne ressource bliver mere effektiv. Således kan den samme mængde arbejdskraft generere mere indkomst og dermed øget velfærd i landet. Dette

bør principielt indgå i den samfundsøkonomiske analyse. Et eksempel herpå ses i boksen nedenfor.

Værdien af erfaringsopbygning iflg. DØR's analyse af vindmølleindustrien

Med det udgangspunkt, at vindmøllebranchens indtjeningsevne er bedre end for brancher med lignende karakteristika, søges det at vurdere om den konkret førte miljø- og energipolitik har været medvirkende til at gøre vindmøllebranchen særligt konkurrencedygtig ved at understøtte et hjemmemarked for vindmøller og vindmølleproduceret elektricitet og dermed bidrage til udvikling og erfaringsopbygning hos danske vindmølleproducenter, ligesom det ikke mindst søges at vurdere værdien af den forbedring af branchens konkurrence- og indtjeningsevne, der kan tilskrives politikken.

For at kunne vurdere værdien af den erfaringsopbygning, som miljø- og energipolitikens stimulering af vindmølleproduktionen har medført, gennemføres estimationer af erfaringsraten, der kan fortolkes som et udtryk for, hvor meget enhedsomkostningerne falder, når den kumulerede produktion fordobles. Erfaringsraten har dermed betydning for hvor stort produktionsomfang, der er påkrævet for at gøre en virksomhed eller branche konkurrencedygtig. Med udgangspunkt i estimation af erfaringskurven vurderes herefter konkret, hvad virkningen af tilskud til vedvarende energi på vindmølleindustriens produktionsomkostninger har været, idet det således antages, at elproduktionstilskuddet til vindmøller har medført stigende hjemmemarkedsefterspørgsel efter vindmøller og dermed har øget erfaringsmængden.

I beregningen af såvel forsknings- og udviklingstilskuddenes som produktionstilskuddenes betydning for produktionsomkostningerne estimeres først, hvad hjemmemarkedssalget ville have været, hvis der ikke havde været tilskud. Dette skøn indsættes i erfaringskurven, hvorved der opnås et skøn på, hvad produktionsomkostningerne ville have været, hvis der ikke var givet tilskud. Dette skøn sammenlignes med modelberegninger af, hvad omkostningerne ville have været ifølge erfaringskurven med de faktiske tilskud.

Endelig beregnes så værdien af støtte til vindmøllebranchen med udgangspunkt i forskellen mellem omkostningerne og afsætningen i scenarierne "med" henholdsvis "uden" tilskud.

Det er imidlertid vigtigt at understrege, at denne tilgang reelt kun giver mening og kan anvendes, fordi der netop er tale om en ex-post analyse af en kendt teknologi i kombination med et kendt virkemiddel.

Som det ses af boksen vurderes den anvendte tilgang kun at give mening, når der er tale om ex-post analyse.

Grundet problemer med at opgøre denne effekt inden for den samfundsøkonomiske analyseramme kan man overveje at medtage denne under de bredere samfundsmæssige aspekter.

4.3.2 Beskæftigelse

Der argumenteres ofte positivt for, at udvikling skaber nye arbejdspladser. Som beskrevet i det foregående kapitel skal ganske bestemte betingelser dog være opfyldt, for at man i den samfundsøkonomiske analyse kan tale om en egentlig gevinst ved beskæftigelse.

Selv når de betingelser er opfyldt (at arbejdskraften er en uudnyttet ressource), og den øgede beskæftigelse indgår i den samfundsøkonomiske analyse, er der i princippet alene tale om, at man tillægger anvendelsen af arbejdskraft en omkostning, som er lavere end arbejdslønnen.

Fra et bredere samfundsmæssigt perspektiv kan der imidlertid være interesse i belyse forskellige aspekter af beskæftigelseseffekten, også selvom denne ikke giver nettogevinster i den samfundsøkonomiske analyse. Således kan der argumenteres for, at det at bringe arbejdsløse i beskæftigelse ikke blot har værdi i form af den produktion, som tilvejebringes. Formålet med øget

beskæftigelse kan også være mere socialt begrundet, eksempelvis at få alle med i "fællesskabet" eller at skabe sideeffekter i form af udvikling af "svage" regioner eller integration af minoriteter.

Ud fra dette lidt bredere synspunkt kan der altså være argumenter for at vurdere de beskæftigelsesmæssige bruttoeffekter. En sådan vurdering bør indeholde analyse af følgende spørgsmål:

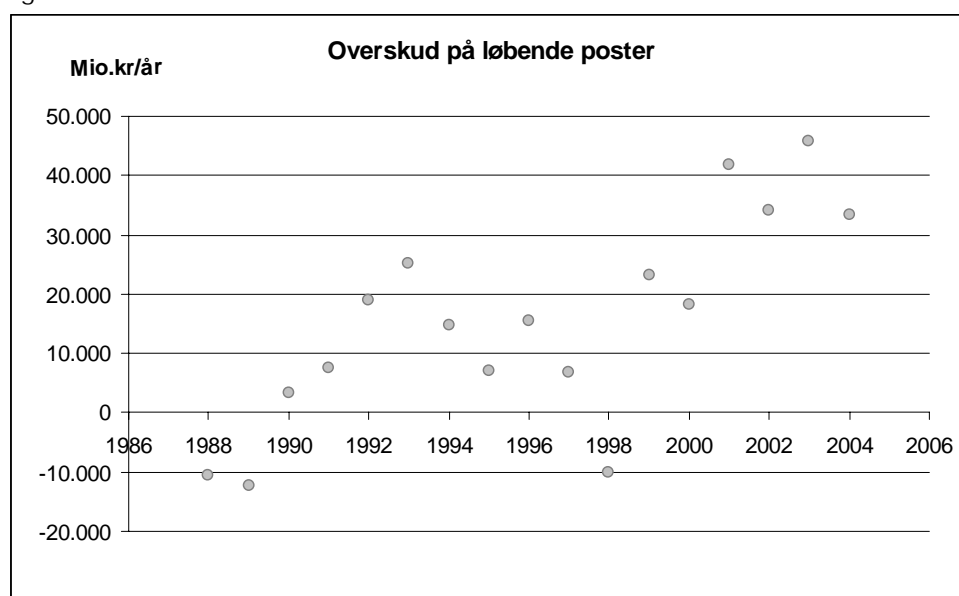
- Er der tale om generering af mer-beskæftigelse eller bliver arbejdskraften taget fra andre sektorer eller virksomheder?
- Vil skabelse af beskæftigelse ske i regioner, der er præget af stor arbejdsløshed og/eller tendens til affolkning?
- Vil skabelse af beskæftigelse ske inden for befolkningsgrupper, hvor denne er af særlig betydning? Eksempelvis beskæftigelse af indvandrere og heraf positive effekter på integration eller inddragelse af marginaliserede grupper og fordelene herved.

4.3.3 Handelsbalance

I den samfundsøkonomiske vurdering tillægges øget eksport ikke større værdi end øget produktion til national anvendelse. Hvis der er tale om en øget produktion, der ikke mindsker andre af landets produktionsmuligheder, giver den øgede produktion øgede forbrugsmuligheder og dermed øget velfærd for den danske befolkning, hvad enten der er tale om direkte forbrug eller indirekte gennem forøgede forbrugsmuligheder som følge af eksport.

Fra politisk side kan der imidlertid være mere interesse omkring handelsbalancen. For 15 - 20 år siden var den væsentligste restriktion i den økonomiske politik betalingsbalancen (se figuren nedenfor). Det er imidlertid ikke længere tilfældet. På den baggrund kan det således diskuteres, om der overhovedet er grund til at tage specielle hensyn til handelsbalanceeffekterne.

Figur 4: Handelsbalancen



Såfremt der ønskes en vurdering af en teknologis betydning for handelsbalancen, må man imidlertid være varsom med udelukkende at vurdere bruttoeffekten, dvs. den direkte effekt fra den nye teknologi. Ligesom

ved beskæftigelsen er det vigtigt at vurdere, om den nye teknologi trækker ressourcer fra andre eksporterende erhverv. Et godt redskab til sådanne analyser er makroøkonomiske modeller eller generelle ligevægtsmodeller.

Der kan også være interesse i at se på effekten på den internationale samhandel generelt. Dette kan være begrundet i en betragtning om, at en forøgelse heri er en styrkelse i relation til den øgede globalisering.

4.3.4 Regionale effekter

Der kan fra brugeres og interessenternes side være interesse for at se på de mulige bidrag til udvikling af særlige regioner, altså hvorvidt en given teknologiudvikling vil kunne påvirke netop disse regioner. En af måderne, hvorpå en sådan udvikling kan påvirke bestemte regioner, er som beskrevet ovenfor gennem beskæftigelse.

Også på andre måder kan en regional udvikling påvirkes. I forbindelse med infrastrukturprojekter kan der eksempelvis være tale om betydelige påvirkninger på bestemte regioners udvikling.

4.3.5 Globale effekter

I den samfundsøkonomiske analyseramme anlægges normalt et nationalt synspunkt. Det betyder, at effekter, der ikke berører de danske borgers velfærd, ikke medtages i analysen.

Fra en mere politisk synsvinkel kan der dog være væsentlig interesse i en vurdering af, hvilke effekter en dansk udvikling medfører for andre lande.

Med hensyn til miljøeffektiv teknologi vil det først og fremmest dreje sig om internationale miljøeffekter. Såfremt en given udvikling har et væsentligt miljømæssigt potentiale ikke blot i Danmark men også i udlandet, bør dette vurderes. Der kunne også være tale om en udvikling, der resulterer i fjernelse af et dansk miljøproblem, delvist på bekostning af miljøet i andre lande.

Andre former for internationale effekter kan også være af interesse. I og med der på andre måder gives støtte til vækst, økonomiske og politisk udvikling i andre lande, vil sådanne typer effekter også kunne være af bredere samfundsmæssig interesse. Det kan eksempelvis dreje sig om effekter i form af højnelse af uddannelsesniveau i 3. verdenslande, øget beskæftigelse i lavtudviklede regioner eller påvirkning af børnearbejde.

Eksempel: Soft-N-Safe og produktion af castor olie

Den phthalatfri blødgører, Soft-N-Safe, er primært baseret på Castor olie, der produceres i Indien, Brasilien og Kina. Såfremt dette produkt for alvor slår igennem som alternativ til phthalater, er der et væsentligt potentiale for udvikling af Castor olie industrien, grundet de store volumener af phthalatforbrug. Dette kan få betydning for landbruget såvel som forarbejdningsindustrien i disse lande. Dette bliver på bekostning af producenter af phthalater, som primært er den tyske kemiske industri.

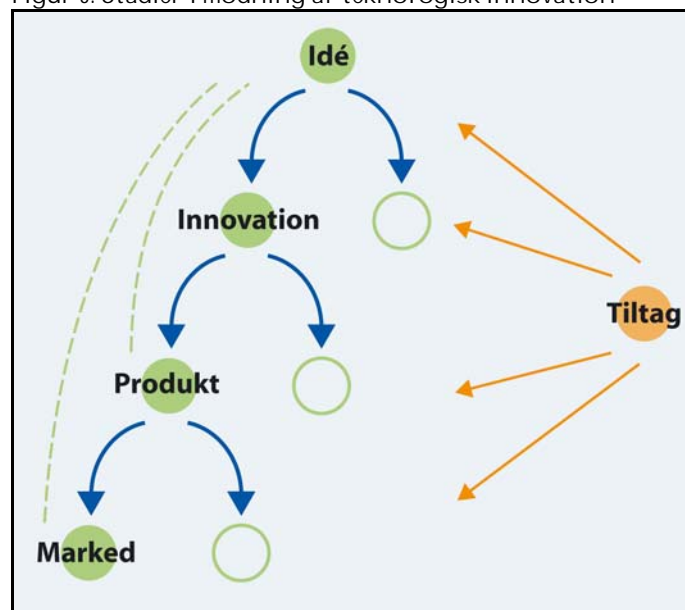
En vurdering konsekvenserne for Indien, Brasilien og Kina vil kræve, at man afdækker castor olie produktionen - f.eks. i hvilke områder vil den blive produceret, hvilken indtjening for dyrkning og udvinding, krav til uddannelsesniveau, maskiner og andre installationer etc.

4.4 Teknologisk innovation

Gennemgangen af de fire cases har vist, at det er afgørende for analysen og den metode der skal anvendes, på hvilket stadie af den teknologiske udvikling det givne produkt befinder sig. Det har således betydning både for tilgængeligheden af informationer og for graden af sikkerhed, hvormed størrelsen af omkostninger og markedspotentiale kan vurderes.

Figuren nedenfor viser en simplificeret illustration af de forskellige stadier i modningen af teknologisk innovation - fra idé til færdigt og markedsmodnet produkt.

Figur 5: Stadier i modning af teknologisk innovation



Figuren illustrerer, at virkemidler (således som det også er beskrevet i bilag 3) kan rette sig mod alle niveauer i processen., men det skal dog understreges, at nærværende metodevurdering ikke er rettet mod virkemiddelanalyser.

Endelig illustrerer figuren, at der på alle stadier i processen kan ske det, at processen stopper. De mulige årsager hertil er mangfoldige og inkluderer eksempelvis tekniske forhindringer, omkostningsforhold, hensigtsmæssigheden af virkemidlerne, konkurrenceforhold og internationale udviklinger samt holdninger og præferencer hos brugere.

På grund af vigtigheden af stadiet for den teknologiske udvikling kunne det overvejes at inddrage aspekter af innovationsteori til at vurdere de samfundsmæssige implikationer af teknologisk innovation inden for det miljøteknologiske område. I forbindelse med projektet "Grønt teknologisk fremsyn", som COWI gennemførte for Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling i 2002-2003, blev dette emne indgående behandlet. Innovationsteorien omhandler rammebetingelser og drivere for teknologisk innovation. I innovationsprocessen sker udviklingen i et samspil mellem en række **centrale faktorer** og det **kronologiske** aspekt. Det betyder, at for at et produkt kan modnes til markedet, skal ikke alene en række faktorer som f.eks. innovationsgrad, omkostningsstruktur, markedsføring, etc. indgå i rette dosering, men de skal også times på den rigtige måde.

Desuden sker de teknologiske forandringer på flere planer i de tre sfærer: Økonomisk, socialt og kulturelt. Politologen Andrew Jamison, som er forskningsprofessor på Lunds Universitet, har belyst dette i en af de artikler, der lå til grund for Grønt teknologisk fremsyn: "**What is technological change**", og illustrerer med følgende figur de centrale elementer i teknologisk forandring:

Tabel 5: Teknologisk innovation

| |
|--|
| Hvad er teknologisk forandring? |
| <i>Som økonomisk innovation (fokus på produkter):</i> Opfindelse/forskning -> Udvikling -> Produktion -> Markedsføring |
| <i>Som social konstruktion (fokus på aktører):</i> Videnskabsfolk/Ingeniører -> Entreprenører -> Erhvervsledere -> Mediatorer -> Befolkning |
| <i>Som kulturel tilegnelse (fokus på arenaer):</i> Workshops -> Fabrikker/Organisationer -> Medier/Uddannelse/Forretninger -> Husholdninger |

Kilde: Andrew Jamison: *What is technological change?* Oversat af COWI.

I forhold til miljøeffektive teknologier kan det således have stor betydning at vurdere, på hvilket stadie i "kronologien" den pågældende teknologi befinder sig, og i hvilken "sfære" barriererne for markedsgennemtrængning måtte befinde sig. Gennemgangen af casene illustrerer netop, at graden af modenhed af teknologien spiller en stor rolle for mulighederne for at vurdere både omkostnings- og benefitsiden. En systematisk vurdering af den miljøeffektive teknologiske stadiet med hensyn til faktorer og kronologi kunne således synes at være nødvendig baggrundsviden, før en samfundsmæssig endelig samfundsøkonomisk vurdering kan foretages.

Bilag 1: Historien om vindmøllerne

Indledning, baggrund og formål

Udviklingen i den danske vindmølle-industri står i manges bevidsthed som en stor miljø- og erhvervspolitisk succes, der bidrager til beskæftigelse *og* bidrager med væsentlige eksportindtægter til betalingsbalance-overskuddet.

Således leverede de to største danske vindmølleproducenter i 2004 omkring 99,7 % af deres samlede produktion til eksportmarkederne, som de også dominerede (dog til dels sammen med tyske og spanske producenter), idet disse to største danske vindmølleproducenter til sammen havde en verdensmarkeds-andel på hele 40,3 %. Til sammenligning havde de to største tyske vindmølleproducenter en verdensmarkedsandel på omkring 19 % til sammen, hvoraf 34 % af afsætningen blev leveret på eksportmarkederne, mens de to største spanske vindmølleproducenter havde en verdensmarkeds-andel på knap 21 %, hvoraf imidlertid "kun" knap 11 % blev leveret på eksportmarkederne.¹⁴

Det vil sige, at danske, tyske og spanske vindmølleproducenter dominerer verdensmarkedet med en verdensmarkedsandel i 2004 på over 80 % til sammen, heraf tegnede Spanien og Tyskland sig for over 50 %. Spanien, og til dels Tyskland, har således oplevet en særdeles kraftig udbygning af vindenergisektoren i de seneste år og er som følge heraf blandt de lande, der har den største vindenergi-kapacitet.

Den danske styrkeposition tilskrives langt hen ad vejen, at der allerede tidligt i den udvikling, som førte til opbygningen af den moderne danske vindmølle-industri, var en spirende (folkelig) interesse for udviklingen af alternative energikilder. Denne blev senere fulgt op af politiske tiltag som blandt andet understøttede et marked for vindkraft-produceret elektricitet (og dermed et dansk hjemmemarked for vindmøller). Tilsvarende har man i de senere år, først i Tyskland og de seneste år også i Spanien, set tiltag, som har haft til formål at understøtte en kraftig ekspansion af vindkraften og som samtidig har resulteret i udviklingen af en national vindmølleindustri (der dog ind til videre har hjemmemarkedet som sit klart vigtigste marked).

Historien om vindmøllerne er således udvalgt med henblik på - primært med udgangspunkt i tidligere analyser - at illustrere samt forsøge at uddrage læring af et konkret eksempel på en miljø-teknologisk succes; dels i forhold til hvordan innovation af miljøeffektiv teknologi fremmes bedst muligt, dels i forhold til metodemæssige udfordringer og løsninger i relation til samfundsmæssige vurderinger af miljøeffektiv teknologi som kunne spille ind til metodeovervejelserne i hovedrapporten og dermed understøtte udviklingen af denne rapports hoveddel.

Hovedformålet med dette afsnit er altså at bidrage med inspiration til metodeovervejelserne, ikke mindst i relation til behandlingen af de bredere effekter.

Formål

¹⁴ Fremgår af: "International Wind Energy Development - World Market Update 2004", BTM Consult Aps, March 2005.

Udviklingen af den moderne danske vindmølleindustri.

Udviklingen af den moderne danske vindmølleindustri er blevet beskrevet og analyseret i forskellige sammenhænge. I et relativt nyt studie, som også bygger på nogle af de tidligere studier, analyseres denne udvikling således med henblik på at uddrage en eventuel læring i relation til strategisk udvikling af vedvarende energi-teknologier¹⁵.

Heri konkluderes det, at der har været mange og forskelligartede faktorer som har bidraget til den succesfulde udvikling af den moderne danske vindmølleindustri, hvoraf nogle har været ganske unikke for det danske samfund og i enkelte tilfælde endda specifikke for vindmøllehistorien, mens andre faktorer og træk ved udviklingen nemmere kan reproducere.

Blandt de faktorer som fremhæves, nævnes forskellige kulturelle træk, som er/har været relativt specifikke. Disse omfatter bl.a. en **historisk tradition** for at anvende vindmøller - en tradition som går langt tilbage, men som i nyere historisk tid bl.a. betød en øget interesse for, og anvendelse af, vindmøller til produktion af elektricitet i forbindelse med anden verdenskrigs knaphed på brændsler. På trods af at interessen dalede igen i de følgende årtier efter krigen, fastholdt en lille kreds et fortsat udviklingsarbejde (som bl.a. blev starten til udvikling af den teknologi der var nødvendig for at kunne tilslutte møllerne til el-nettet), hvilket har været med til at opbygge og akkumulere viden på området. I kølvandet på den første energikrise voksede interessen for vindkraft igen, dels drevet af et ønske om at opnå en øget forsyningsikkerhed og uafhængighed af fossile brændsler, dels i forlængelse heraf drevet af en kraftig og organiseret modstand mod atomkraft som alternativ energikilde, og senere en generelt voksende **miljøbevidsthed** på græsrodsniveau (som samtidig var med til at mindske en potentiel folkelig modstand mod opstilling af vindmøller).

Dette, kombineret med en gradvist mere målrettet allokering af offentlige midler til udvikling af alternative energikilder, førte op gennem 1970'erne til konstruktion og opstilling af et større antal vindmøller på demonstrationsbasis, som muliggjorde en opsamling af erfaring og viden på området (det sidste bl.a. gennem etablering af det der i dag er Danmarks Vindmølleforening og gennem etablering af foreningen Danske Vindmøllefabrikanter). I forlængelse heraf fremhæves som en anden kulturel faktor af betydning den danske tradition for kooperative ejerformer, som udspringer af **andelsbevægelsen** og som førte til etablering af de første såkaldte vindmøllelaug, godt hjulpet på vej af det dengang i 1979 nyoprettede Energiministerium og en folketingsbeslutning samme år om at indføre et direkte investeringstilskud på 30 % til etablering af godkendte vindmøller. Dette var med til at grundlægge et dansk hjemmemarked, ligesom dette også kan have været med til at øge den folkelige accept.

Endelig kan det i forlængelse heraf nævnes, at vindforholdene i Danmark er relativt gode (sammenlignet med de fleste andre europæiske lande), hvilket har begunstiget den omfattende udbygning på land og været med til at sikre privatøkonomien i vindmøllemedejerskab.

Sideløbende hermed etableredes også formelt det **nationale test-center** (i forbindelse med forsknings-center Risø) som fik stor betydning for udviklingen og implementeringen af **teknologi- og produkt-standarder**, som vindmøller skulle leve op til for at opnå godkendelse.

Ud over at etableringen af test-centeret på denne måde i begyndelsen medvirkede til at **højne kvalitet og ydeevne**, og samtidig **sikre de private investorer** at godkendte vindmøller levede op til visse minimumskrav, fremhæves det, at

Kulturelle og samfundsmæssige forhold mv.

Teknologi- og produkt-standarder

¹⁵ Dette følgende afsnit bygger som primær kilde på: "Strategic Development of Renewable Energy Technology in Europe", Peter Michael Connor, Ph.D.-Thesis Submitted to the Energy and Environment Research Unit, Faculty of Technology, Open University, September 2001.

| | |
|---|---|
| Små og mellemstore virksomheder | <p>etableringen af centret yderligere medvirkede til systematisk opsamling og videreformidling af den nyeste viden og erfaring. Dette gjaldt ikke mindst i de tidlige faser, hvor vindmølleproducenterne bl.a. var karakteriseret ved relativt små og lavteknologiske virksomheder, der groft sagt videreudviklede teknologien baseret på praktiske erfaringer med tidligere produkter/vindmøller. På denne måde, fremhæves det, blev centret også på længere sigt medvirkende til at styrke danske vindmølle-producenters konkurrence-evne på hjemmemarkedet såvel som på eksportmarkederne¹⁶. Også de små og til dels mellemstore virksomheder, som fandt og turde satse på en niche i et spirende marked, og som ikke mindst i begyndelsen var karakteristiske for de danske vindmølleproducenter, fremhæves som en faktor af betydning.</p> |
| Samarbejde mellem industri og myndigheder, herunder vilje til at fjerne barrierer | <p>Dette hævdes nemlig, som antydnet oven for, at have været afgørende for den langt hen ad vejen "lærings-baserede" ("bottom-up") videreudvikling af produkterne, baseret på producenter og brugeres udveksling af praktiske erfaringer med tidligere produkter/vindmøller (i mindre skala), som angiveligt har været karakteristisk for den danske udvikling. Denne udvikling står i modsætning til en mere traditionelt videnskabeligt forskningsbaserede ("top-down") tilgang til udviklingen, som angiveligt har været karakteristisk for andre landes tidligere, mere eller mindre fejlslagne, forsøg på at stimulere udviklingen af en national vindmølleindustri.</p> |
| Offentlige støtteordninger | <p>Det hævdes også mere generelt, at udviklingen af den moderne danske vindmølleindustri har været karakteriseret ved forskellige former for samarbejde mellem industri og myndigheder. For der første gennem etableringen af det nationale test- og udviklingscenter, som ganske oplagt har lettet udviklingen af teknologien fra et mere umodent stadie til et stadie, hvor teknologien har været modnet til en egentlig kommerciel udnyttelse. For det andet har der fra myndighedernes side været opmærksomhed på og vilje til at fjerne forskellige barrierer for anvendelse af teknologien. for eksempel ved at gennemtvinge net-adgang for producenter af elektricitet baseret på vedvarende energi såsom vindkraft, samt ved at forpligte el-selskaber til at aftage elektricitet produceret ved hjælp af eksempelvis vindkraft (vel at mærke til en for producenterne relativt fordelagtig pris).</p> <p>Også en langsigtet energiplanlægning som blandt andet har prioriteret en udbygning af forsyningen med vedvarende energi (ikke mindst vindkraft), hævdes at have haft stor betydning¹⁷.</p> <p>Den helt afgørende faktor for udviklingen i den danske vindmølle-industri anføres i forlængelse heraf at have været et længerevarende og vedholdende engagement for at stimulere et hjemmemarked for elektricitet baseret på vedvarende energi¹⁸, først og fremmest vindkraft, gennem forskellige støtteordninger - om end udformningen af disse ganske vist er blevet ændret gennem årene.</p> |

¹⁶ Nogle vil endvidere hævde, at disse nationale teknologi- og produkt-standarder har favoriseret og givet en konkurrencefordel til danske producenter, idet de har besværliggjort udenlandske producenter adgang til det danske marked.

¹⁷ Endelig kan det have haft betydning, at myndighederne med planloven har haft et redskab til på den ene side at udpege egnede områder til opsætning af større vindmølle-anlæg (områder med egnede vindforhold), og på den anden side hindre en vilkårlig spredning af vindmøller udover landskabet, hvilket kunne have ført til en langt større folkelig modstand.

¹⁸ Som et særligt eksempel kan nævnes: Et af de vigtigste markeder for den danske vindmølleindustri var i starten af 1980'erne det californiske vindmøllemarked, som var kraftigt støttet. Støtten ophørte dog midlertidigt fra 1986-88, hvilket betød et kollaps af det californiske marked for vindmøller og førte til fallit hos en stor del af de danske og udenlandske vindmølleproducenter. Danske myndigheder pressede imidlertid de danske elselskaber til at investere i vindmøller og hindrede dermed den totale fallit hos danske vindmølleproducenter, hvilket hævdes at have betydet, at de tilbageværende danske vindmølleproducenter stod relativt stærkt, da efterspørgslen igen voksede kraftigt på bl.a. det californiske marked.

Adgang til kapital

I begyndelsen, dvs. fra slutningen af 1970'erne og op gennem 1980'erne, blev støtten først og fremmest givet som anlægstilskud til vindmøllejerne samt direkte tilskud til udviklingsaktiviteter i vindmøllebranchen, som senere blev afløst af andre ordninger med lavere investeringstilskud til gengæld for et pristillæg til elektricitet produceret på vindkraft (hvis størrelse dog har varieret gennem årene). Senere, dvs. op gennem 1990'erne, har de dominerede støtteordninger været i form af produktionstilskud til elektricitet produceret ved hjælp af vindkraft, samt en forpligtelse hos el-selskaberne til at aftage elektricitet til en særligt høj pris, når den var/er produceret ved hjælp af eksempelvis vindkraft. Der har også været ordninger som har betydet skattebegunstigelser til vindmølleejere, ligesom dele af produktionstilskuddene har været givet som kompensation for energi- og CO₂-afgifter på elektricitet produceret eksempelvis ved hjælp af vindkraft.

Et sådant vedholdende engagement, til dels koblet med de kooperative ejerformer, har endelig medvirket til at tilvejebringe den nødvendige sikkerhed for afkastet af ellers umiddelbart usikre investeringer i vindkraft-projekter, og har dermed også medvirket til at **lette adgangen til kapital** til at foretage de nødvendige investeringer.

Afslutningsvist kan det supplerende nævnes, at den centrale tese/konklusion om et længevarende og vedholdende (politisk) engagement for økonomisk og reguleringsmæssigt at stimulere udviklingen af et stabilt hjemmemarked som en afgørende (om end ikke i sig selv tilstrækkelig) faktor for udviklingen, understøttes af dansk forskning inden for miljøteknologisk innovation og markedsudvikling som fremhæver udviklingen af vindmølleindustrien som et godt eksempel på en succesfuld understøttelse af teknologiudvikling gennem politisk regulering af markedet.¹⁹ Heri lægges vægt på, at en succesrig udvikling af miljøteknologi kræver, at man fra politisk side gennem markedet aktivt støtter de miljøvenlige teknologier. Og det fremhæves således, hvorledes den danske markedsorienterede støtte var stærkt medvirkende til, at vindmølleindustrien udviklede sig som den gjorde i Danmark og ikke som i eksempelvis i USA eller Tyskland.

Samfundsøkonomisk vurdering

I Det Økonomiske Råd's "Vurderinger af 90'ernes miljø- og energipolitik"²⁰ underkastes (udvalgte dele af) halvfemsernes miljø- og energipolitik indledningsvist en traditionel samfundsøkonomisk analyse, der i første omgang ser bort fra eventuelle erhvervspolitiske fordele (men som i modsætning til tidligere analyser inddrager forvriddningseffekter knyttet til skatte-finansiering af de udvalgte tiltag og/eller af afgifter som virkemidler, fx miljøafgifter). Ikke mindst de forskellige initiativer til fremme af forskning, udvikling og udbredelse af vedvarende energi, primært vindkraft, er genstand for grundig analyse.

Disse traditionelle samfundsøkonomiske analyser udvides efterfølgende med vurderinger af, hvorvidt den førte miljø- og energipolitik har haft gunstige erhvervspolitiske konsekvenser i form af en bedre indtjeningssevne i de "begunstigede" brancher end i sammenlignelige brancher, f.eks. indikeret ved at aflønningen af kapital og arbejdskraft i disse brancher er - eller har været - højere end i andre brancher. Det er hovedsageligt denne del af analysen som er i fokus her.

¹⁹ Jf. Professor Peter Karnøe, Copenhagen Business School, i en interview-artikel i konference-materiale udarbejdet til Teknologirådets konference "Lille land hvad nu? - Hvordan ser det fremtidige danske videnssamfund ud?", august 2005. Se eksempelvis også Peter Karnøe, Peer Hull Kristensen og Poul Houman Andersen (red.): *Mobilizing Resources and Generating Competences*, Handelshøjskolens Forlag 1999

²⁰ Kapitel III i vismandsrapporten "Dansk Økonomi forår 2002".

Det bør understreges, at fokus her altså overordnet er rettet mod *ex-post* vurderinger af den samfundsmæssige værdi af virkemidler i den konkrete førte miljø- og energipolitik²¹, gennem anvendelse af kendte, relativt veludviklede teknologier. Konkret er der især fokuseret på analyser af vindkraft-udbygningen, idet vindmøllebranchen synes at være den eneste af de udvalgte brancher i den her definerede miljøsektor, som har bedre indtjening end andre brancher.

Statistisk afgrænsning og beskrivelse af sektor og brancher

Indledningsvist foretages en statistisk afgrænsning af den danske miljøsektor, som efterfølgende beskrives med hensyn til omfang og udvikling i den relevante periode, alt sammen med henblik på at kunne foretage en vurdering af hvor vidt miljøsektoren rent faktisk har været særligt værdiskabende i den pågældende periode. Det skal her bemærkes, at en præcis og detaljeret afgrænsning har vist sig vanskelig.

Der findes forskellige officielle, men meget omfattende, definitioner. Her er imidlertid valgt at tage udgangspunkt i en mere praktisk tilgang baseret på resultaterne fra tidligere danske undersøgelser, hvor afgrænsningen tager udgangspunkt i en række brancher der oplagt tilhører miljøsektoren, og betegnes miljøsektorens kernebrancher²² (hvor dog ikke hele aktiviteten nødvendigvis ligger inden for miljøområdet). Herudover medtages en række såkaldt perifere brancher²³, som er nødvendige at medtage for at kunne rumme den samlede miljøsektor.

Konkret påvises det, at kernebrancherne under ét har haft en kraftigere vækst i perioden, målt på bl.a. beskæftigelse, omsætning og eksport, end resten af den private sektor, mens de perifere brancher har haft en generelt svagere vækst. Specielt med hensyn til eksport er udviklingen i vindmøllebranchen markant forskellig fra resten af miljøsektoren, idet branchen har været ene om at sikre, at miljøsektorens eksportandel i den private sektor steg i perioden²⁴. Med hensyn til omsætning kan tre fjerdedele af miljøsektorens ekspansion inden for den private sektor tilskrives vindmøllebranchen. For fuldtidsansatte kan omkring halvdelen af stigningen i miljøsektorens andel af den private sektor tilskrives vindmøllebranchen.

I forlængelse heraf konkluderes, at danske virksomheder i vindmøllebranchen opererer under forholdsvis hård konkurrence på verdensmarkedet, hvor de imidlertid afsætter, hvad der svarer til en stor del af den samlede omsætning på verdensmarkedet for vindmøller; et marked der i øvrigt ikke af den grund udviser udprægede tegn på stor markedsconcentration.

Ekstraordinært værdiskabende sektorer og brancher

I undersøgelsen af eventuelle positive erhvervsøkonomiske virkninger af miljøpolitikken afdækkes først, om de forskellige brancher i miljøsektoren har været eller er særligt værdiskabende. Herefter vurderes, om den førte miljø- og energipolitik har påvirket værdiskabelsen i de brancher, der måtte vise sig at være særligt værdiskabende.

²¹ I relation til opnåelse af miljømæssige mål.

²² Eksempelvis produktion af vindmøller, genbrug af affaldsprodukter, engroshandel med affaldsprodukter, rådgivende ingeniører inden for forskellige områder, miljøtekniske analyser og målinger, kloakvæsen og rensningsanlæg, renovation og renholdelse samt lossepladser og forbrændingsanstalter.

²³ Eksempelvis genbrug af gummi, genbrug af jern og stål, produktion af væsepumper (delvis), produktion af forbrændingsovne m.m. (delvis), samt vandforsyning, der indeholder indvinding, rensning og distribution af vand, samt dele af vvs-branchen (kloak).

²⁴ Det skal her understreges, at en branches eksport ikke i sig selv er en tilstrækkelig indikator for overnormal værdiskabelse. Eksport skaber overnormal værdi under samme omstændigheder, som hjemmemarkedssalg gør det. Et af de få særlige tilfælde, hvor eksport i sig selv kunne skabe overnormal værdi, er, hvis der er mangel på udenlandsk valuta. I dette tilfælde skaber eksport af en vare mere værdi, end hvis varen blev afsat på hjemmemarkedet. På de internationale kapitalmarkeder er der dog i dag gode muligheder for at låne udenlandsk valuta til køb af varer og tjenester i udlandet, og udenlandsk valuta er derfor ikke nogen knap ressource.

Som kriterier for at en økonomisk aktivitet præsterer en ekstraordinær værdiskabelse, lægges det i analysen herefter til grund, at:

- Den bedste alternative anvendelse af det medgåede forbrug af kapital og arbejdskraft ville medføre en lavere aflønning. Hvis det medgåede forbrug af arbejdskraft ikke ville have haft en alternativ anvendelse, øger den pågældende aktivitet beskæftigelsen i samfundet.
- Den producerede vare eller tjenesteydelse er værdsat af forbrugerne og har ikke nære substitutter. Det betyder, at husholdningernes velfærd ved forbrug af den pågældende vare eller tjenesteydelse bliver større sammenlignet med en situation, hvor andre varer eller tjenesteydelser ville blive forbrugt.

Ræsonnementet bag opstilling af disse to kriterier bygger bl.a. på argumentet om, at kapital og arbejdskraft i de fleste tilfælde vil have en alternativ anvendelse med en tilsvarende aflønning. Det vil sige, at værditilvæksten i traditionel forstand - forstået som aflønningen af den medgåede kapital og arbejdskraft - ikke i sig selv er et mål for om en økonomisk aktivitet er/har været særlig værdiskabende. Dette vil kun være tilfældet for så vidt den medgåede kapital og arbejdskraft ikke ville have haft en alternativ anvendelse. Tilsvarende argumenteres for, at en forudsætning for at en økonomisk aktivitet er/har været særligt værdiskabende er, at alternative varer eller tjenesteydelser ikke ville give forbrugerne samme behovstilfredsstillelse (forbrugeroverskud eller "consumer surplus") som den vare eller tjenesteydelse, der er produktet af den specifikke økonomiske aktivitet (når den samfundsmæssige værdi af en økonomisk aktivitet bl.a. forudsættes at afspejle den behovstilfredsstillelse, som forbrugerne opnår ved forbrug af den producerede vare eller tjenesteydelse).

På baggrund af de statistiske indikationer af en ekstraordinær vækst i produktion og beskæftigelse udvælges vindmøllebranchen som tidligere nævnt til en nærmere analyse af en eventuel merbeskæftigelse og merproduktion. Indledningsvist konkluderes, at der ikke er skabt merbeskæftigelse gennem ansættelse af personer der generelt har svært ved at få fodfæste på arbejdsmarkedet. Her tænkes først og fremmest på ufaglærte, idet de ansattes uddannelsesmæssige baggrund generelt synes lidt bedre end industriens set under ét²⁵. Ligeledes forudsættes/konkluderes, at der for så vidt angår forbrug af varer og tjenesteydelser fra den danske miljøsektor ofte findes nære substitutter hertil, eventuelt importerede varer eller tjenesteydelser, til sammenlignelige priser fx miljøvenlig elektricitet fremstillet på vandkraft og importeret fra Sverige og/eller Norge²⁶. Således fokuseres i den videre analyse alene på spørgsmålet om en eventuel overnormal aflønning af kapital og arbejdskraft²⁷.

²⁵ Tværtimod har beskæftigelsesvæksten i vindmøllebranchen været med til at skabe lokale flaskehalse i perioder.

²⁶ Denne konkrete antagelse må siges at være diskutabel, idet den bl.a. forudsætter at den danske forbruger ikke bekymrer sig om hvor vidt der så vil være større forbrug af mindre miljøvenlig elektricitet andre steder (fx Sverige og Norge), ligesom den ignorerer eventuelle hensyn til forsyningssikkerhed og uafhængighed.

²⁷ Det bør bemærkes, at det påpeges, at overnormal profit pga. en national førerstilling på markedet omvendt kan have (mer-) omkostninger for den danske forbruger. Der overføres med andre ord værdi fra forbrugere til virksomheder, hvorfor det er vigtigt at være opmærksom på konkurrencesituationen på hjemmemarkedet. Det erkendes dog, at det vil "være en fordel for den samlede danske velfærd, hvis danske virksomheder drager fordel af markedsmagt på eksportmarkederne til at opnå overnormal indtjening. Dette sker i så fald på bekostning af udenlandske forbrugeres velfærd".

Fokus på
vindmøllebranchen

Tilsyneladende
ingen
merbeskæftigelse

Overnormal
aflønning af kapital
og/eller arbejdskraft
som indikation af
ekstraordinær
værdskabelse

Den såkaldte normalaflønning - eller det alternative afkast (alternativomkostningen) - til arbejdskraft og kapital i en sektor eller branche fastlægges ud fra afkastet i sammenlignelige brancher, hvor arbejdskraften og kapitalen alternativt kunne anvendes. Det antages her implicit, at der er en alternativ anvendelse, ligesom det implicit antages, at det gennemsnitlige afkast i andre brancher er et relevant udtryk for det marginale afkast af at få tilført yderligere ressourcer. I den sammenhæng er det vigtigt at være opmærksom på, at eventuelle afkastforskelle i princippet kan afspejle forskellige forventninger til den risiko der er knyttet til investering i forskellige brancher. Det vil sige, at denne risiko helst skal være sammenlignelig for de brancher, som indgår i sammenligningen af afkast, for at afkastforskelle kan anvendes som et godt udtryk for, om der er overnormal forrentning²⁸. Som konkret mål for den enkelte branches forrentning eller kapitalafkast benyttes i denne sammenhæng resultatet af den primære drift (dvs. overskuddet før finansielle poster) divideret med ikke-finansielle aktiver, for netop at måle forrentningen eller kapitalafkastet fra de primære aktiviteter (og kun det).

For vindmøllebranchen findes konkret, at det beregnede gennemsnitlige kapitalafkast i den/de betragtede periode/-r (dels 1999, dels 1998-2000 i en gennemsnitsbetragtning) er på niveau med det tilsvarende afkast i såvel den betragtede referencebranche som i industrien samlet set. Der er således ikke umiddelbart belæg for overnormal aflønning af kapital.

Til gengæld findes, at der er overnormal aflønning af arbejdskraft i vindmøllebranchen, når der sammenlignes med såvel den betragtede referencebranche som industrien samlet set. Dette baseres på en statistisk model for aflønningen af arbejdskraft, der forklarer timelønnen på baggrund oplysninger om lønmodtagernes uddannelse, erfaring, køn, civilstand og bopælskommune (provins eller hovedstad), samt naturligvis oplysninger om branchetilhør - modellen er dog ikke i stand til at tage højde for om en eventuel lønforskel i virkeligheden f.eks. afspejler compensation for natarbejde eller lignende, hvilket kan føre til fejlvurderinger, hvis der er systematiske forskelle i sådanne forhold mellem brancherne.

Ved tilsvarende beregninger, blot for en anden periode (nemlig 1997), findes for vindmøllebranchen, at den overnormale aflønning var lidt mindre, mens kapitalafkastet omvendt nu var noget højere end i de sammenlignelige brancher. Under et var det overnormale afkast i vindmøllebranchen i denne periode også positivt.

Sammenfattende konkluderes således, at der synes at være (eller have været) overnormal forrentning i vindmøllebranchen.

Vurdering af
forventninger til
fremtidige afkast

Afslutningsvist forsøges det at vurdere de fremtidige afkast i en given branche; eller rettere, forventningerne hertil. For at vurdere fremtidige afkast tages udgangspunkt i aktiekurser, der fortolkes som prisen på en til aktien svarende andel af virksomhedens fremtidige profit. Den kurs, der dannes i ligevægt på aktiemarkedet, antages derfor at afspejle markedsdeltagernes forventninger til den tilbagediskonterede værdi af en virksomheds fremtidige profit. Med henblik på at vurdere hvorvidt der er forventninger til, at overskud i fremtiden bliver større end det seneste overskud, kan aktiekursen således sammenholdes med seneste overskud, dvs. aktiekursen divideres med overskuddet pr. aktie (den såkaldte p/e-værdi eller "price-earning ratio").

²⁸ Der argumenteres i den forbindelse for, at forudsætningen om ens risiko og dermed ens risikopræmier synes rimelig for så vidt angår risici knyttet til produktionsomkostningerne (da brancherne er inddelt efter arten af produktion). Forudsætningen synes imidlertid mere problematisk for så vidt angår risici knyttet til afsætningsforholdene, der i højere grad må formodes at afhænge af de enkelte produkter og deres markedskarakteristika.

Ved at se på aktiekurserne og indtjeningen for udvalgte vindmølleproducenter konkluderes herefter, at aktiekurserne har afspejlet, at der generelt har været forventninger til stigende fremtidige afkast hos disse vindmølleproducenter (om end forventningerne er blevet mere afdæmpede gennem den analyserede periode)²⁹.

På baggrund af de konkrete analyser konkluderes endelig, at der er indikation for, at "vindmøllebranchens indtjeningsevne er bedre end for brancher med lignende karakteristika".

Med dette udgangspunkt søges det at vurdere om den konkrete førte miljø- og energipolitik har været medvirkende til at gøre vindmøllebranchen særligt konkurrencedygtig og indbringende, ligesom det søges at vurdere værdien af den forbedring af branchens indtjeningsevne, der kan tilskrives politikken, sammenholdt med politikken omkostninger.

Som også tidligere beskrevet er der indikation for, at den førte miljø- og energipolitik har været kraftigt medvirkende til at opbygge og ikke mindst understøtte et hjemmemarked for vindmøller og vindmølleproduceret elektricitet, og dermed til udvikling og erfaringsopbygning hos danske vindmølleproducenter, hvorigennem disse har fået styrket deres konkurrencekraft.

For at kunne vurdere værdien af den erfaringsopbygning, som miljø- og energipolitikken stimulerer af vindmølleproduktionen således har medført, gennemføres estimationer af erfaringsraten, der kan fortolkes som et udtryk for, hvor meget enhedsomkostningerne falder, når den kumulerede produktion fordobles³⁰. Erfaringsraten har dermed betydning for, hvor stort produktionsomfang der er påkrævet for at gøre en virksomhed eller branche konkurrencedygtig, idet størrelsen af erfaringsraten også kan siges at indikere potentialet for at reducere omkostningerne ved at øge produktionen.

Med udgangspunkt i estimation af erfaringskurver vurderes herefter konkret hvad virkningen af tilskud til vedvarende energi har været i relation til vindmølleindustriens produktionsomkostninger, idet det således antages, at elproduktionstilskuddet til vindmøller har medført stigende hjemmemarkedsefterspørgsel efter vindmøller og dermed har øget erfaringsmængden.

I beregningen af produktionstilskuddenes betydning for produktionsomkostningerne estimeres først, hvad hjemmemarkedssalget ville have været, hvis der ikke havde været produktionstilskud. Dette skøn indsættes i erfaringskurven, hvorved der opnås et skøn over, hvad produktionsomkostningerne ville have været, hvis der ikke var givet elproduktionstilskud. Dette skøn sammenlignes med modelberegninger af, hvad omkostningerne ville have været ifølge erfaringskurven med de faktiske produktionstilskud.

Endelig beregnes så værdien af støtte til vindmøllebranchen med udgangspunkt i forskellen mellem omkostningerne og afsætningen i scenarier "med" henholdsvis "uden" tilskud.

På tilsvarende vis vurderes virkningen af tilskud til forskning og udvikling i vindkraft, som antages at føre til forbedret vindmølle teknologi og dermed

²⁹ I forbindelse med analysen understreges dog, at empirien viser, at der er grund til at være forsigtig med fortolkning af p/e-værdien som indikator for den fremtidige indtjening.

³⁰ Det bør understreges, at det naturligvis er en vigtig forudsætning for på denne måde at vurdere politikker rettet mod at stimulere hjemmemarkedet, at hjemmemarkedet er særligt vigtigt for erfaringsopbygningen. En indikation heraf kunne være, at salg til hjemmemarkedet udgør en forholdsvis stor andel af den samlede produktion. En anden indikation heraf kunne være, at den marginale erfaringsopbygning er stor, selvom volumen er lille, f.eks. fordi virksomhederne bruger hjemmemarkedet til at "afprøve" nye produkter, med henblik på at opbygge erfaring før produkterne forsøges afsat på verdensmarkedet - hvor dette sidste meget vel kunne have været tilfældet for vindmøllebranchen, især tidligt i udviklingen.

Konkrete resultater

lavere omkostninger ved produktion af vindkraft, ligesom tilskud til forskning og udvikling inden for vindkraft påvirker omkostningerne ved produktion af vindmøllestrøm, fordi de muliggør en bedre udnyttelse af vindressourcerne. Den forbedrede rentabilitet af vindmøller påvirker salget af vindmøller positivt, og erfaringen i vindmøllebranchen stiger derfor også af den grund på længere sigt, når der gives støtte til forskning og udvikling.

På baggrund af de samlede analyser konkluderes afslutningsvist, at den danske vindkraftudbygning i 1990'erne har givet et samfundsøkonomisk tab på ca. 3 mia. kr. (alle tal er i 2002 prisniveau).³¹

Tabet er sammensat af meromkostninger til elproduktion på Over 25 mia. kr., der ikke fuldt ud opvejes af miljøfordelene på Knap 21 mia. kr. (ved en høj værdisætning af fortrængt CO₂ på 270 kr. pr. ton³²) og de afledte erhvervsmæssige fordele på knapt 2 mia. kr. En væsentlig årsag hertil er, at det i analysen er antaget, at der i udgangspunktet var rigelig

elproduktionskapacitet, hvorfor vindkraftudbygningen antages at have resulteret i opbygning af en overskudskapacitet for elproduktion og kun sparet brændselsudgiften på kraftværkerne. En medvirkende forudsætning er, at røgrensning på kraftværkerne har haft den konsekvens, at den elproduktion, som vindmølleproduceret elektricitet erstatter, er mindre miljøbelastende. Den erhvervsmæssige fordel på knap 2 mia. kr. af elproduktionstilskud til vindmøller kommer fra, at tilskuddet øger salget af vindmøller og derved stimulerer erfaringsopbygningen i vindmøllebranchen. Dette har medført faldende omkostninger og forbedret konkurrenceevne i branchen.

Afslutningsvist skal det retfærdigvis tilføjes, at en udbygning med havvindmøller er vurderet som et muligt fremtidigt projekt (idet der er taget udgangspunkt i den tidligere regerings forslag til opførelse af nye havvindmøller). Beregningerne³³ viser, at projektets samlede nettofordel er positiv med godt 1,5 mia. kr. - endda uden indregning af erhvervsmæssige fordele. Dette dækker over meromkostninger på godt 2 mia. kr. og en miljøgevinst på knap 4 mia. kr. Omkostningerne dækker over investeringer og drift på godt 5 mia. kr. fratrukket en brændselsbesparelse på godt 3 mia. kr. ved alternativ elproduktion.

Også de bedste vindmøller på land vurderes i dag med stor sandsynlighed at være samfundsøkonomisk rentable.

Eksemplet viser således også, at nye vindmølleprojekter godt kan være rentable investeringer i kraft af den stedfundne teknologiske udvikling (på trods af at satsningen historisk har været underskudsgivende).

³¹ Den i beregningerne anvendte diskonteringsrate er sat relativt højt til 6 pct. (en alternativ diskonteringsrate på 3 pct. ville vindkraftudbygningen netop blive samfundsøkonomisk rentabel, endda uden indregning af de erhvervsmæssige fordele).

³² Ved en alternativ beregning hvor de miljømæssige fordele ved fortrængning af CO₂ værdisættes lavere til 47 kr. pr. ton, udgør den samlede værdi af miljøfordelene tilsvarende kun ca. 8 mia. kr. hvor ved det samfundsøkonomiske tab kommer op på godt 15 mia. kr. (når de erhvervsmæssige fordele indregnes).

³³ Som angiveligt er baseret på tal fra Energistyrelsens publikation "Omkostninger og miljøgevinster ved emissionsreduktioner", Energistyrelsen 2001.

Bilag 2:Cases

De fire cases, der er præsenteret i det følgende, har haft som formål at spille ind til metodeovervejelserne i hovedrapporten og dermed understøtte udviklingen af denne rapports hoveddel. Emnerne for casene har taget afsæt i en første screening af en bruttoliste af muligheder og en efterfølgende diskussion heraf med Miljøstyrelsen. Udarbejdelsen af casene har været forestået af økonomer med et vist forhåndskendskab til det pågældende emne, og Miljøstyrelsen har bistået i tilvejebringelsen af tilgængelig baggrundsinformation.

Det skal understreges, at det **ikke** er emnet for denne rapport som sådan at foretage en samfundsmæssig vurdering af de pågældende cases, og at den følgende gennemgang af casene **ikke** kan vurderes selvstændigt med hensyn til hverken datagrundlag, analyse eller konklusioner.

Det er således yderst centralt at holde sig hovedformålet med casene for øje, nemlig at bidrage til **metodeovervejelserne**, tillige med den begrænsede kalendertid på godt og vel en kalendermåned og de begrænsede ressourcer, der har været til at udarbejde casene.

Når det er sagt, skal det understreges, at udarbejdelsen af casene har været et centralt bidrag til de resulterende metodeovervejelser, som er præsenteret i nærværende rapport. Ved at forsøge at arbejde med de metodemæssige aspekter i praksis har det været muligt at afsøge konsistens, relevans og praktisk gennemførlighed i relation til specifikke dele af metoden.

Konkret skal det bemærkes:

- I hver enkelt case er der fokuseret på udvalgte dele af metoden. I valget af fokus har det blandt andet spillet ind, hvor gode data og informationer, der umiddelbart var til stede, og hvad casene umiddelbart præsenterede sig som et godt eksempel for at afprøve.
- Metoden er blevet udviklet sideløbende med, at casene er udarbejdet. Der er derfor ikke nødvendigvis konsistens mellem vægtningen af forskellige elementer i casene og ej heller i de metodemæssige valg, som de forskellige cases har gjort.
- Det har været meget begrænset, hvad der har været foretaget af yderligere dataindsamling og konsultationer hos interessenter. Tidsrammen har ikke muliggjort dette, og i med at casenes formål jo har været det metodeafsøgende har dette aspekt heller ikke været første prioritet i arbejdet.

Casene er således produkter, der er skabt i processen, og de gennemførte beregninger, de foretagne antagelser og de etablerede scenarier er baseret på et relativt knapt datagrundlag og i fravær af de substantielle interessent konsultationer, der vil være en integreret del af en decideret samfundsmæssig analyse. Derfor kan casene ikke bruges til at konkludere omkring perspektiver og muligheder i de enkelte teknologier - da en mere gennemgribende analyse- og konsultationsproces ikke alene vil kunne tilvejebringe mere detaljerede og

verificerede resultater, men også data og viden, der vil kunne ændre substantielt i konklusionerne.

Case 1: Partikelfiltre til tunge køretøjer

Metodekonklusion

Selv ved en så færdigudviklet teknologi som partikelfiltre er der stor usikkerhed om potentialet for teknologien.

Da EU-Kommissionen vedtog de kommende krav til busser og lastbiler, forventede man, at kravene ville medføre, at der skulle monteres partikelfiltre på alle nye dieselskøretøjer fra 2006. Bus- og lastbilfabrikanternes brancheorganisation har imidlertid meddelt, at et flertal af deres medlemmer har valgt at trimme motorerne og montere SCR-katalysatorer i stedet for partikelfiltre på de nye biler. Da denne kombination også reducerer partikelemissionerne, i hvert fald de store partikler, kan lastbilproducenterne på denne måde leve til de kommende normer uden at montere partikelfiltre.

Med lastbilfabrikanternes udspil er der således skabt usikkerhed om, hvorvidt der overhovedet er et potentielt afsætningsmarked inden for en overskuelig tidshorisont.

Miljøeffekt

Usikkerheden om sundhedseffekterne og værdisætningen af sundhedseffekterne betyder, at vurderingen af teknologien stadig er ret usikker.

Mens miljøeffekten (reduktionen af partikler) er relativt veldokumenteret, er der stadig stor usikkerhed om sundhedseffekterne. Således tyder den seneste rapport fra DMU på, at tidligere vurderinger af sundhedseffekter af partikelemissioner kan være overvurderet. Dertil kommer, at der stadig ikke er klarhed over, hvorvidt det er alle partikler eller kun de ultrafine partikler, der er årsag til sundhedsaffekterne.

Endelig er værdisætningen af sundhedseffekterne også er præget af stor usikkerhed, især med hensyn til værdien af et statistisk liv.

Værdi af eksport

Selvom gevinsten fra eksport af filtre inddrages i den samfundsøkonomiske analyse, så er den ikke den dominerende faktor for, hvorvidt partikelfiltre er fordelagtige eller ej. Med en 10 % markedsandel giver eksporten til EU en ekstragevinst på 63 mio. kr. per år. Det skal ses i forhold til, at gevinsten fra sundhedseffekterne i Danmark begyndelsen af perioden vil udgøre ca. 250 mio. kr. per år ved det lave skøn og ca. 1,5 mia. kr. ved det høje skøn.

Indledning

Formål og kontekst

Denne case-vurdering er én ud af fire case-vurderinger i nærværende projekt, hvor formålet er at udvikle en metode til vurdering af miljøeffektiv teknologi. Metoden afprøves på et mindre antal cases, og formålet med at udarbejde de fire cases sideløbende med metodeudviklingen er således:

- At identificere de væsentligste elementer der skal indgå, og problemstillinger der opstår i gennemførelsen af analysen, dvs. de elementer og problemstillinger, som har væsentlig betydning for analysens resultat.
- At analysere, hvordan der tages stilling til de identificerede problemer og hvordan man i praksis opgør elementerne.
- At afprøve metoden med henblik på justeringer
- At illustrere metoden over for Miljøstyrelsen

Som tidligere nævnt er det **ikke** emnet for denne rapport som sådan at foretage en samfundsmæssig vurdering af de pågældende cases, og den følgende gennemgang af casen kan **ikke** vurderes selvstændigt med hensyn til datagrundlag, analyse eller konklusioner. Således må følgende case opfattes som **illustrativ**, og data præsenteret her bør ikke anvendes i anden sammenhæng.

Der henvises til rapportens hoveddel om metodeudvikling for uddybelse og diskussion af den metode, som anvendes. Der er endvidere skrevet et notat om baggrunden for de cases, der er valgt ud³⁴.

Vurderingen af tiltag til fremme af miljøeffektiv teknologi tager med denne metode udgangspunkt i en given teknologi. Det vurderes, hvad det ville medføre af fordele, hvis om f.eks. 10 år står med denne teknologi fuldt udviklet og udbredt til sit fulde potentiale. Denne situation sammenlignes med en alternativ teknologisk udvikling, hvor der ikke satses på udvikling af denne teknologi. Da det ikke kan forudsiges, hvilken teknologisk udvikling der vil blive realiseret i de mellemliggende år, opstilles der en række scenarier herfor. Eksempelvis kan det være, at en lignende teknologi i mellemtiden udvikles i udlandet. Ligeledes kan der opstilles flere scenarier for den udviklede teknologi, eksempelvis hvis der er usikkerhed om det miljømæssige forbedringspotentiale af den fuldt udviklede teknologi, eller hvis den potentielle udbredelse er usikker. Det er en vigtig del af metoden at opstille scenarier for den fuldt udviklede teknologi og for den alternative situation.

Der henvises i øvrigt til hovedrapporten om metodeudvikling.

³⁴ Miljøstyrelsen: Samfundsmæssige konsekvenser af forslag til initiativer til at fremme miljøeffektiv teknologi: *Screening af teknologier til cases - internt arbejdsnotat* December 2005. # *Ønskes denne refereret?*

Kort beskrivelse af teknologien

Luftforurening med partikler kan forårsage hjertekarsygdomme, kræft og allergi. Partikelfiltre kan fjerne en del af forureningen og dermed reducere skadevirkningen fra partikelemissionerne.

Der findes flere typer filtre på det danske marked. Fælles for de forskellige typer filtre er at partiklerne opsamles i filterets kanaler under drift og afbrændes løbende. Afbrændingen kan f.eks. foretages ved brug af elektricitet eller ved oxidering med ved hjælp af NO₂, hvor de opsamlede partikler omdannes til CO₂ og vand.

Den gennemsnitlige emission fra lastbiler i Danmark udgør ca. 0,4 g/km. Montering af partikelfiltre antages at kunne reducere emissionerne med 95 %, svarende til en reduktion af partikelemissionerne på 0,38 g/km.

Hidtil har der været mistanke om at filtrene hovedsagelig filtrerer de store partikler fra. I så fald er det et spørgsmål om der overhovedet er en væsentlig en sundhedseffekt. De senere undersøgelser, blandt andet erfaringer fra Odense og målinger af Teknologisk Institut tyder imidlertid på, at filtrene generelt reducerer både små og store partikler.

Definition af analyseobjekt

I Danmark er der omkring 60.000 busser og lastbiler. Derudover er der ca. 460.000 varevogne, der kører på diesel. Busser, lastbiler og varevogne, der kører på diesel, står for en stor del af partikelemissionerne.

Krav om partikelfiltre på både personbiler, varebiler, busser og lastbiler vil til en vis grad blive styret af EU normer. Da EU-Kommissionen vedtog de kommende krav til busser og lastbiler, forventede man, at kravene ville medføre at der skulle monteres partikelfiltre på alle nye dieselskøretøjer fra 2006. Bus- og lastbilfabrikanternes brancheorganisation har imidlertid meddelt, at et flertal af deres medlemmer har valgt at trimme motorerne og montere SCR-katalysatorer i stedet for partikelfiltre på de nye biler. Da denne kombination også reducerer partikelemissionerne, i hvert fald de store partikler, kan lastbilproducenterne på denne måde leve op til de kommende normer uden at montere partikelfiltre. Det er imidlertid usikkert, om denne metode vil reducere mængden af ultrafine partikler i tilstrækkelig grad til at fjerne skadevirkningerne.

Under forudsætning af at nye tunge køretøjer fra 2014 vil blive forsynet med filtre, vil der gå omkring 10-15 år før partikelemissionerne med de ultrafine partikler reduceres markant, idet det tager 10 - 15 år før størstedelen af bilparken er udskiftet. I den mellemliggende periode kan det overvejes at udstyre en del af den eksisterende bilpark med filtre, selv om det ikke kræves af EU. Det ville reducere de ultrafine partikelemissioner og skadevirkningerne her og nu. I det omfang udskiftningen blev baseret på danske filtre, ville det ydermere give de danske producenter et forspring i erfaring med produktion af partikelfiltre.

Hovedscenarium

Der vil generelt ofte være usikkerhed om, hvilke teknologier der bliver succesfulde i fremtiden, og hvordan teknologierne konkret udvikler sig. Nedenfor opstilles et hovedscenarium, samt to alternativer for den danske markedsandel på det europæiske marked.

Hovedscenariet defineres som et scenarium, hvor der eftermonteres partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark. Det antages, at **alle** tunge køretøjer eftermonteres med partikelfiltre fra og med 2007³⁵.

Det antages, at en væsentlig del af de partikelfiltre, der anvendes til eftermontering i Danmark, vil være dansk producerede. Andelen af dansk producerede filtre indgår ikke direkte i analyserne, men eftermontering i Danmark skal retfærdiggøre videreudvikling hos de danske producenter, må der kræves en vis andel af dansk producerede filtre.

Det er herefter spørgsmålet, hvor stor en andel af efterspørgslen på verdensmarkedet, der antages at blive dækket af dansk producerede filtre. Der tages udgangspunkt i en forventning om, at EURO normerne på et tidspunkt i fremtiden vil blive reguleret, således at der kræves filtre for at opnå godkendelse, og markedet vil udgøres af antallet af nyregistreringer af tunge køretøjer, lastbiler og busser i de lande, der anvender disse normer, dvs. EU - 15, samt de nye medlemslande. For at udspejle et minimum og et maksimum vil der blive regnet på scenarier, hvor Danmark opnår forskellige markedsandele af dette marked. Følgende tabel viser en oversigt over de tre analysescenarier: Hovedscenariet, hvor Danmark opnår 10 % af markedet i EU, og to alternative scenarier, hvor Danmark opnår henholdsvis 20 % og 0 % af dette marked.

Figur 6 Oversigt over udskiftningsscenarier

| | Markedsandel af filtre anvendt i DK | Markedsandel af filtre anvendt i EU |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Hovedscenarie | 67 % | 10 % |
| Alternativ 1 | 67 % | 20 % |
| Alternativ 2 | 67 % | 0 % |

Tidshorisonten er sat til 30 år for at sikre, at alle køretøjer (nye som gamle), der forsynes med partikelfiltre, regnes med.

Basisscenarium

For at vurdere effekten af hovedscenariet med fremrykning af partikelfiltre opstilles et basisscenarium, således at beregningerne af hovedscenariet kan sammenlignes med tilsvarende resultater fra basisscenariet.

Det er i hovedscenariet defineret, at alle tunge køretøjer eftermonteres med partikelfiltre. Effekten afhænger derfor af, hvilken situation der foreligger i udgangssituationen, dvs. hvor mange tunge køretøjer der antages **ikke** at have partikelfiltre allerede.

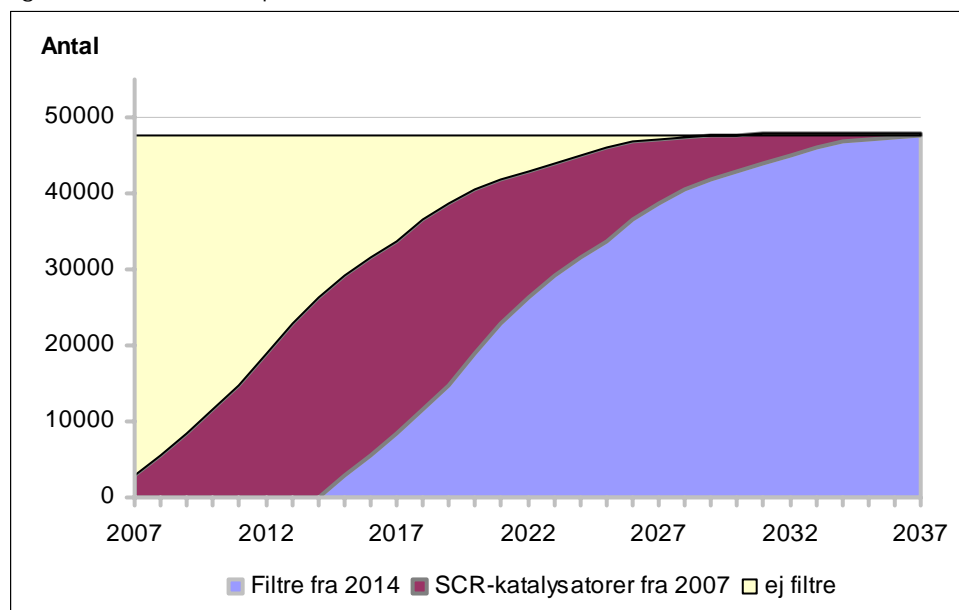
³⁵ I praksis vil der antagelig være en mindre del køretøjer, hvor det ikke er muligt at eftermontere partikelfiltre, ligesom der også kan være andre grunde til at fritage køretøjer, f.eks. køretøjer der kører ganske lidt. Dette vurderes ikke at have væsentlig betydning på analysens resultater.

I basisscenariet antages det, at de SCR katalysatorer, der anvendes for at opfylde normerne fra 2006 og 2009, ikke er tilstrækkelige til at reducere de ultrafine partikler. Det medfører, at de kommende normer fra 2014 skærpes, således at partikelfiltre bliver obligatoriske fra og med 2014.

Da der er usikkerhed om, hvorvidt dette er tilfældet, vil der ydermere blive regnet på et alternativt basisscenarie, hvor det antages, at SCR katalysatoren er lige så effektiv som partikelfiltre.

Følgende figur illustrerer potentialet for at eftermontere med partikelfiltre under alternative forudsætninger.

Figur 7: Potentiale for partikel filtre



Arealet "ej filtre" er potentialet for eftermontering uanset antagelser. Arealet "SCR-katalysatorer fra 2007" betegner det område, hvor nye køretøjer bliver forsynet med SCR katalysatorer. I det omfang SCR ikke fjerner tilstrækkeligt med ultrafine partikler, vil dette område også udgøre et potentiale for eftermontering af partikelfiltre. Det sidste areal udgør det område, hvor det antages at senere regulering af EURO normerne gør filtre obligatoriske og dermed fjerner potentialet for eftermontering. I det omfang en sådan regulering ikke kommer til at finde sted, vil der stadig være et potentiale eftermontering af partikelfiltre.

Følgende tabel illustrerer oversigt over basisscenarier:

Figur 8: Oversigt over basisscenarier

| | Partikelfiltre fra på nye biler fra og med |
|---------------|--|
| Basisscenarie | 2014 |
| Alternativ 1 | 2009 |
| Alternativ 2 | Aldrig |

Samfundsøkonomiske vurderinger (Gevinster)

Potentielle nationale miljøeffekter

Reduktion af partikelemissioner (PM_{10}) ved eftermontering af partikelfiltre i Danmark er vist i følgende figur.

Tabel 6: Reduktion af partikelemissioner ($PM_{2,5}$)

| | Partikelfiltre fra på nye biler fra og med | | |
|------|--|------|--------|
| | 2009 | 2014 | Aldrig |
| 2007 | 557 | 595 | 595 |
| 2008 | 521 | 595 | 595 |
| 2009 | 484 | 595 | 595 |
| 2010 | 441 | 595 | 595 |
| 2011 | 395 | 595 | 595 |
| 2012 | 339 | 595 | 595 |
| 2013 | 283 | 595 | 595 |
| 2014 | 237 | 595 | 595 |
| 2015 | 198 | 557 | 595 |
| 2016 | 166 | 521 | 595 |
| 2017 | 143 | 484 | 595 |
| 2018 | 127 | 441 | 595 |
| 2019 | 109 | 395 | 595 |
| 2020 | 91 | 339 | 595 |
| 2021 | 75 | 283 | 595 |
| 2022 | 61 | 237 | 595 |
| 2023 | 47 | 198 | 595 |
| 2024 | 32 | 166 | 595 |
| 2025 | 17 | 143 | 595 |
| 2026 | 8 | 127 | 595 |
| 2027 | 4 | 109 | 595 |
| 2028 | 2 | 91 | 595 |
| 2029 | 0 | 75 | 595 |
| 2030 | 0 | 61 | 595 |
| 2031 | 0 | 47 | 595 |
| 2032 | 0 | 32 | 595 |
| 2033 | 0 | 17 | 595 |
| 2034 | 0 | 8 | 595 |
| 2035 | 0 | 4 | 595 |
| 2036 | 0 | 2 | 595 |

Note: Det antages, at partikelfiltrene reducerer partikelemissionerne med 95 %. Lastbilernes gennemsnitlige emissionsfaktor udgør 0,4 g/km uden partikelfiltre.

Kilde: DMU: *Rapport om miljøzoner* (Arbejdsrapport 222).

Tabellen viser reduktioner i partikler er set i forhold til de tre basisscenarier. Dvs. reduktionen af partikler er den reduktion, der kommer som følge af eftermontering af partikelfiltre som beskrevet i hovedscenariet.

Der er ingen eller ubetydelig effekt på EU niveau, idet det antages at det alene er i Danmark filtrene eftermonteres før det bliver et lovkrav. Der vil være en lille effekt i form af reduceret partikelemission fra feriekørsel og eksporttrafik til EU, men denne reduktion antages at være ubetydelig, hvorfor der ses bort fra den. Ligeledes er der ingen eller ubetydelig effekt på globalt niveau, idet det antages at det alene er i Danmark filtrene eftermonteres før det bliver et lovkrav. Der vil være en ubetydelig effekt i form af reduceret partikelemission

fra feriekørsel og eksporttrafik uden for EU, men denne reduktion antages at være helt ubetydelig, hvorfor der ses bort fra den.

Sundhedseffekter.

Ved beregning af sundhedseffekterne af partikelemissioner er anvendt "Sundhedseffekter af luftforurening - beregningspriser, Faglig rapport 507, DMU 2004. Denne undersøgelse bygger på konkrete beregninger af ændringer i, hvordan befolkningen udsættes for emissioner kombineret med en værdisætning baseret på en blanding af Danske og udenlandske erfaringer.

Beregningerne er baseret på beregning af:

- Ændring af koncentration af emissioner.
- Ændring af eksponering
- Ændrede sluteffekter (sygelighed, dødsfald mv.)
- Værdisætning af skadeseffekter

Ved opgørelse af værdien af sundhedseffekten udgør værdien af et statistisk liv hovedvægten (84 % af de samlede omkostninger). Værdien af et statistisk liv er opgjort ved betalingsvillighed.

På baggrund af DMU's undersøgelse kan omkostningen ved partikelemissionerne beregnes til 455 kroner per kg partikler.

Det bemærkes, at de ovenstående beregninger af sundhedseffekterne fra partikelemissioner er baseret på emissioner fra et kraftværk, og således ikke direkte sammenlignelige med emissioner fra lastbiler.

Dette tal er i øvrigt markant meget lavere, end hvad der er regnet med tidligere. I partikelredegørelsen regnes der med, at partiklerne fra de tunge køretøjer er skyld i ca. 450 for tidlige dødsfald. Af disse kan ca. en tredjedel henregnes til lastbilerne. Med en værdi på et statistisk liv på 9,64 mio. kr. vil det svare til en omkostning omkring 2400 kroner per kg partikler. For at illustrere usikkerheden er der beregnet sundhedseffekter med både det lave og det høje skøn.

For en nærmere diskussion af værdisætning af sundhedseffekter se f.eks. Trafikministeriets partikelredegørelse³⁶ og IMV's samfundsøkonomiske vurdering af partikelfiltre³⁷.

Økonomiske gevinster

Danmark er langt fremme, når det gælder partikelfiltre og katalysatorer. Vi har 5-6 mellemstore producenter, og to af verdens ti producenter af "kernen" i partikelfiltre er danske. Der er således grundlag for at antage, at danske virksomheder har mulighed for at opnå en væsentlig del af verdensmarkedet for partikelfiltre. Det efterlader så spørgsmålet hvad det er værd i et samfundsøkonomisk perspektiv.

³⁶ Trafikministeriet (2003).

³⁷ Institut for miljøvurdering (2002).

Derimod vil det naturligvis have en værdi for erhvervslivet, hvis det er muligt at opretholde en konkurrencefordel på verdensmarkedet, som gør det muligt at tjene en ekstragevinst ved at eksportere miljøteknologi til udlandet. Forventningen om denne ekstragevinst er baggrunden for, at visse virksomheder af sig selv vælger at satse på forskning. Gevinsten bør derfor medregnes på benefitsiden for virksomhederne.

Den samfundsøkonomiske gevinst på betalingsbalancen kan herudfra opgøres som den ekstra aflønning af produktionsapparatet, der kan opnås ved at producere og eksportere partikelfiltre til eksport frem for at producere til hjemmemarkedet.

Virksomhedernes fortjeneste ved at eksportere varer er diskuteret i metode notatet og opgjort til 9 % af produktionsværdien. Ved en gennemsnitlig filterpris (produktionsværdi) på 35.000 vil således der tjenes 3.150 kroner hjem til virksomheden, hver gang et filter produceres. Denne fortjeneste lægges til det samfundsøkonomiske resultat.

Samfundsøkonomiske vurderinger (Omkostninger)

Omkostning til filtre

En af de vigtigste komponenter på omkostningssiden er omkostningen til filteret. Baggrunden for at tage omkostningen til filteret med i den samfundsøkonomiske analyse er, at de ressourcer, der medgår til produktionen af filteret, alternativt ville kunne have været anvendt til anden nytte for samfundet.

Færdselsstyrelsen har i marts 2003 foretaget en undersøgelse af prisen for et filter med modtryksalarm og montering hos leverandører af partikelfiltre. Der er variationer i prisen for et filter afhængig af motorstørrelse, og prisintervallet fra de mindste filtre til de største filtre går fra ca. 36.000 kr. til ca. 82.000 kr. Der er desuden forskel mellem de enkelte fabrikater. Priserne hos en enkelt fabrikant for små og store filtre er for eksempel på hhv. 36.000 kr. og 48.000 kr. Der kan være eksempler på omkostninger til eftermontering af filtre på mere end 100.000 kr. for særligt store køretøjer³⁸.

Færdselsstyrelsen har opgjort lastbilparken fordelt efter Euronorm og totalvægt. En prisberegning vægtet efter lastbilernes totalvægt og et skøn over motorstørrelse giver en gennemsnitspris på ca. 60.000 kr. ved eftermontering af filtre på alle lastbiler.

Københavns Kommune har på grundlag af egne erfaringer med montering af filtre vurderet, at prisen ligger mellem 30.000 og 40.000 kroner.

DMU har i Arbejdsrapport 222 (2005) beregnet en gennemsnitlig filterpris på 44.000 kroner per filter.

Det vil endvidere være muligt at opnå rabatter ved køb af flere filtre. En vognmand med mange ens biler vil således antagelig kunne opnå betydelig reduktion af priserne.

³⁸ Trafikministeriet (2003).

Teknologisk institut vurderer dog, at det vil tage et par år før den nødvendige infrastruktur er på plads, herunder de arbejdsmiljømæssige forhold i forbindelse med servicering af partikelfiltrene.

Teknologisk Institut har ud fra prisudviklingen på lignende produkter vurderet, at priserne med tiden vil kunne falde til 11-12.000 kr. /stk. i forbindelse med, at partikelfiltre overgår til industriel masseproduktion, såfremt Euronorm 4 kravene vil lede til en omfattende produktion af nye lastbiler med fabriksmonterede filtre. Denne vurdering understøttes af Manufacturers of Emission Controls Association, MECA, der er af den overbevisning, at hvis produktionen øges til omkring 200.000 stk. /år vil priserne på selve filtret kunne falde til omkring 4.000 - 14.000 DKK for et filter, afhængigt af regenereringssystemet.

Den øgede efterspørgsel som følge af eftermontering i Danmark må således forventes at give anledning til lavere priser om end ikke i samme omfang, som hvis der kommer et generelt lovkrav til tunge køretøjer i f.eks. EU. Sammen med de teknologiske forbedringer ved produktionen antages det, at den øgede efterspørgsel vil reducere prisen til ca. 35.000 kroner, svarende til halvdelen af den reduktion der forventes ved et internationalt krav til partikelfiltre.

Det har været fremført, at der vil være en række tilfælde, hvor det ikke kan betale sig at montere filtre på ældre biler. Selv om dette aspekt muligvis kan udgøre et stort problem for enkelte mindre vognmænd, må det alligevel vurderes at være af mindre betydning for resultaterne af analysen. Der er derfor valgt at se bort fra denne problematik.

Omkostninger til drift af filteret vurderes at koste ca. 1.500 kroner om året inklusive to arbejdstimer til service og additiv til en del af filtrene. Dette beløb er beregnet ud fra IMV's samfundsøkonomiske vurdering af partikelfiltre og svarer til partikelredegørelsens data³⁹.

Derudover antages det, at filtrene vil medføre et marginalt ekstraforbrug af brændstof på 1 %. Denne forøgelse er teoretisk velbegrunderet på grund af et øget modtryk i udstødningssystemet. Forøgelsen har ikke kunnet påvises i det tidligere nævnte forsøg i Odense på grund af variationer i brændstofforbruget som følge af temperaturvariationer mv.

Effekter for de offentlige budgetter

Den væsentligste effekt for de offentlige budgetter vil antagelig være støtteordninger for erhvervslivet i forbindelse med eftermontering og/eller incitamenter til eftermontering. Disse effekter er ikke behandlet her, hvor fokus er på selve teknologien og ikke på virkemidlerne til at implementere den.

Derimod vil introduktion af filtre nødvendiggøre administration og monitorering af selve eftermontering og af filtrenes virkningsgrad. Disse omkostninger må antages at blive båret af det offentlige og regnes med i den samfundsøkonomiske vurdering.

Derudover vil der være et minimalt øget energiforbrug, som medfører et øget skatteprovenu.

³⁹ Trafikministeriet (2003), side 42.

Administrative byrder

Det må antages, at en eftermontering af partikel filtre vil medføre en del ekstra administration, dels i forbindelse med monteringen og monitorering af montering, dels i forbindelse med senere kontrol af vedligehold og virkningsgrad af de monterede partikelfiltre.

Omkostningen til kontrol og monitorering af filtre antages at være 1/4 time per bil per år, idet det antages at kontrollen kan foretages, når køretøjet alligevel er til syn. Der er således kun tale om en marginal forøgelse af tidsforbruget i forbindelse med bilsynet.

Administration af montering og servicering mv. bør regnes med i den samfundsøkonomiske analyse, da servicering og montering hører tæt sammen med effekten af filtrene.

De brede samfundsmæssige aspekter

Beskæftigelse

Principielt bør beskæftigelseseffekter beregnes ud fra den specifikke teknologi, men da teknologierne ofte ikke er fuldt udviklet, og produktionen endnu ikke optimeret til stor skala, ville det være meget usikkert at opgøre, hvor mange komponenter en person kan fremstille. I stedet anvendes den generelle arbejdskraftintensitet i branchen. I den kemiske industri udgjorde produktionen i 2003 1,9 mio. kr. per ansat. Ved en anslået produktionsomkostning på 35.000 kr. per filter betyder det, at hver ansat kan producere 56 partikel filtre om året.

Der skelnes mellem beskæftigelseseffekter som følge af fremstilling af partikelfiltre til det danske marked i forbindelse med eftermontering, beskæftigelse ved selve eftermonteringen og beskæftigelseseffekter som følge af en eventuel produktion af filtre til verdensmarkedet efterfølgende.

Omkostningen til arbejdskraft i forbindelse med fremstilling, montering og servicering af filtre er regnes med, som man plejer i cost benefit analyser under den almindeligt anvendte forudsætning om, at arbejdskraften alternativt kunne have frembragt andre produkter til nytte for samfundet og dermed trækkes bort fra anden anvendelse.

Hvorvidt beskæftigelseseffekter inddrages specifikt i den samfundsøkonomiske analyse afhænger af om beskæftigelsen trækkes bort fra anden anvendelse eller om der er tale om merbeskæftigelse, dvs. medarbejdere der alternativt ville have været arbejdsløse.

Innovativ evne

Da der er tale om en relativt højteknologisk industriproduktion, vil øget efterspørgsel kombineret med de tekniske problemer, der vil opstå ved indførelsen af den nye teknologi, antagelig kunne resultere i en styrkelse af innovationsevnen inden for dette specifikke miljøproblem i denne branche.

På den anden side er det ofte diskuteret, hvorvidt målrettet styring af forskning generelt er med til at øge innovationsevnen. Det kan tænkes, at en

styrkelse af innovationsevnen på et specifikt område vil føre til, at interessen alene rettes mod innovation på dette specifikke område. Derved kan der være en risiko for at overse andre nye teknologiske innovationer.

Konkurrenceevne

Det vurderes, at Danmark er et af de førende lande med hensyn til udvikling af partikelfiltre og komponenter til partikelfiltre. Partikelfiltre kan således være et af de eksempler, hvor der kan være en strategisk fordel ved at støtte udviklingen, således at dansk førerstilling kan bevares.

Dertil kommer et forventet langsigtet politisk begunstiget marked som følge af stor fokus på partikelemissioner og skadevirkninger herfra. Stigende interesse i Danmark og dertil en forventning om at partikelfiltre på et tidspunkt vil blive krævet som følge af lovgivning i EU.

Globale miljøeffekter

I det omfang SCR-katalysatoren ikke reducerer de ultrafine partikler tilstrækkeligt, er det rimeligt at antage, at nye EURO normer, f.eks. EURO 6 fra omkring 2012 vil kræve større grad af reduktion af små partikler. Dermed vil partikelfiltre antagelig blive nødvendige, og det vil skabe et stort marked for partikelfiltre i det område, der er dækket af EURO normerne.

I det omfang der kommer lovkrav om filtre i EU, kan der beregnes skøn over de partikelemissioner, som de danske filtre fjerner, svarende til den danske markedsandel. Disse effekter medregnes ikke i den danske samfundsøkonomiske analyse.

Det samlede potentiale for partikelfiltre til lastbiler (>16 ton) udgør ca. 200.000 nyregistrerede lastbiler hvert år i EU23 plus Island, Norge og Schweiz. Der kendes ikke den præcise årskørsel for disse lastbiler, men det er nærliggende at antage, at årskørslen er på samme størrelsesorden som for danske lastbiler, dvs. hver af disse lastbiler kommer til at køre omkring 500.000 - 1.000.000 km i deres levetid. Under antagelse af at emissionsfaktoren for disse lastbiler udgør 0,4 g/km som i Danmark, vil den samlede partikel emission for disse lastbiler udgøre ca. 40.000 - 80.000 tons partikler om året. Det betyder, at det samlede potentiale for EU23 på lang sigt vil være omkring 38.000 - 76.000 tons partikler årligt.

Danmark er langt fremme, når det gælder partikelfiltre og katalysatorer. Vi har 5-6 mellemstore producenter, og to af verdens ti producenter af kernen i partikelfiltre er danske. Ved scenarieberegningerne er det antaget, at danske virksomheder kan dække 5 - 10 % af markedet i EU svarende til, at danske filtre kan reducere partikelemissionerne med 3.000 - 6.000 tons årligt i EU.

Samlet vurdering

I dette afsnit gives en samlet vurdering, at de samfundsøkonomiske vurderinger. Det lave skøn for sundhedseffekterne er baseret på de seneste effektberegninger fra DMU, hvor omkostningen kan beregnes til 455 kr. per kg partikler. Det høje skøn er baseret på, at reduktionen i emissionerne fra lastbiler kan reducere sundhedsaffekterne fra tunge køre med en tredjedel,

svarende til 150 for tidlige dødsfald og en værdi af et statistisk liv på 9,6 mio. kr.

Følgende tabel viser resultatet fra hovedscenariet.

Tabel 7: Samfundsøkonomisk resultat for scenarieberegninger, mio. kr.

| År | Omkostninger | | | | Gevinster | | | | |
|------|--------------|--------------------|-----------|-------|----------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| | Invest | Drift og brændstof | Monitoren | I alt | Sundheds-effekt, lavt skøn | Sundheds-effekt, højt skøn | Ekstra-gevinst salg EU | I alt lavt skøn | I alt højt skøn |
| 2007 | 1,176 | 95 | 5 | 1,276 | 271 | 1,446 | 0 | 271 | 1,446 |
| 2008 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 0 | 271 | 1,446 |
| 2009 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 0 | 271 | 1,446 |
| 2010 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 0 | 271 | 1,446 |
| 2011 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 0 | 271 | 1,446 |
| 2012 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 63 | 334 | 1,509 |
| 2013 | 1,176 | 95 | 5 | 1,276 | 271 | 1,446 | 63 | 334 | 1,509 |
| 2014 | 0 | 95 | 5 | 100 | 271 | 1,446 | 63 | 334 | 1,509 |
| 2015 | 0 | 89 | 5 | 93 | 254 | 1,354 | 63 | 317 | 1,417 |
| 2016 | 0 | 83 | 4 | 87 | 237 | 1,266 | 63 | 300 | 1,329 |
| 2017 | 0 | 77 | 4 | 81 | 220 | 1,175 | 63 | 283 | 1,238 |
| 2018 | 0 | 70 | 4 | 74 | 201 | 1,071 | 63 | 264 | 1,134 |
| 2019 | 782 | 63 | 3 | 848 | 180 | 961 | 63 | 243 | 1,024 |
| 2020 | 0 | 54 | 3 | 57 | 154 | 823 | 63 | 217 | 886 |
| 2021 | 0 | 45 | 2 | 48 | 129 | 688 | 63 | 192 | 751 |
| 2022 | 0 | 38 | 2 | 40 | 108 | 577 | 63 | 171 | 640 |
| 2023 | 0 | 32 | 2 | 33 | 90 | 481 | 63 | 153 | 544 |
| 2024 | 0 | 26 | 1 | 28 | 75 | 403 | 63 | 138 | 466 |
| 2025 | 283 | 23 | 1 | 307 | 65 | 348 | 63 | 128 | 411 |
| 2026 | 0 | 20 | 1 | 21 | 58 | 308 | 63 | 121 | 371 |
| 2027 | 0 | 17 | 1 | 18 | 50 | 265 | 63 | 113 | 328 |
| 2028 | 0 | 14 | 1 | 15 | 41 | 221 | 63 | 104 | 284 |
| 2029 | 0 | 12 | 1 | 13 | 34 | 183 | 63 | 97 | 246 |
| 2030 | 0 | 10 | 1 | 10 | 28 | 149 | 63 | 91 | 212 |
| 2031 | 0 | 7 | 0 | 8 | 21 | 114 | 63 | 84 | 177 |
| 2032 | 0 | 5 | 0 | 5 | 14 | 77 | 63 | 77 | 140 |
| 2033 | 0 | 3 | 0 | 3 | 8 | 40 | 63 | 71 | 103 |
| 2034 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 19 | 63 | 67 | 82 |
| 2035 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 9 | 63 | 65 | 72 |
| 2036 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 63 | 64 | 67 |
| NPV | 2,792 | 1,126 | 60 | 3,977 | 3,216 | 17,173 | 946 | 4,162 | 18,119 |

Tabellen viser omkostninger og gevinster ved at eftermontere partikelfiltre på lastbiler i Danmark.

Investeringsomkostningerne er beregnet ud fra det antal lastbiler der forsynes med partikelfiltre gange en gennemsnitspris på 35.000 kr. per filter.

Driftsomkostningerne er beregnet ud fra 1.500 per lastbil per år. Endelig er omkostningerne til kontrol og monitorering af filtre antages at være 1/4 time per bil per år, idet det antages at kontrollen kan foretages, når køretøjet alligevel er til syn og derfor kun udgør en marginal forøgelse af tidsforbruget i forbindelse med bilsynet. Timeprisen er sat til 500 kr. per time.

Ekstragevinsten ved salg af filtre til lastbiler i EU er beregnet som 9 % af produktionsværdien for de filtre der eksporteres. I det viste scenarium er der regnet med en markedsandel på 10 %. Med et årligt nybilsalg på 200.000 lastbiler i EU svarer det til en eksport på 20.000 filtre årligt fra det tidspunkt, hvor det antages at filtre på grund af EURO normerne bliver obligatoriske i EU.

Det fremgår, at de samlede gevinster ved at eftermontere lastbiler med partikelfiltre afhænger markant af, hvilket skøn der lægges til grund for beregningerne.

De samlede omkostningerne til eftermontering udgør ca. 4 mia. for den samlede periode beregnet som nutidsværdi med 3 % diskontering.

Til sammenligning er det beregnet at der vil være en sundhedseffekt på mellem 3,2 og 17 mia. kr., ligeledes beregnet som nutidsværdi over 30 år.

Udover sundhedseffekterne vil der med de nævnte antagelser være en ekstraprofit på ca. 1 mia. kr. for de filtre, der eksporteres til EU i forbindelse med at filtre gøres obligatoriske som følge af EURO normerne.

Endelig vil der være en mindre provenugevinst fra afgiften af merforbruget af brændstof på 88 mio. kr. Da dette provenu kan anvendes til at reducere andre skatter, vil dette merprovenu repræsentere en værdi af 17 mio. kr.

I de følgende tabeller gives en oversigt over den samfundsøkonomiske vurdering for de forskellige kombinationer af scenarier. Det bemærkes, at effekterne i de to efterfølgende tabeller er akkumulerede over en 30 års tidshorisont.

Tabel 8: Samfundsøkonomisk resultat ved alternative scenarier, lavt skøn for sundhedseffekter (30 år akkumuleret, NPV)

| | Markedsandel EU | | |
|-----------------|-----------------|-----|-------|
| | 0 | 10% | 20% |
| Basis | 0 | 10% | 20% |
| Filtre fra 2007 | -638 | 308 | 1,254 |
| Filtre fra 2014 | -762 | 185 | 1,131 |
| Ej filtre | -781 | 165 | 1,112 |

Som det fremgår, er resultaterne afhængige, af hvilke forudsætninger der anvendes. Ved det lave skøn for sundhedseffekterne vil der være et samfundsøkonomisk underskud, hvis der ikke kommer nogen indtægt fra salg af filtre på det internationale marked. Hvis det derimod antages, at der kommer en eksport svarende til 10 % markedsandel af markedet for filtre i EU, vil denne gevinst kunne opveje det tab, der er beregnet ved eftermonteringen i Danmark.

Ved det høje skøn for sundhedseffekterne, som f.eks. anvendes i IMV's vurdering af partikelfiltre fås markant bedre samfundsøkonomi.

Tabel 9: Samfundsøkonomisk resultat ved alternative scenarier - højt skøn for sundhedseffekter (30 år akkumuleret, NPV)

| | Markedsandel EU | | |
|-----------------|-----------------|--------|--------|
| | 0 | 10% | 20% |
| Basis | 0 | 10% | 20% |
| Filtre fra 2007 | 7,197 | 8,143 | 9,089 |
| Filtre fra 2014 | 13,195 | 14,142 | 15,088 |
| Ej filtre | 22,254 | 23,200 | 24,147 |

Ved det høje skøn af sundhedseffekterne er det samfundsøkonomiske resultat stort set uafhængigt af, hvilke forudsætninger der anvendes om ekstragevinst fra eksport til det internationale marked.

På den baggrund kan det konkluderes, at der er behov for yderligere kvantificering af sundhedseffekterne for at indsnævre usikkerhedsintervallet i den nævnte analyse.

Kilder

COWI (2004): **Virksomhedsøkonomiske konsekvenser af en miljøzone**. Notat. København Kommune. 2004

Danmarks Miljøundersøgelser (2001): **Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark**. Faglig rapport fra DMU, nr. 358.

Færdselsstyrelsen (2005): Web-side om partikler, partikelfiltre mv.
<http://www.fstyr.dk/sw24397.asp>

Institut for miljøvurdering (2002): **Samfundsøkonomisk vurdering af partikelfiltre**. IMV. November 2002.

Kenn Friis Hansen (2004): **Efterbehandling på tunge køretøjer i Danmark**. Aalborg Trafikdage 2004.

Trafikministeriet (2003): **Partikelredegørelse**. Juni 2003.

Case 2: Gyllesepareringsteknologi

Metodekonklusion

Konklusionen om denne case-analyse knytter sig til de metodemæssige erfaringer, der kan udledes fra arbejdet med at gennemføre analysen.

Den samfundsøkonomiske analyse er ikke gennemført i helhed, da flere punkter ikke er tilstrækkeligt undersøgt. Miljøeffekterne kunne således i denne case godt værdisættes ud fra alternativ-omkostninger, da det drejer sig om næringsstoftab fra landbruget og CO₂-reduktion, for hvilket vi har gode estimater for omkostninger af andre tiltag med samme effekt. Dog viste det sig svært at kvantificere miljøeffekterne, da det endnu er uvist i hvilken grad teknologien rent faktisk vil give en miljøeffekt. Dette skyldes, at det er en affaldshåndteringsteknologi, der opbryder affaldet i delkomponenter med bedre anvendelsesmuligheder, men miljøeffekten er givet af, hvilken anvendelse der vil finde sted. Det er antaget, at der er tale om en branche med overnormal værdiskabelse, og der har dermed været mulighed for at give et eksempel på beregning af en værdi af eksport og beskæftigelse i miljøteknologisektoren. Dette er igen gjort ud fra antagelser om det potentielle verdensmarked (baseret på en foreløbig rapport fra udredningsarbejdet omkring gyllesepareringsteknologi). Det viste sig nødvendigt at gøre en del antagelser for at nå fra en opgørelse af det tekniske potentiale for verdensmarkedet (gylle fra alle husdyr i verden i 2013) til et skøn over værdien af en eventuel dansk eksport.

Den bredere samfundsmæssige vurdering gav mest interessante konklusioner med hensyn til regionale effekter, idet der var et godt materiale om placering og beskrivelse af branchen. Omvendt var det ikke muligt at konkludere på diskussionerne om innovation og beskæftigelse uden analysegrundlag i form af ikke-partielle resultater.

Det vurderes som en god metodemæssig beslutning at give en separat vurdering af internationale effekter såsom miljøeffekterne. Der var ikke tilstrækkeligt datamateriale til at give en tilfredsstillende fremstilling, men i de tilfælde hvor der foreligger en LCA vurdering vil det kunne inddrages nye aspekter under dette punkt.

Indledning

Formål og kontekst

Denne case-vurdering er én ud af fire case-vurderinger i nærværende projekt, hvor formålet er at udvikle en metode til vurdering af miljøeffektiv teknologi. Metoden afprøves på et mindre antal cases, og formålet med at udarbejde de fire cases sideløbende med metodeudviklingen er således:

- At identificere de væsentligste elementer der skal indgå, og problemstillinger der opstår i gennemførelsen af analysen, dvs. de

elementer og problemstillinger, som har væsentlig betydning for analysens resultat.

- At analysere, hvordan der tages stilling til de identificerede problemer og hvordan man i praksis opgør elementerne.
- At afprøve metoden med henblik på justeringer
- At illustrere metoden over for Miljøstyrelsen

Som tidligere nævnt er det **ikke** emnet for denne rapport som sådan at foretage en samfundsmæssig vurdering af de pågældende cases, og den følgende gennemgang af casen kan **ikke** vurderes selvstændigt med hensyn til datagrundlag, analyse eller konklusioner. Således må følgende case opfattes som **illustrativ**, og data præsenteret her bør ikke anvendes i anden sammenhæng.

Der henvises til rapportens hoveddel om metodeudvikling for uddybelse og diskussion af den metode, som anvendes.

Vurderingen af tiltag til fremme af miljøeffektiv teknologi tager med denne metode udgangspunkt i en given teknologi. Det vurderes, hvad det ville medføre af fordele, hvis om f.eks. 10 år står med denne teknologi fuldt udviklet og udbredt til sit fulde potentiale. Denne situation sammenlignes med en alternativ teknologisk udvikling, hvor der ikke satses på udvikling af denne teknologi. Da det ikke kan forudsiges, hvilken teknologisk udvikling der vil blive realiseret i de mellemliggende år, opstilles der en række scenarier herfor. Eksempelvis kan det være, at en lignende teknologi i mellemtiden udvikles i udlandet. Ligeledes kan der opstilles flere scenarier for den udviklede teknologi, eksempelvis hvis der er usikkerhed om det miljømæssige forbedringspotentiale af den fuldt udviklede teknologi, eller hvis den potentielle udbredelse er usikker. Det er en vigtig del af metoden at opstille scenarier for den fuldt udviklede teknologi og for den alternative situation.

Der henvises i øvrigt til hovedrapporten om metodeudvikling.

Kort beskrivelse af teknologien

Datagrundlag

Datagrundlaget for denne vurdering af gyllesepareringsteknologi er baseret på indsamlet viden og økonomiske beregninger i forbindelse med COWI's arbejde for Viborg Amt i forbindelse med planlægning af en regional landbrugsstrategi.

Der blev i juni 2005 nedsat en række arbejdsgruppe, der skal give indspil til regeringens "flerårsplan for bæredygtig og miljørigtigt husdyrbrug" og "udspil om ny godkendelsesordning for husdyrbrug". Arbejdsgrupperne afleverer i starten af 2006. Foreløbige teknologiske og økonomiske udredninger om gylleseparation herfra har også indgået som del af materialet for denne case.

Gyllesepareringsteknologier

Gylleseparering kan enten ske ved høj- eller lavteknologiske metoder, som begge udvikles af danske producenter. Gylleseparering er defineret som en teknisk forarbejdning af gyllen, der skaber produkter - også kaldet fraktioner -

der er forskellige fra gyllen med hensyn til tørstofindhold, sammensætning og koncentration af næringsstoffer.

Lavteknologiske anlæg

- De koncentrerede fraktioner indeholder tilsammen mere end 20 % af gyllens kvælstof og mere end 60 % af fosfor, og
- koncentratene har en gennemsnitlig koncentration, mængdevægtet af kvælstof og fosfor, der for både kvælstof og fosfor er mindst 1,5 gange højere end koncentrationen i ubehandlet gylle.

Højteknologiske anlæg

- De koncentrerede fraktioner indeholder tilsammen mere end 70 % af gyllens kvælstof og mere end 70 % af fosfor, og
- koncentratene har en gennemsnitlig koncentration, mængdevægtet af kvælstof og fosfor, der for både kvælstof og fosfor er mindst 2,5 gange højere end koncentrationen i ubehandlet gylle.

Kilde: BEK. Nr. 824 af 02-10-2002. Bekendtgørelse om husdyrhold og arealkrav m.v.

Gylleseparering giver mulighed for mindre ressourceforbrug til lagring, håndtering og omfordeling af gylle. Der kan opnås en øget gødningsudnyttelse, da adskillelse af fosfor og kvælstof i fraktioner gør det muligt at dosere de enkelte næringsstoffer mere præcist. Derved kan det undgås at der tilføres væsentlig mere næringsstof end afgrøderne har brug for. Desuden kan lugtgener fra gylleudbringning muligvis blive reduceret. Bioforgasning af gylle og udnyttelse af gassen til energiproduktion i er muligt i forbindelse med gylleseparering og giver en potentiel CO₂ neutral energiproduktionen.

Separering af gylle i fraktioner og håndtering af fraktionerne er en opgave med mere end én løsning. Der er både mulighed for videreudvikling af de teknologier som allerede er fremme, udvikle nye og nye kombinationer af de forskellige processer og produkter.⁴⁰

Der findes i dag ca. 25 gårdanlæg og ca. 20 såkaldte fællesanlæg (fortrinsvis højteknologiske anlæg med biogas-anlæg eller anden forarbejdning af fraktionerne) installeret i Danmark og teknologien må derfor vurderes til at være på demonstrations-stadiet.⁴¹ Det gælder både for højteknologiske og lavteknologiske anlæg. Det er i dag således ikke økonomisk fordelagtigt for landmænd at investere i teknologien. Denne situation afhænger af dog af de danske reguleringer af landbruget igennem harmonikrav, arealkrav mm.⁴²

Økonomien i de forskellige typer anlæg afhænger af en række forhold, hvor de væsentligste er afregningspris for el, muligheden for at skaffe supplerende organisk affald samt omkostning/indtægt ved behandling af affaldet.⁴³ De

⁴⁰ Strøckler (2005)

⁴¹ Henrik B. Møller (2005)

⁴² Mulige ændringer af reguleringen undersøges i bl.a. FØI rapport 138 og Strøckler (2005)

⁴³ Henrik B. Møller (2005)

eksisterende anlæg er finansieret som del af forskningsprojekter eller private firmaers satsninger på udvikling af teknologien.

Definition af analyseobjekt

Scenarier

Scenarieudvælgelse er central i denne metode til vurdering af potentielle fordele ved en given miljøteknologi. Det er ikke muligt med nogen rimelig grad af sikkerhed at forudsige den sandsynlige udvikling af en række faktorer, som er altafgørende for den mulige gevinst ved teknologien. I stedet opstilles en række alternative scenarier, der dækker et rimeligt udsnit af den mulige udvikling.

For gyllesepareringsteknologi kan der identificeres tre faktorer af stor betydning for omfanget af den samfundsmæssige fordel af at satse på denne teknologi. For det første er der en række mulige teknologiske alternativer. Da miljøteknologien funktionalitet for samfundet er afhængig af efterbehandlingen af fraktionerne fra separationen, må der ligeledes opstilles/defineres alternative anvendelser. Der er mange kombinationsmuligheder allerede i dette første led, men det er valgt at fokusere på to alternativer for den nye teknologi.

Tabel 10: Teknologi alternativer

| | | |
|---------------------|--|---|
| Ny teknologi | Lavteknologisk med afsætning af fraktioner indenfor landbruget | Højteknologisk med afsætning af fraktioner til biogasproduktion |
|---------------------|--|---|

Det er ligeledes nødvendigt at overveje hvilken alternativ teknologi man i mangel på gylleseparationsteknologi ville have til rådighed. Man kan forestille sig en status quo situation, hvor der ikke udvikles nye alternativer i forhold til det vi kender i dag. Det bør dog ligeledes indgå i vurderingen, at der på sigt i udlandet udvikles alternativ eller lignende teknologi, der kan bruge til at tackler miljøproblemerne med næringsstofftab fra landbruget. Man kan forestille sig en række situationer ind imellem disse to, men de er valgt som yderpunkter.

Tabel 11: Teknologi alternativer

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| Alternativ teknologi | Teknologi er status quo i forhold til i dag | Lignende miljøteknologi udviklet i udlandet |
|-----------------------------|---|---|

Disse to dimensioner af mulig udvikling kan kombineres til fire alternative scenarier. De fire scenarier kan ses i tabellen nedenfor.

Tabel 12: Scenarie alternativer

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Basisscenarie for alternativ teknologisk udvikling | Status quo | Lignende miljøteknologi udviklet i udlandet | Status quo | Lignende miljøteknologi udviklet i udlandet |
| Alternativt scenarie for ny teknologi | Lavteknologisk med afsætning af fraktioner indenfor landbruget | | Højteknologisk med afsætning af fraktioner til biogasproduktion | |

Disse fire scenarier er valgt fordi de illustrerer nogle af de mulige fremtidige udviklingsveje. Scenarierne er valgt tilfældigt, men med et ønske om at give et billede af både optimistiske og pessimistiske fremtidsmuligheder for teknologien.

Samfundsøkonomisk vurdering (Gevinster)

Potentielle nationale miljøeffekter

Der er væsentlig betingelser, som skal være opfyldt for at de miljømæssige gevinster opnås (gyllen forsvinder ikke, fordi den separeres). I praksis har det indtil nu vist sig vanskeligt at opnå de forventede fordele - specielt med hensyn til kvælstof (iflg. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret). Der er endnu ikke et etableret marked for de koncentrerede produkter, og det kan derfor være vanskeligt at finde aftagere.

Der kan dog opstilles en række potentielle miljøfordele ved gylleseparering, hvis problemerne med den efterfølgende håndtering af gyllen kan overkommes. For det første må teknologien forventes at kunne være meget nyttig i opnåelsen af en række målsætninger for natur og især vandmiljø og våd natur. Her tænkes på virkeliggørelse af vandrammedirektivet, habitatdirektivet mm. Især begrænsning af fosfortabet fra landbruget er relevant at afhjælpe med denne teknologi, da der er færre alternative virkemidler til at opnå sådan en reduktion. Der er i de senere år kommet stigende fokus på miljøproblemer i vandmiljøet, som skyldes netop overophobning af fosfor i landbrugsjord og gennem afstrømning dermed i vandmiljøet.

Der er i dag godt 2,9 mio. ha dyrket areal i Danmark. Heraf kan 1,9 mio. ha. benyttes til gødning med gylle fra de godt 2,5 mio. dyreenheder i landet. Det betyder at husdyrtætheden er 1,36 DE (dyreenheder) pr. ha i gennemsnit.⁴⁴ 1 dyreenhed svarer til husdyrproduktion, der giver 100 kg kvælstof i gyllen. Det vil også sige at de 2,5 mio. dyreenheder i Danmark producerer 2,5 mio. tons gylle om året. Langt størstedelen af husdyrbrugene ligger i Jylland. I Danmark er der et væsentligt næringsstofftab fra landbruget, som skyldes gyllen fra husdyr og gødning med kunstgødning. Hvis gylleseparering udvikles fuldt ud, vil det potentielt give mulighed for at mindske næringsstoffabet til et niveau, der er indenfor naturens tålegrænse.

Vi har i dag et system med "harmonikrav" til beskyttelse af naturen mod overdosering af næringsstoffer fra husdyrproduktionen. Kravet siger generelt, at landmanden for hver 1,4 DE skal have 1 ha jord, der dyrkes med afgrøder til at bringe gyllen ud på. Det skal i princippet sikre mod overdosering af næringsstoffer. Dette harmonikrav kan dog ikke overholdes alle steder, og en lang række andre reguleringer overfor landbruget er i kraft for at sikre mod overdosering af næringsstoffer.

Miljøpotentialet vurderes grundlæggende som værende ens ved hhv. høj og lavteknologisk gylleseparering, da miljøgevinsten i begge tilfælde er undgået overdosering af næringsstoffer. Forskellen i miljøeffekten er, at der med den højteknologiske metode er mulighed for biogasproduktion og energiproduktion.

⁴⁴ Danmarks Statistik: Statistisk Årbog 2004, Landbrug, 2202-tal.

Hvis gyllesepareringsteknologi bliver udviklet i udlandet og i fremtiden vil kunne importeres til Danmark, vil vi opnå de samme miljøfordele, som med dansk produceret teknologi.

Værdisætning af begge typer miljøeffekterne er i princippet muligt ved alternativ omkostningsmetode, hvis de kan kvantificeres.

Økonomisk gevinst i landbrugserhvervet

Gylleseparering vil på kunne forbedre landbrugets mulighed for at opfylde harmonikravene. Det er i dag et regelsæt, at der kræver en bestemt areal gødningsejnet jord per dyreenhed, således at næringsstofbelastningen ikke bliver for høj. En hel del bedrifter kan dog ikke opfylde dette krav. I 2004 blev under 60 % af alle dyreenheder produceret på bedrifter, der ikke kunne tilfredsstille harmonikravet. Værst ser det ifølge Danmarks Statistik ud på de danske svinebedrifter, hvor hele 57 % af bedrifterne og 77 % af den samlede svinebestand findes på bedrifter, der ikke kan tilfredsstille harmonikravet.⁴⁵

Gyllesepareringen vil enten kunne mindske behovet for at eje eller forpagte harmonijord, da fraktionerne gør at fordelingen af næringsstoffer på jorden vil kunne styres bedre. Alternativt vil det give landmanden mulighed for at have flere dyreenheder på samme jord. Begge dele vil være en økonomisk gevinst for landmanden, der gør det attraktivt at investere i gyllesepareringsteknologi. Der er en række politiske barrierer for at disse gevinster kan realiseres, men der er foretaget en del analyser af de potentielle gevinster for landbruget.

Her henvises generelt til de foreløbige resultater fra udredningsarbejdet fra arbejdsgrupperne, der er i gang i øjeblikket, samt FØI's rapport fra 2002. I disse analyser er fokus på potentielle økonomiske gevinster for landmændene, givet de nuværende harmonikrav fastholdes.

Værdien af eksport fra miljøteknologisektoren

Hvis det antages at gyllesepareringsteknologi-sektoren er en sektor med overnormal værdiskabelse, kan værdien af eksporten medregnes som en gevinst.

Til beregning af værdien af øget dansk eksport er det ikke rimeligt at se på den samlede værdi af de endelige produkter. Dette ville være en overvurdering, da en andel heraf er værdien af de råvarer, arbejdskraft og kapital som er anvendt mm. Det der er den reelle gevinst for Danmark ved eksporten er nettooverskuddet. Netto-overskuddet varierer fra sektor til sektor. Disse kan vurderes specifikt for hver sektor ved hjælp af input-outputtabeller i nationalregnskabet. I denne case anvendes gennemsnitstal for alle sektorer fra nationalregnskabet. Den er gennemsnitligt 9 % af produktionsværdien.

I den foreløbige rapport fra udredningsarbejdet om bæredygtigt husdyrhold⁴⁶ anslås de potentielle eksportværdier for gyllesepareringsteknologi til brug ved hhv. malkekvæg og svineproduktion. Disse markedspotentialer er baseret på antal dyreenheder i disse to sektorer og må derfor betegnes som noget nær det

⁴⁵ Kent Nielsen (2005)

⁴⁶ Kent Nielsen (2005), s. 60

fulde tekniske potentiale. Hvis den globale markedsvurdering fratrækkes det danske marked er resultatet et samlet potentiale på 731 mia. kr. Der skelnes ikke mellem høj- og lavteknologisk teknologi.

Tabel 13: Gylleeksport

| Mia. kr. | Gylle fra malkekvæg | Gylle fra svin | I alt | Nettooverskud (9 %) |
|---------------------------------|---------------------|----------------|-------|---------------------|
| Globalt eksportpotentiale 2013 | 517 | 214 | 731 | |
| Heraf dansk markedsandel (10 %) | 52 | 21 | 73 | 6 |
| Heraf dansk markedsandel (30 %) | 155 | 64 | 219 | 19 |

Det skal derefter vurderes, hvor stor en del af denne potentielle markedsværdi de danske firmaer kan forventes at få. Dette er uhyre vanskeligt og der er derfor givet et højt og et lavt skøn på hhv. 10 % og 30 %. Det vil give en nettoeffekt på mellem 6 og 19 mia. kr. om året i 2013. Hvis man antager at væksten frem til 2013 sker gradvist (10 % om året) og herefter stiger 2 % om året, vil det betyde en nutidsværdi over 30 år på hhv. 104 mia. kr. og 329 mia. kr. med 3 % i diskonteringsrate⁴⁷. Dette er ganske store tal, men det skal understreges at antagelserne som nævnt er baseret på maksimalt teknisk potentiale.

Det skal pointeres, at der ikke er fratrukket en stigning af import, der evt. kunne følge med en sådan vækst i eksport. For den metodemæssige symmetris skyld, bør det medregnes hvis der sker en stigning i råstoffer og andre inputfaktorer til produktionen af eksportvarerne.

Det vides endnu ikke om de danske anlæg er - og kan forblive - unikke på verdensmarkedet. Det er sandsynligt, at teknologien kan produceres af andre end de danske firmaer. Omvendt er der reel mulighed for, at Danmark er foran på dette område. En pragmatisk markedsundersøgelse er nødvendig som grundlag for en sådan vurdering. De anførte markedsandele er således blot antagelser til hjælp i beregning.

Beskæftigelse indenfor miljøteknologisektoren

Det at der skabes arbejdspladser indenfor en sektor er ikke en gevinst for samfundet i sig selv, da der under normale omstændigheder antages fuld faktortilpasning. Da vi her ser på udvikling over en 30 års tidshorison, antages det at dette vil være tilfældet her. Dog vil det værdi for samfundet, hvis det antages at der skabes en permanent lønstigning af en del af arbejdsstyrken, ved at jobbene der skabes er bedre lønnede pga. overnormal værdiskabelse. Det er det der vurderes i dette afsnit.

Arbejdspladser indenfor udvikling og produktion af teknologien kan karakteriseres som værende for både mellem- og højtuddannede. Lavteknologiske anlæg udvikles og produceres på maskinværksteder og vil i fremtiden sandsynligvis kunne fortsat udvikles på denne måde. Højteknologiske anlæg og biogasanlæggene produceres derimod på forskningsinstitutioner, hvor kompetencerne og lønnen er højere end på en lignende arbejdsplads i Danmark.

Det vil sige, at for højteknologisk gylleseparering vil være en samfundsmæssig værdi af de arbejdspladser der skabes, hvis det kan forventes, at de ansattes

⁴⁷ Resultatet er hhv. 65 og 206 mia. kr. med 6 % i diskonteringsrate.

løn i andre tilsvarende brancher ville være lavere. Værdien heraf er ikke søgt beregnet.

Samfundsøkonomisk vurdering (Omkostninger)

I dag er teknologien ikke slået igennem på det danske marked. I den foreløbige rapport fra udredningsarbejdet for strategi om bæredygtigt landbrug og den miljøteknologiske handlingsplan nævnes en række faktorer, der er barrierer for gennembruddet for teknologien. Den ene faktor er naturligvis meromkostningen til teknologien i forhold til andre "løsninger" på miljøproblemet/opfyldelse af miljøkravene. Herudover er der en del faktorer som kan tilskrives umodenheden af teknologien og kan muligvis løses gennem fortsat udvikling.

Meromkostningen til teknologien

Generelt er den foreløbige konklusion fra det igangværende udredningsarbejdet, at det bedre kan betale sig for landmændene at købe ekstra harmonijord end at investere i gyllesepareringsanlæg. Det må forventes, at prisen per behandlet tons gylle kan bringes ned, hvis der satses på udvikling af denne teknologi. Der må dog antages, at der stadig vil være en ekstraomkostning ved investering i teknologien.

Da teknologien endnu er på forsøgsstadiet, er der væsentlig usikkerhed om meromkostningen ved teknologien. Hvis vi tager udgangspunkt i prisen for landmanden, blev der i forbindelse med en analyse af forskellige scenarier for landbrugsudviklingen i Viborg Amt opstillet et skøn for prisen for lavteknologisk dekantercentrifuge, gennemsnitstal for mobile og stationære anlæg. Dette skøn er for de budgetøkonomiske nettoomkostninger til separering og bortskaffelse af fiberfraktionen. Inklusiv i denne nettoomkostning er sparet udgift til leje/eje af den harmonijord, der kan spares.

Tabel 14: Budgetøkonomiske meromkostninger per tons gylle

| År | 2005 | 2015 | 2030 |
|---|------|------|------|
| Kr./tons gylle i 2005-priser | 22 | 20 | 17 |
| Pris inkl. anlægsinvestering, driftsomkostninger, afskrivning, tilskud til fiberafsætning | | | |

Konklusionen fra denne analyse var, at nok var dette en lavere pris end i dag, men ikke lav nok til at det kunne betale sig for landbruget at investere under de nuværende vilkår. Højteknologisk gylleseparering vurderes til at være 3 til 7 gange dyrere.⁴⁸

Hvis al den 2,5 mio. tons gylle i Danmark skulle behandles på lavteknologiske anlæg, ville det svare til en samlet nutidsværdiomkostning for 30 år på godt 1 mia. kr. ved en diskonteringsrate på 3 %. Hvis det antages, at den højteknologisk behandling vil være 4 gange dyrere, vil resultatet i nutidsværdi ligeledes være 4 gange større, nemlig knapt 4 mia. kr.⁴⁹ Dette er naturligvis et overkantsskøn for meromkostningen, da det næppe er sandsynligt, at al gylle i

⁴⁸ Møller (2005) s. 2

⁴⁹ Ved 6 % diskontering er resultaterne 726 mio. og godt 3 mia. kr.

landet skal separeres. Omvendt er der ikke antaget vækst i antal dyreenheder og dermed gylle over de 30 år. Meromkostningen kan omregnes til velfærdsøkonomiske priser.

Udviklingsomkostninger

I dag er teknikken endnu ikke driftsikker, og der forestår stadig en del videreudvikling i forhold til demonstrationsanlæggene. For eksempel er der behov for videreudvikling af produkterne fra separationen. Afsætningen af fraktionerne er nødvendig for udbredelse af teknologien og produktudvikling af eksempelvis gødning, der kan konkurrere med traditionel handelsgødning i kvalitet og pris vil gøre en stor betydning.⁵⁰

Der er ikke fundet beregninger af de nødvendige yderligere udviklingsomkostninger ved teknologien.

Effekter for de offentlige budgetter

Normalt vil de økonomiske effekter på de offentlige budgetter søgt vurderet i en samfundsøkonomisk analyse. Her er tænkes først og fremmest på udgifter til det virkemiddel, der forestilles benyttet i den politik eller projekt der vurderes. Det kan også være øget indtægt til staten i form af øget afgifts- og skatteprovenu.

En udgift er ikke lig med en omkostning for samfundet, da en offentlig udgift samtidig vil være en indtægt for andre i økonomien, og nettoeffekten for hele samfundet er dermed nul. Det vil dog oftest undersøges i en samfundsøkonomisk analyse, hvem der vinder, og hvem der taber - såkaldte fordelingsmæssige konsekvenser eller bruttoeffekter.

I denne vurdering af en miljøeffektiv teknologi, ses der som beskrevet ikke på bestemte virkemidler og udgift eller indtægter for den offentlige sektor kan dermed ikke bestemmes uden scenarier for virkemidler el.lign.

Administrative byrder

Der er potentiale for at lette de administrative byrder båret af landbruget og offentlig administration. Udbredelse af gylleseparationsteknologi kan danne grundlag for en omlægning af en række nuværende regler og krav til landbruget, der har til formål at begrænse næringsstoffetab. Især virkemidler til begrænsning af fosfortab kan potentielt forenkles. Der er dog ingen garanti herfor, da gylleseparationsteknologien som nævnt ikke i sig selv giver en miljøforbedring. Dette afhænger af håndteringen af fraktionerne.

Andre samfundsøkonomiske omkostninger eller fordele

Som tidligere nævnt er der ved højteknologisk gylleseparering mulighed for en yderligere miljøgevinst i form af biogas-anlæg med produktion af CO₂-neutral energiproduktion. Gevinstens størrelse vil dog helt afhænge af de alternative muligheder for miljøvenlig energiproduktion og omkostningerne herved. Det vil derfor være nødvendigt med en særskilt analyse af dette marked, før en realistisk vurdering af miljøgevinsten kan gives. Der kan dog gives en

⁵⁰ Nielsen (2005) s. 32-33.

vurdering af det tekniske potentiale i form af CO₂besparelsen, på baggrund af det eksisterende analysegrundlag.

Foruden en potentiel CO₂-reduktion er det muligt at gyllesepareringsteknologien kan hjælpe med at reducere lugtgener fra landbruget. Det er et miljøproblem, der har fået stigende opmærksomhed de senere år, men endnu foreligger kun relativt få undersøgelser af problemets omfang og dets relative samfundsmæssige betydning.

De bredere samfundsmæssige aspekter

I dette kapitel gives en vurdering af en række bredere samfundsmæssige aspekter ved miljøteknologien. Det er aspekter, der for de flestes vedkommende implicit eller eksplicit allerede er behandlet i den samfundsøkonomiske vurdering i det foregående kapitel. Her gives dog en særskilt behandling af nogle af disse effekter, hvor de underliggende antagelser diskuteres. Blandt andet kan underliggende "bruttogevinster", som tilfalder særlige grupper i samfundet vises her.

Det er vigtigt indledningsvis at understrege at gennemførelse af politikker med denne type bruttoeffekter for øje ofte vil have betydelige omkostninger for økonomien, som ikke vil fremgå af dette kapitel. Eksempelvis kan vedvarende støtte til et erhverv, der ikke er konkurrencedygtigt på markedsvilkår, være en forvriddende politik, med mindre den miljømæssige fordel herved er relativt unik og betydelig.

Beskæftigelse

Et væsentligt argument ofte fremført for satsning på denne teknologi er at arbejdspladser indenfor landbruget kan fastholdes eller øges. Ligeledes er der en række følgeerhverv, der er afhængige af landbrugsproduktionen. Med mindre der er betydelig strukturel eller regional arbejdsløshed, er dette dog ikke en potentiel gevinst i en samfundsøkonomisk analyse. Det er ud fra den betragtning, at arbejdskraft så vel som andre ressourcer (produktionsfaktorer) i samfundet kan benyttes i en anden eller anden produktion. At en given politik medfører beskæftigelse inden for et bestemt erhverv er således ikke en gevinst i forhold til hvilken som helst anden politik, der ville medføre beskæftigelse i en anden sektor. En undtagelse er dog opkvalificering af arbejdsstyrken, hvor en gruppe flyttes permanent til en højere indkomstgruppe og dermed får mulighed for bedre levestandard.

Denne "relative" synsvinkel er sund at beholde, når vi taler om en bredere samfundsmæssig vurdering af effekter, som vi gør i dette kapitel. Ét af følgende argumenter må gælde for at beskæftigelse indenfor en bestemt sektor har en samfundsmæssig værdi:

- Man ønsker at bevare/skabe arbejdspladser specifikt i denne sektor frem for andre sektorer. Det kan skyldes kulturhistoriske, sikkerhedspolitiske e.l. argumenter.
- Der er særlige flaskehalsproblemer med opsugning af arbejdskraft fra denne sektor, som er i tilbagegang, og en overgangsordning vil derfor have værdi.
- Den skabte/vedligeholdte sektor beskæftiger folk i en social gruppe, man ønsker at understøtte. Det kan skyldes sociale eller regionale hensyn til en retfærdig omfordeling i samfundet.

4.4.1 Beskæftigelse indenfor miljøteknologien

For gylleseparationsteknologisektoren er der ikke grundlag for at nogle af disse argumenter gælder. Derfor er der ikke særlig samfundsmæssig gevinst ved beskæftigelse i dette erhverv.

4.4.2 Beskæftigelse indenfor landbruget

Gyllesepareringsteknologien er dog speciel, da den har potentiel effekt for et erhverv (landbruget), og da løsningen af miljøproblemet må vurderes som en stor forbedring af chancen for den fastholdelse af niveauet for udøvelse af dette erhverv i Danmark. For landbruget er flere af de ovenstående betingelser opfyldt. Det vurderes at vi i Danmark ønsker at understøtte landbrugssektoren i særlig grad. Det skyldes især kulturhistoriske og fordelingsmæssige hensyn. Dermed kan der argumenteres for, at effekterne på beskæftigelse i landbrugserhvervet er en relevant samfundsmæssig effekt.

Tabellen nedenfor viser forholdet mellem beskæftigelsen i landbruget og afledte erhverv. Med disse hjælpeparametre kan der opstilles og beregnes forskellige scenarier for udviklingen i beskæftigelsen i landbruget med og uden miljøteknologien.

Tabel 15: Forholdet mellem beskæftigelsen i landbruget og afledte erhverv

| | Afledte effekter pr. 1000 ha salgsafgrøder | | Afledte effekter pr. 1000 DE (Kvæg) | | Afledte effekter pr. 1000 DE (Svin) | |
|--------------------------------|--|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| | min. | maks. | min. | maks. | min. | maks. |
| <i>Beskæftigelse i årsværk</i> | | | | | | |
| Primære landbrug | 7 | 11 | 15 | 25 | 17 | 23 |
| Forsynende erhverv | 3 | 6 | 4 | 8 | 8 | 12 |
| Aftagende erhverv | 1 | 1 | 4 | 8 | 10 | 14 |
| Samlet beskæftigelseeffekt | 10 | 18 | 23 | 40 | 33 | 51 |

Kilde: Miljøstyrelsens retningslinier for gennemførelse af samfundskonomiske analyser for pilotprojekter for nationalparker (11. maj 2005; side 12), baseret på FØI 2004

Der er dog flere problemer, der skal løses før sådanne beregninger kan udføres. Som nævnt er der i øjeblikket ikke konsensus om en sandsynlig udvikling af landbrugserhvervet. Dermed er det ikke muligt at give et bud på den relative effekt med og uden miljøteknologien.

Yderligere er der det problem, at tabellen viser et øjebliksbillede, som kan se væsentligt anderledes ud i de kommende år. Der er generelt stigende arbejdskrafteffektivitet, men med varierende hastighed indenfor de forskellige erhverv. Dette betyder, at forholdene mellem landbrug og følgerhverv ændres.

På længere sigt er det heller ikke sandsynligt, at den nuværende forbundethed mellem landbruget og afledte erhverv vil fortsætte. I den stigende globalisering vil der ske en højere og højere grad af arbejdsdeling af de forskellige led i produktionskæden. Eksempelvis ser vi allerede, at arbejdskraftintensive produktioner i faldende grad finder sted i Danmark, hvorimod planlægning og design oftere finder sted i EU, hvor forholdet mellem løn og uddannelsesniveau er konkurrencedygtigt. Derfor er en potentiel samfundsmæssig gevinst ved beskæftigelse i følgerhvervene kun en realitet i en kortere årrække.

Der er ikke beregnet eksempler på samfundsmæssige beskæftigelseseffekter i denne case.

Innovativ evne

Støtte til denne type miljøteknologi vil styrke den danske innovationsevne indenfor landbrugsteknologi og biobrændstoffer. Både energisektoren og landbruget er af betydende størrelse for den danske økonomi i dag og samtidig to områder, hvor der er stor miljødrevne behov og ønske om innovative nye teknologier. Der må derfor siges at være værdifuldt for det danske samfund at udvikle vores innovationsevne indenfor disse sektorer. I øjeblikket er udviklingsindsatsen omkring gylleseparation ikke koordineret og det vil være en betingelse for udbytte af indsatsen, at der kommer mere vidensdeling og opsamling.

Det er imidlertid svært at vurdere, hvorvidt satsning på gylleseparationsteknologi vil give mere eller mindre gevinst på innovationsevne end andre konkurrerende miljøteknologier.

Handelsbalance

Eksport af miljøteknologien

Det vurderes, at markedet for en teknologi, der kan afhjælpe miljøproblemerne som følge af næringsstoffetabet for landbruget, er et politisk begunstiget marked på mellemlang og lang sigt. En række EU direktiver på miljøområdet (Vandrammedirektivet, Natura2000 mm) betyder, at landbrugets næringsstof tab skal begrænses yderligere indenfor de næste 5-10 år. Uden for EU vil øget behov og ønske om miljømæssig og teknologisk bæredygtig fødevarereproduktion ligeledes kunne forventes at danne grundlag for efterspørgsel efter teknologien på længere sigt. Det er dog svært at vurdere den relative fordel ved at satse på netop denne teknologi i forhold til andre teknologier med potentiel positiv effekt på handelsbalancen. Især højteknologisk gylleseparering med biogas-anlæg kan siges at have en del "konkurrenter" mht. miljøteknologier indenfor CO₂-neutral energiproduktion, som på nuværende tidspunkt må vurderes til at have potentiale for at blive en dansk eksportvare af samme størrelsesorden.

Eksport fra landbruget og følgeerhverv

En fordel der ofte fremhæves ved miljøteknologi er, at den vil gøre det muligt at øge eller bibeholde eksporten fra landbrugssektoren og følgeerhvervene. Der kan dog ikke dannes konsensus om et bud på udviklingen i det danske landbrug i de næste 30 år. Dermed er det meget usikkert at vurdere, hvilken forskel gylleteknologien vil gøre.

Eksporten af fødevarer var i 2003 godt 120 mio. kr.⁵¹, hvilket svarer til et nettooverskud på knapt 11 mio. kr. om året, hvis metoden til beregning af værdien af eksport vist ovenfor benyttes. Væksten i eksporten var i perioden 1999-2003 på i alt 17 %⁵². Hvis det antages, at teknologien kan betyde en fortsat årlig vækst på 2 % i værdien af eksporten, som ellers ikke ville kunne finde sted pga. af miljøkrav, vil det eksempelvis svare til en samlet nutidsværdi

⁵¹ Danmarks Statistik, refereret i Nielsen (2005).

⁵² Nielsen (2005) s. 42

på kr. 5,4 mio. kr. over en 30 års periode, med kalkulationsraten 3 %⁵³. Vi taler altså ikke om voldsomt store beløb, men antagelserne om vækst er som nævnt rent hypotetiske og kan så vel over- som undervurdere den forskel, gylleseparering kan gøre for værdien af eksport af fødevarer. Omvendt er der ikke fratrukket eventuel stigning af import af råstoffer og halvfabrikata til produktion af eksportvarerne.

Regional udvikling

Spørgsmål om regional udvikling kan være relevante i en samfundsmæssig vurdering. Der vil ofte kunne drages konklusioner fra behandlingen af beskæftigelse, innovativ evne og handelsbalance tidligere i dette kapitel.

For gylleseparering kan det være relevant at diskutere den potentielle gevinst mht. landdistriktsudvikling, hvis der satses på udvikling af gyllesepareringsteknologi.

Denne miljøteknologi er altså karakteriseret ved, at et større antal firmaer og forskningsinstitutioner kan opleve vækst som følge af national satsning på denne miljøteknologi. Dette er i kontrast til en række andre miljøteknologier, hvor et enkelt dansk firma har udviklet produktet. Dette er interessant ud fra en betragtning om fordelingsmæssige konsekvenser. Der er f.eks. en god geografisk spredning af de involverede institutioner og firmaer rundt om i landet - herunder i yderområderne.

⁵³ Med 6 % giver det 3,7 mio. kr.

Der kan i 2005 identificeres følgende firmaer og forskningsinstitutioner involveret i udvikling af teknologien:

Oversigt over Danske firmaer og forskningsinstitutioner involveret i udvikling af gylleseparering

| | |
|--|---|
| <p>Producenter/leverandører</p> <p>Zickert Miljø Kemira Miljø FilTech – MF Landia Staring Miljø Stein & Mayland - Funki Landbrugets IT hus Bjørnkjær Maskinfabrik Ansager CatCon Siolit TechRas Eckberg Manutech Samson Solum GEA Alfa Laval Grundfoss Siemens Flugt LM AL2 Cambi Cimbria Ammongas</p> <p>Totalentreprenører</p> <p>Bioscan Xergi B & W Scandinavian Contractors Green Farm Energy 2 Lundsby</p> | <p>Universiteterne</p> <p>Danmarks JordbrugsForskning Århus Universitet Aalborg Universitet Syddansk Universitet Danmarks Tekniske Universitet</p> <p>Institutter og foreninger</p> <p>Fødevareøkonomisk institut Teknologisk Institut Dansk Hydraulisk Institut Brancheforeningen for biogas Foreningen af biogasanlæg</p> <p>Rådgivere</p> <p>Landbrugets Rådgivningscenter Niras Rambøll PlanEnergi COWI Carl Bro Bioenergi Danmark BioPartners Morsø Landbrugscenter Bigadan Gascon</p> |
|--|---|

Kilde: Agro Business Park (2005)

I den foreløbige rapport fra udredningsarbejdet for strategi for bæredygtigt landbrug og den miljøteknologiske handlingsplan findes en interessant tabel baseret på en specialkørsel fra Danmarks Statistik. Tabellen viser den relative beskæftigelse (indekseret) indenfor ni erhvervssektorer i de fem nye danske regioner. Herudfra ses det bl.a. tydeligt, at fødevareerhvervet er relativt mest vigtigt i Region Nord og mindst vigtigt i Hovedstadsregionen - det omvendte billedet af medico- og sundhedssektoren.⁵⁴

⁵⁴ Nielsen (2005) tabel 8 s. 43

Globale miljøeffekter

Den samfundsøkonomiske analyse har et nationalt perspektiv og miljøeffekter udenfor Danmark har derfor ikke som udgangspunkt relevans for vurderingen. I dette kapitel gives en (kort) vurdering af de potentielle, globale miljøeffekter ved gylleseparering som miljøteknologi.

EU

Som det fremgår af beskrivelsen af de danske miljøeffekter, er det en klar tendens i landbruget i EU, at husdyrproduktionen i stigende grad koncentrerer på færre og færre bedrifter. Denne udvikling er længst fremme i Danmark, hvor 84 % af eksempelvis svineproduktionen er koncentreret på bestande over 1000 svin. Til sammenligning er gennemsnittet for de 6 største svineproducerende lande i EU 56 %.⁵⁵ Samtidig er der i EU som i Danmark formulerede politiske mål om begrænsning af miljøbelastningen fra landbruget. Der sigtes som i alle andre erhverv mod en afkobling af vækst og negativ miljøbelastning.

Den potentielle miljøeffekt ved at gyllesepareringsanlæg kan gøre efterfølgende håndtering af næringsstofferne uskadelig for naturen er betydelig på EU plan. For at give en ide om størrelsesordenen kan miljøtilstanden af en række habitater (eks. vandmiljøet), som er berørt af landbrugsproduktion evalueres. Der kan muligvis gives en hel eller delvis værdisætning af alternativomkostninger ved næringsstofreduktion ved de i dag kendte metoder. Da denne case er en del af et metodestudie med fokus primært på økonomisk vurdering er dette dog ikke gennemført her.

Globalt

Uden for EU kan der ligeledes forudsiges et øget behov og ønske om miljømæssig og teknologisk bæredygtig fødevarerproduktion på længere sigt. Stigende befolkningstal nødvendiggør en stadig stigning i fødevarerproduktionen, og hvis husdyrproduktionen fortsætter med at udgøre en anelig del heraf, vil det lægge et stadig større pres på naturen. Teknologi der kan gøre landbrugserhvervet mere miljøeffektivt, må globalt have et stort maksimalt miljøpotentiale.⁵⁶ Spørgsmålet er naturligvis om de danske teknologier kan overføres til andre lande og deres produktionspraksis. Ligeledes er det muligt at der findes andre miljøteknologier, der på en bedre og mere effektiv måde kan begrænse næringsstoffetabet fra husdyrbrug. Da der givet uvished ikke kan svares på disse spørgsmål, er den nedre grænse for den potentielle globale miljøgevinst nul.

Samlet vurdering

I tabellen nedenfor er givet en samlet vurdering af effekterne. Bemærk, at der indgår både et scenarium for udviklingen af teknologien og et basisscenarium, som begge varierer, således at sammenligningen af scenarierne skal gøres med øje herfor.

⁵⁵ Nielsen (2005) s. 15

⁵⁶ Grundet tidsbegrænsning har det ikke været muligt at finde tal for den globale miljøbelastning fra landbrug.

Tabel 16: Opgørelse af potentielle effekter af miljøeffektiv teknologi

| Scenarium | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|---|--|---|
| | Samfundsmæssige effekter | | | |
| | Gevinster | | | |
| Nationale miljøeffekter | Potentielt opnåelse af en række målsætninger for natur og især vandmiljø og våd natur. Især fosforbegrænsning har stor værdi for samfundet, da der findes få alternativer. Miljøeffekterne afhængige af håndtering af fraktioner. | | Potentielt opnåelsen af en række målsætninger for natur og især vandmiljø og våd natur. Især fosforbegrænsning har stor værdi for samfundet, da der findes få alternativer. Fraktioner laves til biogas og der produceres derved CO ₂ -neutral energi | |
| Gevinst i landbruget | Ikke beregnet - sandsynligvis ikke samfundsmæssig værdi | | | |
| Værdi af øget eksport - indenfor teknologisektor | Hvis det antages at branchen vil have overnormal værdiskabelse kan værdien medregnes. Hvis det endvidere antages at danske firmaer vil få 10-30% af det maksimale potentielle verdensmarked svarer det til en nutidsværdi for 30 år på 100 - 300 mia. kr. | 0 | Hvis det antages at branchen vil have overnormal værdiskabelse kan værdien medregnes. Hvis det endvidere antages at danske firmaer vil få 10-30% af det maksimale potentielle verdensmarked svarer det til en nutidsværdi for 30 år på 100- 300 mia. kr. | 0 |
| Beskæftigelse - indenfor teknologisektor | 0 | | Højteknologisk gylleseparering vil medføre en samfundsmæssig værdi af de arbejdspladser der skabes, hvis det kan forventes at de ansattes løn i andre tilsvarende brancher ville være lavere. Værdien heraf er ikke søgt beregnet. | |
| Beskæftigelse - indenfor landbrug | Ikke samfundsmæssig værdi, da det forventes at evt. alternativt tabte arbejdspladser kunne findes andre steder (ingen strukturel arbejdsløshed i DK) | | | |
| | Omkostninger | | | |
| Meromkostning til teknologien | Hvis al gylle i DK (2,5 mio. tons årligt) skulle behandles på lavteknologiske anlæg ville det svare til en samlet nutidsværdiomkostning for 30 år på godt 1 mia. kr. | | Hvis det antages at den højteknologiske behandling vil være 4 gange dyrere, vil resultatet i nutidsværdi ligeledes være 4 gange større, nemlig knapt 4 mia. kr. | |
| Udviklingsomkostninger | Ukendte | | | |
| Effekter på off. budgetter | Ikke beregnet - ingen umiddelbar identificerbar effekt | | | |
| Administrative byrder | Ikke beregnet - ingen umiddelbar identificerbar effekt | | | |
| | Andre samfundsmæssige effekter | | | |
| Beskæftigelse - indenfor miljøteknologien - indenfor landbruget | Det vurderes, at vi i Danmark ønsker at understøtte landbrugssektoren i særlig grad. Det bl.a. skyldes især kulturhistoriske og fordelingsmæssige hensyn. Dermed kan der argumenteres for, at effekterne på beskæftigelse i landbrugserhvervet er en relevant samfundsmæssig effekt. | | | |
| Innovativ evne | Ikke vurderet - mangler passende vurderingsredskab | | | |
| Handelsbalance/ Øget eksport - indenfor teknologisektor - indenfor landbrug og afledte erhverv | Det vurderes, at markedet for en teknologi, der kan afhjælpe miljøproblemerne som følge af næringsstoffabet for landbruget er et politisk begunstiget marked på mellemlang og lang sigt. Hvis det antages at teknologien kan betyde en fortsat årlig vækst på 2 % i værdien af eksporten, som ellers ikke ville kunne finde sted pga. af miljøkrav, vil det eksempelvis svare til en samlet nutidsværdi på kr. 5,4 mio. kr. over en 30 års periode, med diskonteringsraten på 3 % | | | |
| Regional udvikling | Mulighed for udvikling i områder udenfor hovedstadsområdet. Relativt mange mindre firmaer involveret i udvikling af teknologien. | 0 | Mulighed for udvikling i områder udenfor hovedstadsområdet. | 0 |
| | Globale Miljøeffekter | | | |
| EU og Globalt | Diskuteret, men ikke søgt kvantificeret. | | | |

Kilder

Brian H. Jacobsen, Danmarks JordbrugsForskning, Claus G. Sørensen og Jørgen F. Hansen, Fødevarøkonomisk Institut (2002): ***Håndtering af husdyrgødning - en teknisk-økonomisk systemanalyse***, Rapport nr. 138, København.

COWI (2005). ***Regionaløkonomisk vurdering af fem scenarier for fremtidens landbrug i Viborg Amt***, Rapport Juli 2005, samt tekniske bilag.
<http://www.erhverv.viborgamt.dk/sw7753.asp>

Henrik B. Møller (2005): ***Sådan kan gyllen behandles***, Danmarks JordbrugsForskning, Afd. for Jordbrugsteknik, Forskningscenter Bygholm, Horsens.

Kent Nielsen (2005): ***Sektoranalyse for husdyrgødning og biomasseteknologi***, Foreløbig version, Oktober 2005. Kent Nielsen, Handelshøjskolen i Århus.

Michael Strøckler (2005): ***Intern note til COWI til "Regionaløkonomiske vurderinger af scenarier for landbrugets udvikling i Viborg Amt". Beskrivelse af sektoren for gyllebehandlingsteknologi***, Agro Business Park, Tjele.

Case 3: Alternativ til Phthalater

Metodekonklusion

Der er tale om en illustrativ analyse gennemført med henblik på at identificere problemstillinger og videreudvikle metoden til samfundsmæssig vurdering af miljøeffektiv teknologi. Således omhandler konklusionerne fra denne case udelukkende metodemæssige problemstillinger ved gennemførelsen af den samfundsmæssige vurdering. Følgende problemstillinger er blevet identificeret og overvejet:

Geografisk afgrænsning: Der er her tale om en problemstilling, der er relativt simpel: En alternativ blødgører er udviklet til erstatning af phthalater. Denne er 3-4 gange dyrere i produktion end phthalater. Til gengæld er der potentielle sundhedsgevinster ved denne substitution. Såfremt mer-produktionsomkostningen opvejes af forventet sundhedsgevinst, er teknologien en samfundøkonomisk god idé. Set fra nationalt perspektiv, skal der imidlertid gøres en række antagelser omkring hvor stor en markedsandel det danske produkt får, hvilken profit der kan opnås, samt hvor stor en del af slutprodukterne, der ender i Danmark. I dette tilfælde ville vurderingen således være lettere at foretage uden hensyn til geografisk placering af omkostninger og gevinster.

Opstilling af Scenarier, herunder vurdering af teknologiens potentiale: Der er tale om et nyudviklet produkt, der endnu ikke er udbredt i væsentligt omfang. Det er på dette udviklingsstadium meget usikkert at vurdere realistiske scenarier for udbredelse. Der kan gøres vurderinger om teknisk og økonomisk potentiale, men ofte på mangelfuldt informationsgrundlag. I sådanne tilfælde vil der være tale om tænkte eksempel-scenarier, og det kan ofte være hensigtsmæssigt at vælge flere, som repræsenterer nogle grænsetilfælde (eksempelvis optimistisk og pessimistisk scenario).

Data: Det er svært at tilvejebringe de nødvendige skøn for centrale parametre og forventning til fremtidig udvikling. Dette skyldes ikke blot de store usikkerheder. Når der er tale om udvikling i privat regi, som her, er der en række konkurrencemæssige hensyn der gør, at virksomheden, som må forventes at have den bedste information, holder kortene tæt til kroppen. Det må generelt forventes, graden af tilgængelige oplysninger vil stige med graden af udvikling/udbredelse af teknologien. I nærværende case er der endvidere tale om en børsnoteret virksomhed, som må tage hensyn til dens aktionærer, og dermed være påpasselige med ikke at give oplysninger, der kan påvirke aktierne i den ene eller anden retning.

Miljø- og sundhedseffekter: På kemikalieområdet er der store problemer med at opgøre og værdisætte de sundhedsmæssige gevinster ved en given substitution. Det skyldes ikke blot den store usikkerhed omkring stoffets (her phthalater) faktiske risici for mennesker. Også måden, hvorpå sundhedseffekterne normalt opgøres i forbindelse med risikovurderinger, gør,

at det er svært at omsætte til antal sygdomstilfælde ental liv eller lignende, som efterfølgende muligvis ville kunne værdisættes.

Bredere samfundsmæssige aspekter: Disse er kun ganske kort berørt i denne case. Generelt er disse svære at identificere uden mere konkret viden om analysens mere politiske kontekst (hvem er efterspørger af analysen, hvad er formålet m.v.). Typer af relevante effekter i nærværende case kunne være internationale miljøeffekter, som langt vil overstige de nationale miljøeffekter, samt vækst og udvikling i bestemte 3. verdens lande.

Indledning

Baggrund

Miljøproblemet: Phthalater anvendes blandt andet som blødgørere i PVC anvendt til en lang række formål. Phthalater dækker over en gruppe kemiske stoffer, der mistænkes for at have hormonforstyrrende effekter. Hertil kommer risiko for at nogle phthalater kan være kræftfremkaldende, samt risiko for negativ påvirkning af vandmiljøet. Det har endvidere været diskuteret, om der er sammenhæng mellem phthalater og udviklingen af astma, hvilket dog stadig er usikkert. Den primære spredning af phthalater sker diffust, når man bruger de produkter, som stofferne indgår i.

Anvendelse: Phthalaterne anvendes i meget store mængder. Det årlige phthalatforbrug på verdensplan skønnes at være i størrelsesordenen 2-3 mio. tons⁵⁷. I Danmarks skønnes forbruget at være omkring 11.000 tons årligt (1995) og med stigende tendens⁵⁸. Langt hovedparten af anvendelsen sker, når PVC blødgøres med diethylhexylphthalat (DEHP).

Således indgår phthalater i en lang række produkter indeholdende blød PVC. bl.a. gulv- og vægbeklædninger, elkabler, legetøj, møbler, presenninger, medicinsk udstyr, regn- og arbejdstøj, have- og vandslanger, levnedsmiddelslanger samt indlæg i låg og kapsler.

Eksisterende tiltag: Der er på nuværende tidspunkt kun regulering af phthalater inden for legetøj og andre produkter til små børn. Mangel af yderligere regulering kan skyldes, at de potentielt skadelige miljø- og sundhedsmæssige effekter er svære at verificere. Endvidere produceres phthalater af store kemiske virksomheder, der i høj grad arbejder for at bevise det modsatte. Alligevel står phthalater stadigvæk på den politiske dagsorden, både i Danmark og i EU ligesom der både mediemæssigt og fra forbrugernes side er fokus på problemstillingen. På substitutionssiden arbejdes der overordnet set med to former for alternativer til phthalater: Kemisk baserede og vegetabilsk baserede stoffer.

Denne case: Nærværende case omhandler en miljøeffektiv teknologi i form af et konkret miljøvenligt alternativ til Phthalater kaldet Grindsted-Soft-N-Safe (efterfølgende betegnet **Soft-N-Safe**), udviklet, produceret og markedsført af Danisco.

⁵⁷ Skøn fra Danisco (2005)

⁵⁸ Miljø- og Energiministeriet (1990)

Tilgang

Det er i nærværende case valgt primært at fokusere på den samfundsøkonomiske tilgang og de problemstillinger, der opstår i forbindelse med sådanne vurderinger af scenarier for teknologiudvikling.

Forbehold

Formålet med denne case er, at den skal danne grundlag for identifikation af problemer og løsningsmodeller i forbindelse med samfundsmæssig vurdering af fremme af miljøeffektiv teknologi, som kan indgå ind i metodeovervejelser på området. Det er valgt at tage udgangspunkt i en faktisk teknologi under udvikling/udbredelse for at få så god forståelse som muligt af de faktiske problemstillinger, der vil opstå i forbindelse med udførelse af sådanne analyser, men på baggrund af formålet er der lagt vægt på de metodemæssige overvejelser frem for dataindsamling. Således må følgende case opfattes som **illustrativ**, og data præsenteret her bør ikke anvendes i anden sammenhæng.

Datakilden til nærværende case har primært været Danisco, suppleret med informationer fra Miljøstyrelsen og COWI's viden på området.

Kort om teknologien

Soft-N-Safe er et vegetabilsk baseret produkt, der kan anvendes som blødgører i PVC. Hovedingredienserne er castor olie og eddikesyre. Det vurderes at kunne substituere phthalater i forholdet 1:1 uden krav til produktionsprocessen i øvrigt og uden påvirkning af slutproduktets kvalitet, æstetik eller levetid.

Baggrunden for udviklingen har været en opdagelse af potentialet for udvikling af en blødgører i forbindelse med forskning inden for virksomhedens kerneområde, levnedsmidler. Efter en længere udviklings-, afprøvnings- og registreringsproces er markedsføringen påbegyndt, og salg og produktion igangsat.

Man har i første omgang valgt at satse på tre anvendelsesområder: Fødevareemballage, legetøj og medicinsk udstyr. Dette skyldes udelukkende virksomhedens valg af markedsstrategi, idet produktet vurderes at have potentiale som blødgører inden for de fleste tænkelige produktgrupper med blød PVC.

Der er tale om et dansk produkt, udviklet, patenteret og produceret i Danmark. Det forventes, at substituere phthalater produceret af europæiske kemiske virksomheder. Således må substitutionen forventes at give positive effekter på dansk vækst, beskæftigelse og handelsbalance med sig. Alternativet kunne dog også være andre phthalatfri substitutter udviklet i Danmark eller udlandet.

Problemformulering

Analyseobjekt

Analyseobjektet er som allerede nævnt her afgrænset til en miljøeffektiv teknologi i form af en vegetabilsk baseret blødgører som alternativ til Phthalater, her i form af produktet Soft-N-Safe.

På generelt plan drejer problemstillingen sig om, hvorvidt meromkostningen ved produktion af Soft-N-Safe opvejes af de positive miljø- og sundhedsgevinster for samfundet ved en sådan substitution.

Fra en dansk synsvinkel bliver problemstillingen mere kompleks. Der bliver behov for vurderinger af, hvor meget substitution der sker i slutprodukter anvendt i Danmark og hvor meget nettooverskud virksomheden er i stand til at generere. Og udover spørgsmålet om, hvorvidt meromkostningen opvejes af miljøgevinsten, er der potentielle gevinster for samfundet gennem nettooverskud i industrien, opvejet mod omkostninger til udvikling og udbredelse.

Basisscenarie

Basisscenariet skal danne referencen for vurderingen af en situation med teknologifremme. Der skal her gøres overvejelser om:

- Udviklingsstadiet i udgangspunktet: Det må overvejes om dette skal antages at være:
 - Situationen uden udvikling af Soft-N-Safe
 - Situationen, hvor teknologien er udviklet men endnu (næsten) ikke anvendt
- Generelle udviklingstrends - antagelser om basisudviklingen mht. f.eks.:
 - Forventninger om en generel udvikling i forbrug/substitution af phthalater med mere miljøvenlige løsninger, herunder forventninger til ændringer i politiske forhold eller ændringer i forbrugerpræferencer over tid
 - Andre trends, der kunne påvirke basissituationen inden for phthalatforbrug, f.eks. tendenser inden for PVC produktion og anvendelse m.v.

Der er mange usikkerheder forbundet med definitionen af basisscenariet, og det må generelt anbefales at holde dette så simpelt som muligt, når usikkerhederne er mange og væsentlige. Man kan evt. vælge flere, men i og med der normalt også vil være behov for analyse af flere alternative teknologiudviklingsscenarier, kan man hurtigt nå op på mange analyser, idet hvert alternativ-scenarie skal vurderes i forhold til hvert basisscenarie.

I de fleste tilfælde præget af så store usikkerheder som i nærværende case kan det ofte anbefales at bruge "Business as Usual" scenariet som reference for analysen. Dette bliver således udgangspunktet her, dvs. uændret phthalatforbrug, udvikling af alternativer, regulering på området m.v.

Alternativ-scenarier

Når der laves vurderinger af konkrete tiltag eller projekter, skal alternativ-scenariet give en operationel beskrivelse af dette samt andre væsentlige trends som følge af det konkrete tiltag eller projekt. Eksempelvis ville et tiltag i form af et forbud mod phthalater i EU skulle operationaliseres ved en antagelse om, hvornår forskellige dele af forbudet skulle træde i kraft (måske med regionale forskelle), samt hvordan udfasningsmønstret ville forventes at se ud.

Her har vi imidlertid ikke at gøre med et egentlig tiltag, men en generel antagelse om udvikling og udbredelse af en teknologi. Det står derfor i udgangspunktet frit for, hvordan alternativ-scenariet skal se ud. En væsentlig pointe er, at tæt dialog mellem projektholdet der udfører analysen, og myndigheden, der efterspørger analysen (f.eks. Miljøstyrelsen), bliver særdeles vigtig i forbindelse med fastlæggelse af alternativ-scenarierne. (Dialogen er altid vigtig på dette stadie, men er altså særdeles vigtig, når der er så mange frihedsgrader som her).

I fastlæggelse af alternativscenariet i nærværende sammenhæng må der gøres overvejelser om:

- Teknologiens tekniske potentiale (Hvor god viser teknologien sig at være teknisk og hvilke udbredelsesmuligheder har den?)
- Økonomisk potentiale (Hvad synes der inden for de forventede politiske rammer at være potentiale for fra et økonomisk perspektiv?)
- Konkurrerende udvikling (Vil udvikling af det konkrete produkt medføre øget udviklingsaktivitet på området og dermed øget omfang af konkurrerende produkter over tid?)

Det tekniske potentiale: Soft-N-Safe har en generel virkning som blødgører i PVC der i princippet er uafhængig af, i hvilket produkter denne PVC efterfølgende anvendes. Således vurderes det teknisk muligt at anvende produktet som substitut til alle phthalater, der anvendes som blødgører i PVC på verdensplan.

Det økonomisk potentiale: Da Soft-N-Safe har væsentlig højere produktionsomkostninger end phthalater, må det økonomiske potentiale for substitution være lavere. Det kommer så til at afhænge af, om der er et marked for phthalatfri slutprodukter, hvilket igen afhænger af de politiske og præferencemæssige trends internationalt set.

Der er store usikkerheder omkring det økonomiske potentiale. Danisco må forventes at besidde den største viden omkring dette, men udtaler sig nødt til detaljer herom. Deres officielle (forsigtige) forventning til det økonomiske potentiale for netop deres produkt er en markedsandel på ca. 1% af verdensmarkedet for blødgører i de tre udvalgte produktgrupper: Fødevareremballage, legetøj og medicinsk udstyr på relativt kort sigt. Dette skønnes at svare til ca. 600 tons⁵⁹. De mere langsigtede strategier kan ikke oplyses og kan både dreje sig om en større markedsandel inden for de tre produktgrupper samt nye produktgrupper.

⁵⁹ Groft skøn baseret på skøn fra Danisco om omfanget inden for de tre produktgrupper på verdensplan baseret med egen antagelse om, at den kun en lille del af gruppen "medicinsk udstyr" er relevant i denne sammenhæng (således at der ikke er tale om 1% af anvendelsen inden for denne produktgruppe).

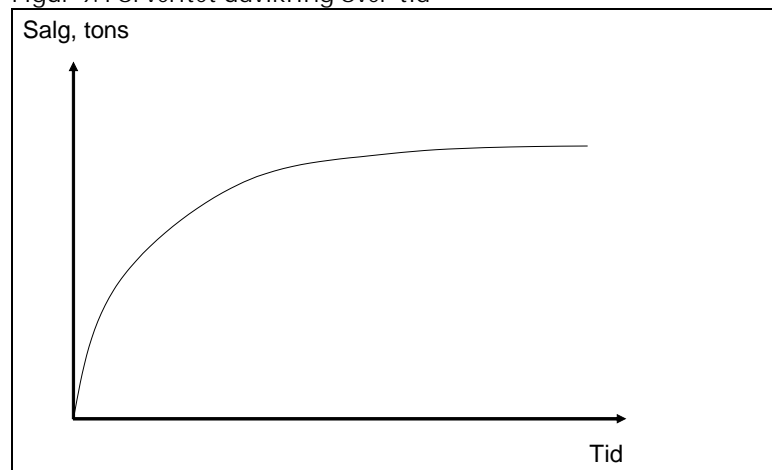
Der er begrænset lovgivning på området. Derimod forventes motivation for substitution i høj grad at opstå gennem et betydeligt ønske hos forbrugere om phthalatfri produkter, grundet den mediemæssige fokus på phthalater og deres potentielt skadelige effekter. Endvidere ventes en stor del af substitutionen at ske som et led i "brand protection" hos producenter af slutprodukter med blødgørere.

Konkurrerende udvikling: Såfremt der indføres regulering eller andre former for tiltag, er der mulighed for, at dette kan starte en øget udvikling af konkurrerende produkter. Der er mulighed for, at udviklingen af Soft-N-Safe kan være et lokomotiv for udvikling af lignende alternativer, såfremt der viser sig at være et marked og en væsentlig indtjening af hente. Dette er meget svært at spå om, og der kan ikke gøres nogen entydige antagelser herom. Der vælges derfor at opstille scenarier med antagelse om ingen nævneværdig konkurrerende udvikling (scenarie 1 og 2) og scenarier med "væsentlig konkurrerende udvikling" (scenarie 3 og 4). Denne antagelse får betydning for de videre antagelser om udvikling i nettooverskud i næste kapitel.

Som ovenfor beskrevet er det særdeles vanskeligt at vurdere et realistisk teknologifremme-scenarie. Det kan derfor anbefales at opstille flere alternativ-scenarier, der hver især baserer sig på nogle relativt klare og simple antagelser. Således bliver de med eksemplificerende end realistiske.

I forbindelse med fastlæggelse af scenarierne, må man også overveje, hvordan udviklingen sker, dvs. udviklingen over tid. Eksempelvis kunne det antages, at markedsandelen for det danske produkt steg gradvist over tid lignende figuren nedenfor.

Figur 9: Forventet udvikling over tid



Såfremt der er meget få information om dette mønster, og der i øvrigt forholdsvis hurtigt forventes at være tale om en relativt konstant størrelse, kan man med fordel se bort fra udviklingsmønstret over tid, og i stedet estimere de årlige effekter. Dette forsimples analysen noget, og af denne årsag vælges denne tilgang her.

Et forslag til scenarier ses i tabel 17 nedenfor.

Tabel 17: Oversigt over al ternativscenarier

| Scenarie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----|-----|----|-----|-----|
| Soft-N-Safe's phthalatsubst inden for de 3 produktgrupper | 1% | 10% | 1% | 10% | 10% |
| Soft-N-Safe's phthalatsubst generelt | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| Væsentlig konkurrerende udvikling | - | - | Ja | Ja | - |

I det følgende vælges der at se bort fra scenarie 5, således at der udelukkende fokuseres på substitution inden for de 3 specifikt udvalgte produktgrupper

Udgangspunktet er Daniscos kortsigtede forventning om 1% af markedet for phthalater inden for de 3 produktgrupper. Videreførelse af denne antagelse over hele tidshorizonten (scenarie 1) må siges at være et relativt konservativt scenarie. Dette suppleres med et optimistisk scenarie, hvor der med rund hånd antages en markedsandel på 10% inden for de 3 produktgrupper (scenarie 2). Som udgangspunkt er der antaget moderat konkurrence Soft-N-Safe. Dette suppleres med to scenarier, hvor der antages stor konkurrence (scenarie 3 og 4).

Kortlægning og vurdering af konsekvenser

Helt overordnet kan de samfundsøkonomiske konsekvenser siges at bestå af et potentiale for nogle miljø- og sundhedsgevinster på den ene side og nogle øgede produktionsomkostninger på den anden side.

Set fra et dansk perspektiv er der imidlertid også en potentiel gevinst i form af værditilvækst i danske produktion, opvejet mod omkostninger til udvikling og udbredelse af produktet. Derimod bliver den rene danske miljøgevinst og øgede produktionsomkostninger af begrænset betydning.

Nedenfor behandles hver af disse elementer særskilt.

Gevinster

Miljø- og sundhedseffekter

De helt overvejende problemer ved phthalater knytter sig til de potentielle effekter på menneskers sundhed. De potentielle problemer drejer sig om:

- Hormonforstyrrende effekter
- Kræftfremkaldende effekter
- Allergifremmende effekter

Endvidere kan phthalater have langtidseffekter på organismer i vandmiljøet.

Langt den største del af udledning af phthalater sker under anvendelse af de færdige produkter. Phthalaterne er ikke kemisk bundet til PVC, men frigives langsomt ved direkte kontakt eller ved afdampning til luften. Udover dette kan

udledninger ske i forbindelse med produktion af PVC eller ved bortskaffelse af produkter indeholdende phthalater.

Vurdering af kemikalier miljø- og sundhedseffekter foretages normalt ved en risikovurdering. Denne resulterer i en risikobeskrivelse, som oftest vil bestå af et mål for maksimum anbefalet dosis eller lignende. Der er imidlertid et stykke herfra til vurderingen af, hvad udsættelsen af varierende doser har af risici for egentlige sundhedsmæssige effekter.

Værdisætningen kan i princippet gennemføres, når disse risici kendes. Omkostningen ved sundhedseffekt i form af eksempelvis et kræfttilfælde bør indeholde velfærdstab for individet såvel som omkostningerne for samfundet i form af behandlingsomkostninger og produktionstab.

Værdisætningen af sundhedseffekten i sig selv er en udfordrende opgave, og der findes så vidt vides ikke mange studier, der rent faktisk opgør de samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved en given sundhedseffekt.

Gevinsterne vil optræde hos forbrugeren af slutproduktet, som vil være borgere i hele EU samt primært andre lande med regulering eller fokus på området (f.eks. Californien og andre dele af USA). Producenterne af de af Danisco udvalgte produktgrupper er primært europæiske, som igen i høj grad importerer en del mellemprodukter fra lande uden for EU. Der er altså ikke tale om produkter der særligt anvendes i Danmark, og derfor er den potentielle miljøgevinst altså ikke større for Danmark end for andre EU lande.

Det er her ikke muligt at give nogen vurdering af, hvor stor en del af slutprodukter med Soft-N-Safe, der vil ende som forbrug i Danmark, og derfor heller ikke muligt at vurdere Danmarks andel af de potentielle miljøgevinster.

Nettooverskud

I den traditionelle samfundsøkonomiske analyse antages fuldkommen konkurrence. Dette betyder, at der ikke regnes med overnormal profit ved produktion, og således bliver varens pris lig produktionsomkostningerne. Således er der ikke i sig selv gevinster ved en øget produktion ud fra et traditionelt samfundsøkonomisk synspunkt

Det kan dog synes rimeligt at løse på antagelsen om nul profit for industrien. I dette tilfælde kan der være et potentiale for yderligere samfundsøkonomiske gevinster for Danmark. Dette gælder, når der er tale om produktion til eksport, der erstatter udenlandsk produktion. I dette tilfælde vil der være tale om indhentning af profit - her betegnet **nettooverskud** - til Danmark på bekostning af udenlandske producenter eller forbrugere. Profit fra indenlandsk salg tæller ikke med, idet der blot er tale om en omfordeling fra forbrugere til producenter.

Oplysninger omkring produkters nettooverskud kan ofte ikke indhentes, idet producenterne gerne holder disse oplysninger for sig selv. I hovedrapportens metodeafsnit er angivet en metode til estimering heraf baseret på overordnede data fra nationalregnskabet. Her vurderes det gennemsnitlige nettooverskud at være 9% af produktionsværdien.

Ud fra egne erfaringer vurderes det aktuelle nettooverskud at være noget lavere inden for kemikaliesektoren / fødevarerindustrien. Der er her valgt en rate på 6% af produktionsværdien for den aktuelle eksport

Ifølge Danisco vil langt størstedelen af produktionen (95%) gå til eksport, svarende til 570 tons i scenarie 1 og 3 og 5.700 tons i scenarie 2 og 4.

Baseret på denne antagelse samt oplysninger om salgsprisen skønnes det gennemsnitlige nettooverskud for eksport af Soft-N-Safe at være i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. tons. Bemærk, at der her er tale om et **illustrativt skøn**, og således ikke er udtryk for Daniscos oplysninger.

Nedenfor ses estimerne for den samfundsøkonomiske gevinst i form af værditilvækst i de opstillede scenarier. I scenarie 3 og 4 antages det konkurrencemæssige pres at betyde, at nettooverskuddet reduceres (her antages til 1%).

Tabel 18: Nettooverskud fra eksport, skøn, 1.000 kr.

| Scenarie | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------|-----|-------|-----|-------|
| nettooverskud fra eksport | 870 | 8.700 | 145 | 1.450 |
| nettooverskud i alt | 920 | 9.200 | 150 | 1.500 |

Omkostninger

Produktionsomkostninger

På omkostningssiden er interessen centreret omkring de meromkostninger, der er forbundet med produktion og anvendelse af Soft-N-Safe frem for phthalater.

Substitutionen af phthalater med Soft-N-Safe er relativt simpel, idet der er tale om en 1:1 erstatning af dette produktionsinput uden krav til ændringer i produktionsproces eller lignende, og det heller ikke har betydning for kvaliteten af slutproduktet. Problemstillingen for brugeren af phthalater drejer sig derfor udelukkende om, at Soft-N-Safe er 3-4 gange dyrere end phthalater.

Salgspriserne skønnes at ligge i størrelsesordenen 7.500 kr. pr. ton phthalater og 27.000 kr. pr. ton Soft-N-Safe. Med en antagelse om, at nettooverskuddet udgør ca. 6% for begge produkter⁶⁰, bliver produktionsomkostninger for phthalater godt 7.000 kr. og for Soft-N-Safe godt 25.000 kr pr. ton.

Med de antagede mængder af substitution bliver de årlige mer-produktionsomkostninger således ca. 11 mio. kr. under antagelse om moderat vækst (Scenarie 1 og 3) og i nærheden af 111 mio. kr. under optimistisk vækstscenarie (Scenarie 2 og 4). Det antages ikke, at øget konkurrence vil påvirke produktionsomkostningerne, men derimod udelukkende nettooverskuddet.

Meromkostningerne ventes i første omgang at overvæltes fuldt ud på brugeren af slutproduktet, den private forbruger. Det er ikke muligt at vurdere, hvor

⁶⁰ Antagelse, som ikke er verificeret.

stor en del af slutprodukterne og dermed meromkostningerne, der ender i Danmark.

Udviklings-/udbredelsesomkostninger

Nettooverskuddet skal holdes op mod de omkostninger, virksomheden har haft ved udviklingen og udbredelse af produktet. Disse skal dække hele processen fra idé til salg, dvs. forskning, produktudvikling, afprøvning, registrering og markedsføring⁶¹. Det er omkostninger, der ikke indgår i de egentlige produktionsomkostninger, og dermed heller ikke fratrækkes nettooverskuddet.

Generelt kan der siges følgende om udviklingen af Soft-N-Safe:

- Processen fra idé til markedsføring har taget 5-6 år.
- Det tidsmæssigt tungeste element har været registreringen, som har taget ca. 3 år.
- Produktudviklingen er foregået i Daniscos eksisterende plastlaboratorier, og der har kun været tale om beskedne nyinvesteringer

Danisco har givet et forsigtigt skøn på omkostningerne til udvikling, patentering og registrering af produktet på i omegnen af 1 mio. Euro indtil i dag. Udover dette må der forventes yderligere omkostninger i forbindelse med registrering, i takt med at produktionsvolumen stiger og registreringskravene dermed øges.

Således skønnes udviklings- og udbredelsesomkostningerne meget groft at løbe op på ca. 8 mio kr. Markedsføringsomkostningerne antages at være internaliseret i produktionsomkostningerne og dermed også modregnet i nettooverskuddet.

Der er typisk tale om én-gangsomkostninger, som derfor må sammenlignes med gevinster over hele analysens tidshorizont. Idet der her regnes med årlige omkostninger, må udviklingsomkostningerne annuiseres.

Valg af tidshorizont afhænger af, hvor længe disse én-gangsomkostninger ventes at give afkast. Igen er dette meget svært at give et svar på. Nedenfor vises skøn over de annuiserede omkostninger, givet forskellige antagelser om "levetid" under antagelse om en diskonteringsrate på hhv. 3 % og 6 % p.a.

Tabel 19: Annuiserede udviklingsomkostninger ved alternative levetider og diskonteringsrater, 1.000 kr.

| | 3 % p.a. | 6 % p.a. |
|-------|----------|----------|
| 5 år | 1.747 | 1.899 |
| 10 år | 938 | 1.087 |
| 15 år | 670 | 824 |

I samfundsøkonomiske vurderinger anvendes ofte en lavere diskonteringsrate end i privatøkonomiske vurderinger. Ifølge Miljø- og Energiministeriet (2000) bør der som udgangspunkt anvendes en diskonteringsrate på 3 % p.a. i forbindelse med samfundsøkonomiske vurderinger af miljøprojekter som centralt skøn, men suppleret med følsomhedsanalyser af betydningen heraf.

⁶¹ Det må overvejes, om en del af disse omkostninger er integreret i beregningen af produktionsomkostningerne. I så fald skal de ikke indgå her.

I og med at produktet er udviklet og markedsført som følge af virksomhedens egen privatøkonomiske beslutning, må det forventes, at man regner med en profit, der overstiger udviklings- og udbredelsesomkostningerne over en længere årrække, sammenlignet ved en diskonteringsrate på ca. 6 %.

Ved at sammenligne det estimerede årlige netto-overskud i med de annuiserede udviklingsomkostninger i kan man se, under hvilke betingelser det kan siges at være tale om en privatøkonomisk rationel beslutning.

Andre samfundsmæssige effekter

Udover de rene samfundsøkonomiske omkostninger kan der være andre effekter på samfundet i et lidt bredere perspektiv. Disse adskiller sig fra effekter, der medtages i den samfundsøkonomiske vurdering ved at være af mere subjektiv karakter. Eksempler på sådanne er regional udvikling, innovativ evne, handelsbalance, effekter på SME's m.v.

Generelt gælder for disse, at man kan give en vurdering af disse effekter, men ikke værdisætte dem, idet en sådan vil afhænge af, hvor stor betydning disse har politisk.

Der er ikke set nærmere på disse effekter for nærværende case.

Case 4: Biodiesel

konklusion

Casen om biodiesel har taget udgangspunkt i Energistyrelsens beregning af CO₂-reduktionsomkostningen. Det vurderes, i hvilket omfang den samfundsøkonomiske vurdering på rimelig måde kan tage højde for de særlige forhold, som gælder ved udvikling og øget anvendelse af miljøeffektive teknologier.

En central forudsætning for den samfundsøkonomiske analyse er, at der forudsættes en given teknologi. Imidlertid er der med miljøeffektive teknologier netop ofte tale om teknologi, som er under udvikling eller under indfasning, og at omkostningerne for det lange sigt derfor er særdeles vanskelige at forudsige. Det betyder, at resultatet af en samfundsøkonomisk vurdering er behæftet med stor usikkerhed. I tilfældet med biodiesel der således også en række omkostningsfaktorer, der har vist sig meget vanskelige at prissætte.

Der kunne alternativt f.eks. være tale om at udnytte arealer med større produktivitet. I dette tilfælde ville der omvendt dog skulle indregnes jordrente, som i Energistyrelsens beregning er sat til 0.

Med hensyn til maskinomkostninger har det afgørende betydning, om disse indregnes med de marginale eller de gennemsnitlige omkostninger. Hvis materiellet kun udnyttes uden for spidsbelastningsperioderne, kunne det argumenteres, at det i hvert fald i en periode er de marginale omkostninger der skal indregnes. Det er desuden væsentligt, at hvis maskinomkostningerne indregnes med gennemsnitlige omkostninger må dette betyde, at andre afgrøder skal tilregnes en tilsvarende reduktion i deres andel af maskinomkostningerne. Denne reduktion bør derfor medregnes som en samfundsøkonomisk benefit. Dette er så vidt ses ikke indregnet i Energistyrelsens beregning og ville give en lavere reduktionsomkostning.

Øvrige forudsætninger og følsomhedsanalyser

Følsomhedsanalyserne viser, at CO₂-reduktionsprisen er særdeles følsom overfor de valgte forudsætninger, herunder især oliepris, rapskagepris og maskinomkostninger, så følsom at endog fortegnet kan ændres. Der kan endvidere tænkes at blive tale om væsentligt større produktion af biodiesel, udnyttelse af halmen og et højere udbytt niveau af raps, men disse faktorer er ikke indregnet. Der er endvidere ikke indregnet effekter for miljø, forsyningssikkerhed og teknologiudvikling.

Sammenfatning

Der er så væsentlige usikkerheder forbundet med den samfundsøkonomiske analyse af biodiesel, at overvejelser om Danmarks strategi på dette område bør reflektere denne usikkerhed og grundigt vurdere mulighederne for alternative udviklingsforløb.

Indledning

Formål og kontekst

Denne case-vurdering er én ud af fire case-vurderinger i nærværende projekt, hvor formålet er at udvikle en metode til vurdering af miljøeffektiv teknologi. Metoden afprøves på et mindre antal cases, og formålet med at udarbejde fire cases sideløbende med metodeudviklingen er således:

- At identificere de væsentligste elementer der skal indgå, og problemstillinger der opstår i gennemførelsen af analysen, dvs. de elementer og problemstillinger, som har væsentlig betydning for analysens resultat.
- At analysere, hvordan der tages stilling til de identificerede problemer og hvordan man i praksis opgør elementerne.
- At afprøve metoden med henblik på justeringer
- At illustrere metoden over for Miljøstyrelsen

Som tidligere nævnt er det **ikke** emnet for denne rapport som sådan at foretage en samfundsmæssig vurdering af de pågældende cases, og den følgende gennemgang af casen kan **ikke** vurderes selvstændigt med hensyn til datagrundlag, analyse eller konklusioner. Således må følgende case opfattes som **illustrativ**, og data præsenteret her bør ikke anvendes i anden sammenhæng.

Der henvises til rapportens hoveddel om metodeudvikling for uddybelse og diskussion af den metode, som anvendes.

Vurderingen af tiltag til fremme af miljøeffektiv teknologi tager med denne metode udgangspunkt i en given teknologi. Det vurderes, hvad det ville medføre af effekter, hvis denne teknologi udbredes til sit fulde potentiale. Denne situation sammenlignes med en alternativ teknologisk udvikling, hvis vi ikke satser på udvikling af denne teknologi. Da det ikke kan forudsiges, hvilken teknologisk udvikling vi vil opleve i de mellemliggende år, opstilles der scenarier herfor. Eksempelvis kan det være, at en lignende teknologi i mellemtiden udvikles i udlandet. Ligeledes kan der opstilles flere scenarier for den udviklede teknologi, eksempelvis hvis der er usikkerhed om det miljømæssige forbedringspotentiale eller hvis den potentielle anvendelse er usikker. Det er en vigtig del af metoden at opstille forskellige scenarier for udviklingen.

Kort beskrivelse af teknologien

Biobrændstoffer generelt

Biomasse til energiformål (biobrændstoffer) omfatter forskellige former for organisk materiale, dvs. biomasse i form af produkter fra landbrug, skovbrug, industri og dagrenovation, som kan omsættes og anvendes til energiformål.

Den samlede biomasseanvendelse på ca. 40.000 PJ/år svarer til ca. 11 % af verdens energiforsyning. I Danmark blev der i 2001 anvendt i alt 74 PJ fast og flydende biomasse (inkl. 32 PJ affald) til produktion af el og varme. Når Biomasseaftalen udmøntes i de kommende år, vil anvendelsen af biomasse og affald til energiproduktion stige til i alt 87 PJ. Heraf vil 46 PJ anvendes til el og

kraftvarme, svarende til ca. 15 % af det samlede brændselsforbrug til el og kraftvarme i Danmark.

De væsentligste samfundsmæssige argumenter for anvendelse af biobrændstoffer er forsyningssikkerhed, genanvendelse og CO₂-reduktion. I løbet af den periode disse brændstoffer er dannet, er der optaget CO₂, svarende nogenlunde til den mængde, der udledes ved forbrændingen, hvilket betyder, at den samlede CO₂-udledning primært relaterer sig til energiforbrug forbundet med produktionen af brændstofferne.

Med hensyn til luftforurening adskiller biobrændsler sig derimod ikke markant fra de traditionelle brændstoffer. De mere præcise forskelle diskuteres løbende i faglige krese og vil ikke blive drøftet yderligere her.

Danmark er et af de lande i den industrialiserede verden, der siden 1980'erne med succes har prioriteret anvendelse af biomasse til energiproduktion. Der er opbygget betydelige erfaringer med udviklings- og driftsopgaver og en udbygget infrastruktur til håndtering af fast og flydende biomasse i et stort antal fjernvarme- og kraftvarmeværker. Den offentlige og private forskningskapacitet er konsolideret og i verdensklasse. Biomaseteknologi er således en af Danmarks styrkepositioner på energiområdet. Danmark er desuden nu et af de lande, der er længst fremme med praktisk drift og demonstration af teknologier på forbrændings- og forgasningsområdet⁶².

Der kan inden for biomasse til energiformål skelnes mellem anvendelse til varme og elektricitet på den ene side og anvendelse til transport på den anden side. Inden for førstnævnte kan der igen skelnes mellem traditionel forbrænding på kraftværker og gasificering, dvs. omsætning af biomassen til gas, der så igen afbrændes eller benyttes som drivstof til en motorgenerator. Inden for anvendelse til transport er bioethanol (produceret på sukker- og stivelsesholdige afgrøder som sukkerroer, hvede, mv.) og biodiesel (produceret på olieholdige frø som rapsfrø, solsikkefrø, mv.) de mest udbredte blandt en lang række teknologier. Dertil kommer biogas. Det vil sige, at der primært er tale om følgende teknologier:

Kraftvarme:

- Traditionel forbrænding
- Gasificering

Brændstof:

- Bioethanol
- Biodiesel
- Biogas

I betragtning af problemerne med at opnå CO₂ reduktioner i transportsektoren er det valgt at anvende biobrændstoffer som case. Biobrændstoffer anvendes allerede i en række lande som transportbrændstof og kan få stor betydning som alternativt brændstof i transportsektoren. Biobrændstoffer kan i modsætning til f.eks. brint anvendes i de eksisterende motorer, og brændstoffet kan dermed gradvis indføres uden de store infrastrukturændringer.

⁶² Energistyrelsens strategi for biobrændsler, s. 23.

Biodiesel

Biodiesel udvikles af planter og er et alternativ til traditionel (fossil) diesel, der er fremstillet på basis af råolie. Efter at have gennemgået en kemisk proces opnår biodiesel næsten de samme egenskaber som fossil diesel og kan eventuelt erstatte denne. Biodiesel anvendes for tiden primært som tilsætning til fossil diesel, men er på sigt en mulig erstatning for fossilt brændstof.

Biodiesel teknikken er en kendt og fuldt udviklet teknologi, og der produceres biodiesel baseret på raps i Danmark. Der vurderes p.t. at være en kapacitet til at producere ca. 100.000 tons biodiesel, svarende til et par procent af den danske transportsektors energiforbrug.

I de sidste par år har den danske produktion af rapsfrø været på 3-400.000 tons.

Selv om biodiesel produceres i Danmark, sælges det ikke i Danmark. Årsagen er, at biodiesel ikke er konkurrencedygtigt på det danske marked, hvor der skal betales brændstofafgift⁶³. Biobrændstoffer er dog fritaget for CO₂ afgift, som imidlertid er en relativt mindre del af den samlede afgift.

Det er især transportsektoren, som anvender biodiesel. Tyskland er en stor aftager af dansk biodiesel. Alle tyske dieselmotorer kan køre på biodiesel, og i Tyskland var salget af biodiesel 0,3 mio. tons i 2004 og forventes at stige til 2 mio. tons i 2006.

Tyskland har fra 1. januar 2004 indført fuld afgiftsfritagelse for rene og iblandede biobrændstoffer. Afgiftsfritagelsen svarer til 0,47 euro eller ca. 3,50 DKK per liter biobrændstof, der erstatter fossil diesel.⁶⁴ I Frankrig må diesel af tekniske årsager kun indeholde op til 5 % biodiesel, og i visse lande gives der afgiftsreduktion inden for nærmere fastlagte kvoter af biodiesel.

Den danske fabrik Emmelev afsætter biodiesel til Tyskland, Frankrig, Norge, Sverige, Finland og England og kan således konkurrere med udenlandsk produceret biodiesel.

Der er på finansloven afsat 60 mio. kr. i perioden 2006-2008 til at fremme anvendelse af biodiesel i Danmark.

Motivation for fremme af teknologien

Miljømæssigt vil begrundelsen for at fremme anvendelsen af biodiesel være, at den fortrænger anvendelsen af brændstoffer med større CO₂ effekt.

Danmark er internationalt set en medspiller i produktionen af biodiesel, men er ikke foran rent teknologisk. Der foregår en udstrakt produktion og salg i udlandet. Der er derfor - jf. de afsatte midler på finansloven - primært tale om at fremme **anvendelsen** af biodiesel i Danmark. Der kan derudover være tale om et øget marked for dansk produceret biodiesel i øvrige dele af Europa, såvel et øget salg på nuværende markeder som salg til nye markeder. Mulighederne vil blandt andet afhænge af afgiftsreguleringen i Danmark og øvrige europæiske lande.

⁶³ Dette er tilfældet alene i Danmark og Grækenland i EU.

⁶⁴ Økonomi- og Erhvervsministeriet m. fl. (2004), s. 15.

Endvidere kan etableringen af et marked i Danmark give udviklingsmuligheder indenfor forskning og øvrige erhvervsmæssige investeringer i Danmark. En afgiftsfritagelse vil således gøre markedet væsentligt mere rentabelt for investorer.

Alternativer

Der er en lang række metoder til at fremstille biobrændstoffer. Biodiesel kan produceres af andre vegetabiliske olier eller der kan fremstilles ethanol af sukkerholdige eller stivelseholdige afgrøder. I den senere tid er det endvidere blevet muligt at fremstille ethanol af mere bastante, men også billige materialer, som for eksempel træ og halm, og der arbejdes også med at producere ethanol på helsæd (kerner og halm sammen). Dette er på forsøgsstadiet, men der foregår løbende dansk forskning på dette område⁶⁵.

Metodemæssige overvejelser

I dette afsnit diskuteres nogle aspekter af den teoretiske baggrund for samfundsøkonomisk vurdering. Med udgangspunkt i producenternes udbudskurve og forbrugernes efterspørgselskurve søges afdækket, i hvilket omfang der kan være forudsætninger som er *særligt* kritiske i forbindelse med vurdering af miljøeffektiv teknologi.

Produktionsfunktionen og stordriftsfordele

En af de centrale forudsætninger for den samfundsøkonomiske analyse, i lighed med forudsætningerne om fuld beskæftigelse og fuldkommen konkurrence, er forudsætningen for produktionsfunktionen om, at teknologien er given. Det er altså under forudsætning om given teknologi, at udbudskurven antages at være stigende, idet denne antages at svare til marginalomkostningskurven for det pågældende produkt.

I forlængelse heraf bør det overvejes, om den samfundsøkonomiske analyse kan opfange samtlige effekter, der er forbundet med ny miljøeffektiv teknologi. I tilfælde hvor teknologien er under udvikling, vil det således ikke være muligt præcist at fastslå omkostningerne. Disse kan ændre sig efterhånden som teknologien udvikles.

Ved miljøeffektive teknologier kan der være tale om, at teknologien på et tidligt stadie i teknologiens levetid endnu ikke kan produceres med de stordriftsfordele, som kan forventes opnået på længere sigt og ved et større marked. Der er imidlertid typisk allerede etableret et marked med tilhørende priser, hvor der ikke er taget højde for de eksterne omkostninger. Markedet er derfor i "ligevægt" ved lavere priser og større mængder end tilfældet ville være, hvis de eksterne omkostninger var internaliserede.

Dette kan betyde, at ny miljøeffektiv teknologi ikke kan komme ind på markedet, på trods af afgiftsfritagelse, fordi barriereomkostningerne er for store. De samfundsøkonomiske omkostninger til produktet vil endvidere fremstå som dyrere, end de reelt kunne blive, og teknologien vil da måske ikke blive prioriteret tilstrækkeligt højt ved tilrettelæggelse af en samlet miljøindsats.

⁶⁵ Energistyrelsen (2003).

Udbudskurven

Prisdannelsen på markedet sker som bekendt ved krydsningspunktet mellem efterspørgselskurven og udbudskurven, hvor udbudskurven svarer til marginalomkostningskurven for det pågældende produkt. For den enkelte virksomhed skal prisen dog samtidig mindst kunne dække de gennemsnitlige omkostninger, da virksomheden ellers vil gå konkurs. Såfremt markedsprisen er for lav til at dække en konkret virksomheds gennemsnitlige (samlede) omkostninger til produktet, vil virksomheden normalt ikke udbyde produktet. Eller med andre ord, hvis prisen er lavere end virksomhedens AC kurve, kurven for de gennemsnitlige omkostninger, vil produktet ikke blive udbudt. Først når prisen overstiger dette niveau, vil produktet blive udbudt.

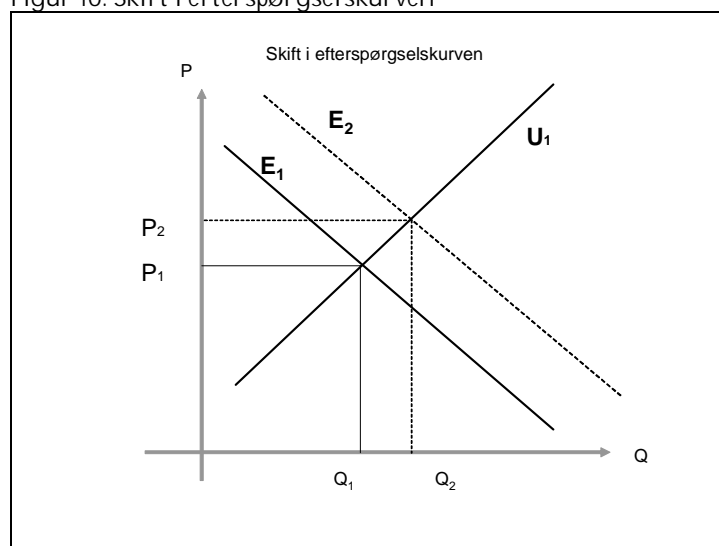
Hvis markedsprisen imidlertid er etableret uden hensyn til de eksterne omkostninger, dvs. at udbudskurven ikke indeholder de eksterne omkostninger, vil markedsprisen være for lav – og udbuddet for højt - i forhold til det økonomisk efficiente. Dette betyder, at virksomheder der potentielt kunne udbyde konkurrerende produkter, som ikke medfører de eksterne omkostninger, ikke vil gøre dette, selv om deres produkt ikke er dyrere end markedsprisen inklusive eksterne omkostninger.

Dette kan ud fra en teknologisyndsvinkel være et argument for at pålægge produkter med eksterne omkostninger en afgift, der svarer til de eksterne omkostninger, og supplerer altså argumentet om at pålægge sådanne afgifter for at tilpasse markedsligevægten til det økonomisk efficiente.

Efterspørgselskurven

En anden væsentlig forudsætning for den samfundsøkonomiske analyse er efterspørgselskurven, som antages for given. Imidlertid kan denne ændres i lyset af blandt andet øget information, for eksempel om skadevirkninger (drivhuseffekt, kemikalier, etc.). Dette kan forskyde efterspørgselskurven udad, således at der efterspørges mere til samme pris, og der dannes en ny markedsligevægt med højere pris og større afsætning. Dette kan illustreres grafisk som vist nedenfor.

Figur 10: Skift i efterspørgselskurven



Det kan netop være tilfældet for miljøeffektiv teknologi, hvor f.eks. ny viden om skadevirkninger kan medføre ændrede præferencer hos forbrugerne, dvs. øget betalingsvillighed for produktet. Hvis dette sker som illustreret på figuren, vil produktet altså kunne være samfundsøkonomisk rentabelt ved højere omkostninger end "før". Da sådanne ændringer i efterspørgselen per definition ikke kendes på vurderingstidspunktet, kan den samfundsøkonomiske vurdering undervurdere den samfundsøkonomiske rentabilitet af miljøeffektiv teknologi. Denne usikkerhed gælder naturligvis principielt for alle produkter og tilhørende samfundsøkonomiske analyser, men spørgsmålet er, om det kan siges at gælde i særlig grad for miljøeffektiv teknologi.

Det bør endvidere nævnes, at usikkerheden også kan gå den anden vej, nemlig at der sker et skift nedad i efterspørgselsfunktionen, svarende til at betalingsvilligheden reduceres, vil dette medføre prisfald og gøre, at den miljøeffektive teknologi kan blive mindre rentabel end forventet på vurderingstidspunktet. Det kunne f.eks. være tilfældet, hvis der fremkom viden om, at skadevirkninger af et produkt ikke er så alvorlige som tidligere antaget, hvorved det alternative produkt med den miljøeffektive teknologi mister sin fortrinsstilling.

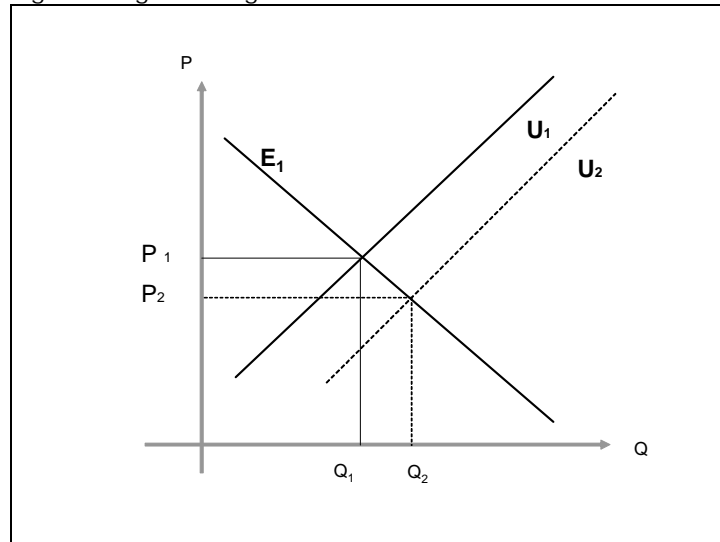
Tanken er ikke her at fastlægge sådanne effekter, men blot at rejse diskussionen om særlige forhold relateret til samfundsøkonomisk vurdering af miljøeffektiv teknologi.

Eksterne omkostninger og subsidier

Biodiesel kan teknologisk set anvendes umiddelbart, afhængigt af bilparkens konkrete sammensætning. Biodiesel er ikke konkurrencedygtig på almindelige kommercielle betingelser, men er dog konkurrencedygtigt på markeder, hvor biodiesel er fritaget for afgift, som for eksempel det tyske marked.

Fritagelse for afgift kan - for så vidt som afgiften anses for at modsvare de eksterne omkostninger - sidestilles med subsidiering, idet produktet kan sælges til lavere priser end de konkurrerende produkter - eller alternativt kan klare sig på markedet trods produktets højere omkostninger. Det sidste er således tilfældet med biodiesel. Grafisk kan dette illustreres således:

Figur 11: Afgiftsfritagelse



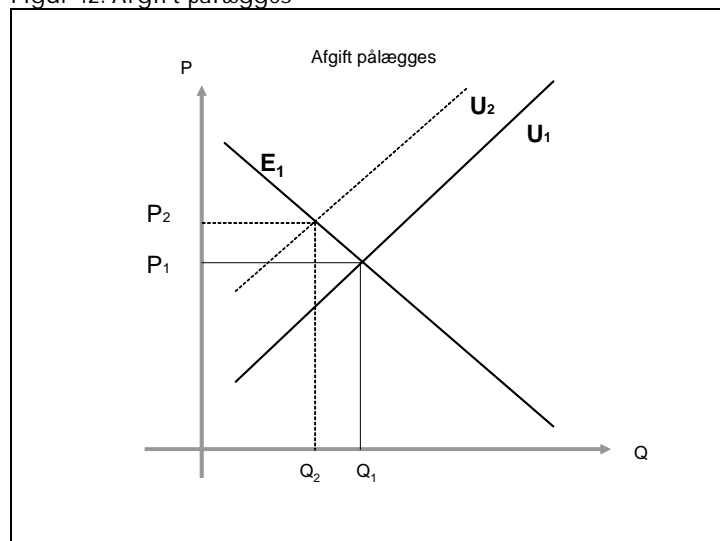
Der dannes således markedsprisen p_1 på dieselmarkedet, mens biodiesel virksomhederne får skiftet deres udbudskurve nedad og dermed kan få en højere pris end omkostningerne umiddelbart tilsiger. Hvis afgiften kan siges at modsvare de eksterne omkostninger for fossil diesel, og der ikke er de samme eksterne omkostninger for biodiesel, vil dette svare til en økonomisk efficient markedsituation.

Eksterne omkostninger og afgifter

EU har i et direktiv som beskrevet fastlagt kvoter for, hvor store andele af det samlede dieselforbrug til transportformål, der for givne år skal erstattes af biodiesel. Begrundelserne herfor er, at biobrændstofferne er CO_2 neutrale, og at man ønsker en større andel af disse anvendt i transportsektoren, som ellers har vanskeligt ved at leve op til sine CO_2 målsætninger.

I omkostningskurven for en vare bør der på det "perfekte" marked indregnes alle omkostninger, inkl. de eksterne omkostninger. Når der forekommer eksterne omkostninger på et marked, anbefales det sædvanligvis fra økonomisk side at pålægge en afgift, der modsvarer de eksterne omkostninger. Dette medfører en højere pris og et lavere udbud, jf. nedenstående figur:

Figur 12: Afgift pålægges



Hvis biodiesel antages at have miljømæssige benefits i forhold til fossil diesel, og det antages at disse netop modsvarer de eksterne omkostninger (f.eks. CO₂ omkostningen), bør denne således ikke pålægges afgift. Ved den højere pris, som nu gælder på markedet, vil biodiesel være konkurrencedygtig trods de højere omkostninger.

Scenarier og generelle forudsætninger

Der er i forskellig sammenhæng gennemført samfundsøkonomiske beregninger vedrørende biodiesel⁶⁶. Der vil i denne sammenhæng blive taget udgangspunkt i Energistyrelsens beregning af CO₂-reduktionsomkostningen ved anvendelse af biodiesel, revideret udgave, december 2003.⁶⁷ CO₂-reduktionsomkostningen er den samfundsmæssige omkostning ved fortrængning af drivhusgasser, opgjort i kr. per tons CO₂.

Beregningen er foretaget i forbindelse med behandlingen af EU-Kommissionens direktivforslag om fremme af anvendelse af biobrændstoffer i transportsektoren og i forbindelse med regeringens klimastrategi, hvor potentialet og økonomien i fremstilling af biodiesel i Danmark blev vurderet.

Basisscenarium

I den foretagne beregning vurderes omkostningerne forbundet med den maksimale produktion af raps i Danmark. Denne er vurderet ud fra potentialerne i udnyttelsen af den braklagte jord i Danmark, og skønnes på baggrund heraf til ca. 650.000 tons raps. Da den danske produktion af rapsfrø de seneste par år har ligget på 3-400.000 tons, ser det ud til, at basisscenariet i Energistyrelsens beregning, er en situation, hvor der ikke produceres biodiesel i Danmark.

Som kommentar hertil kan anføres, at der i den samfundsøkonomiske vurdering bør anlægges en marginalbetragtning, og at anvendelsen af et basisscenarium, hvor der ikke tages udgangspunkt i den allerede eksisterende situation, kan medføre en overvurdering af omkostningerne. Dette vil være tilfældet, hvis produktionen til en vis grad kan udvides ved anvendelse af det eksisterende produktionsapparat, eller med andre ord at der er ledig produktionskapacitet.

Et alternativt basisscenarie, der kunne opstilles, ville således være at tage udgangspunkt i den faktiske biodieselproduktion i Danmark og vurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser af en udvidelse af produktionen.

En anden kommentar er, at det er muligt at producere raps til biodiesel på langt større arealer end angivet ved de braklagte arealer, idet øvrige landbrugsarealer også kan inddrages. Når der i dag anvendes den synsvinkel, at der primært er de braklagte arealer, der kan anvendes, skyldes det, at det anses for mest hensigtsmæssigt at anvende de bedste jorde til øvrig landbrugsproduktion. Ved fremtidige ændringer i verdens fødevarerproduktion og ændrede markedsforhold og teknologiske muligheder for biodiesel, vil større arealer med fordel kunne inddrages og dermed medføre et større

⁶⁶ Se litteraturlisten.

⁶⁷ Se Energistyrelsen (2003).

potentiale og andre omkostningsforhold, end tilfældet er i den gennemgæede case.

Der skønnes endvidere at være muligheder for at anvende biodiesel som fyringsolie. Dette er ikke undersøgt nærmere, men det er klart, at dette vil kunne øge det potentielle marked ganske markant.

Hovedscenarium

Energistyrelsens beregning af CO₂ reduktionsomkostningen ved anvendelse af biodiesel er baseret på et scenarie, hvor produktion af biodiesel fremstilles ved, at presset rapsolie ved tilsætning af ethanol eller methanol raffineres til et dieselprodukt, der kan anvendes direkte i dieselmotorer. Det vurderes, at rapsbaseret dieselolie er det biobrændstof der er mest aktuelt i Danmark. Beregningen er baseret på den storskalaproduktion, der foregår på Emmelev A/S på Nordfyn. Produktionskapaciteten var på daværende tidspunkt (2003) på 100.000 tons biodiesel årligt.

Der beregnes en CO₂ reduktionsomkostning med og uden implementering af tiltaget via en afgiftslempelse.

Som beskrevet kan såvel det potentielle areal for dyrkning som det potentielle marked vurderes på alternative måder. Der kunne således alternativt tænkes f.eks. følgende scenarier:

- Der inddrages et større areal med bedre produktivitet end de braklagte arealer og et tilsvarende større marked, hvor det større marked er et indenlandsk marked, hvor der er givet afgiftsfritagelse.

- Der inddrages et større areal med bedre produktivitet end de braklagte arealer og et tilsvarende større marked, hvor det større marked er et øget udenlandsk marked.

Der er ikke foretaget beregninger af disse alternative scenarier, men alene givet nogle betragtninger om mulige effekter. I det følgende tages udgangspunkt i Energistyrelsens beregninger af CO₂-reduktionsomkostningen.

Generelle forudsætninger

Følgende generelle forudsætninger er anvendt:

- Der regnes med en 20-årig investeringsperiode (2003-2022)
- Investeringer foretages i basisåret, 2002
- Samfundsøkonomisk kalkulationsrente 6 % (følsomhedsberegning på 3 %)
- Omkostninger opgjort i faste 2002 faktorpriser (ekskl. moms og afgifter)
- Omkostninger i faktorpriser forhøjes med nettoafgiftsfaktoren på 1,174
- Investeringsomkostninger (og scrapværdi) annuiseres til en årlig betaling
- Dyrkningsomkostninger for raps baseres på Landbrugets Budgetkalkuler 2002.
- CO₂-reduktionsomkostningen beregnes på baggrund af de årlige annuiserede omkostninger og CO₂-reduktioner.

Ydre rammer

EU's biobrændstofdirektiv kræver, at medlemslandene fastsætter vejledende mål for andelen af biobrændstoffer til transport. EU's referenceværdier er 2 % ved udgangen af 2005 og 5,75 % ved udgangen af 2010.

På baggrund af en redegørelse om implementering af EU's biobrændstofdirektiv i juni 2004 meddelte Energistyrelsen i slutningen af juni 2004⁶⁸, at regeringen ville meddele EU-Kommissionen, at Danmarks vejledende mål for brugen af biobrændstoffer i 2005 fastsættes til 0. Begundelsen var, at fremme af biobrændstoffer "ikke aktuelt er et omkostningseffektivt middel i klimapolitikken". Regeringen ville dog blandt andet afskaffe CO₂-afgiften på biodiesel, hvilket nu er sket.

EU-Kommissionen har derefter i 2005 fremsendt en såkaldt åbningsskrivelse til Danmark og seks andre medlemslande, hvori det anføres, at der ikke er givet tilstrækkelig begrundelse for at afvige fra referenceværdien.

Der foreligger i øvrigt en europæisk standard for diesel (EN 590), som indeholder en max-grænse for indholdet af biodiesel på 5 %. Standarden er indført i de fleste lande. Hos mange bilfabrikanter bortfalder garantien, hvis man anvender diesel med mere end 5 % biodiesel⁶⁹.

Samfundsøkonomiske konsekvenser

I det følgende gennemgås Energistyrelsens beregning af CO₂-reduktionsomkostningen for biodiesel baseret på det beskrevne hovedscenarie. Energistyrelsens beregning baseres grundlæggende på to elementer, jf. Energistyrelsen (2003): 1) Det reducerede CO₂ udslip ved fortrængning af 1 liter diesellole ækvivalent 2) Den samfundsmæssige omkostning herved.⁷⁰ Nedenfor gives en kort gennemgang af de enkelte delelementer.

Der indregnes effekter fra produktion af biprodukterne rapskage og glycerin. Dette har betydning for resultatet, dels ved at der kan indregnes indtægter herfra, dels ved at omkostninger og CO₂-udslip ved produktionen kan fordeles på flere produkter.

Som kommentar hertil bemærkes, at anvendelsen af halm fra rapsproduktionen ikke indgår i Energistyrelsens beregning, og at en indregning heraf kan forventes at føre til et lavere CO₂-reduktionsomkostning.

Gevinster

Gevinsterne udgøres af reduceret CO₂-udslip, samt indtægter fra biprodukter. Da der er tale om en cost-effectiveness beregning, beregnes nettoomkostningerne forbundet med reduktion af CO₂. Indtægter fra

⁶⁸ Økonomi- og Erhvervsministeriet m. fl. (2004) og Energistyrelsen (2004)

⁶⁹ Kilde: Miljøstyrelsen, Erik Iversen.

⁷⁰ Vurderingerne er ifølge Energistyrelsen (2003) i vidt omfang baseret på data fra Emmelev Mølle. Bemærk, at den refererede beregning er en revision af en tidligere beregning af reduktionsomkostningerne for biodiesel, med en væsentligt ændret reduktionsomkostning som resultat.

biprodukter optræder derfor teknisk set som en reduktion i meromkostningerne og vil blive behandlet i forbindelse hermed.

Biomassepotentialet

Det reducerede CO₂-udslip estimeres ud fra en vurdering af potentialet for at dyrke raps til biodiesel.

Biomassepotentialet i landbruget er i rapporten vurderet ud fra den forventede størrelse af braklægningsarealet i Danmark. Ifølge EU's landbrugspolitik skal 10 % af landbrugsarealet braklægges, men dette areal må gerne bruges til energiafgrøder. Der skønnes i Danmark at være godt 100.000 hektar braklagt jord, der potentielt kunne anvendes til at dyrke bioafgrøder. Af tekniske årsager kan hele arealet dog ikke anvendes, og det skønnes samlet set, at der maksimalt kan produceres ca. 650.000 tons raps om året, svarende til ca. 260 mio. liter rapsbaseret biodiesel⁷¹.

I beregningerne er der forudsat uændret teknologi, idet det "ikke har været muligt at inddrage evt. prognoser for hvordan udbyttene ændres, hvis nonfood produktionen af raps til biodiesel kommer til at foregå i større omfang". I tilfældet med biodiesel forekommer dette at være en rimelig antagelse, da der allerede foregår storskala produktion i Danmark. Omvendt er det vel tænkeligt, at der inden for den anvendte tidshorisont på 5-10 år kan ske effektiviseringer af denne relativt nye teknologi. Dette vil kunne forøge udbyttet og dermed rentabiliteten af biodiesel produktionen og medføre en reduktion af biodiesels CO₂ reduktionsomkostning.

CO₂-reduktion

Da der medgår energi til produktionen af diesel og biodiesel er der anlagt en livscyklus betragtning og beregnet en nettoreduktion af CO₂-emissionen. Der er her medtaget 1. og 2. ordens effekter, mens 3. ordens effekter anses for ubetydelige og er udeladt.

I beregningen af energiforbrug og CO₂-emissioner fra biodieselproduktion indgår investeringer, energi, rapsfrø, methanol og kemikalier. Herfra trækkes energiindholdet i biprodukter som rapskage, mv⁷². Det direkte CO₂ indhold er sat til 0, da der er tale om en fornybar ressource. Det største energiforbrug stammer fra dyrkningen af rapsfrø.

For fossil diesel beregnes tilsvarende det direkte CO₂ indhold samt CO₂-emissionerne der udledes ved fremstilling, og differencen mellem CO₂-emissionerne fra fossil diesel og biodiesel beregnes. Idet der yderligere korrigeres for, at energiindholdet i biodiesel er lavere end i fossil diesel, og der altså skal anvendes mere biodiesel for at opnå den samme energimængde, fås, at substitutionen af en liter fossil diesel med en liter biodiesel medfører en netto CO₂-reduktion på ca. 2 kg per liter, dvs. :

CO₂-reduktionen udgør ca. 2 kg CO₂ per liter fortrængt fossil diesel.

⁷¹ Som tidligere nævnt er der ikke noget produktionsmæssigt til hinder for at inddrage større arealer.

⁷² Såfremt halm ligeledes var inddraget i beregningen, ville også energiindholdet heri skulle fratrækkes.

Den potentielle biodieselproduktion i Danmark på ca. 260 mio. liter per år kan fortrænge ca. 240 mio. liter fossil diesel per år, hvilket ud fra ovenstående svarer til en CO₂-reduktion på ca. 480.000 tons per år.

Omkostninger og indtægter

Omkostningerne udgøres af to hovedgrupper, dels dyrkningsomkostninger for raps, dels fremstillingsomkostninger for biodiesel. Dertil kommer indtægter fra biprodukter.

De centrale omkostningsparametre er rapspris, dieselpriis, biprodukter og investeringer. Omkostningerne ved tilvejebringelse af rapsfrø udgør en meget stor del af omkostningerne, således udgør de på Emmelev 80 % af de totale omkostninger.

Fremstillingsomkostninger

Beregningerne af fremstillingsomkostningerne er baseret på data og skøn fra biodieselvirksomheden Emmelev. Driftsomkostningerne svarer til de i dag faktiske, mens investeringsomkostningerne er et skøn over omkostningerne til et nyt anlæg. Investeringsomkostningerne har kun marginal betydning for CO₂ reduktionsprisen.

Dyrkningsomkostninger

Dyrkningsomkostningerne for raps udgør som nævnt langt størstedelen af de samfundsøkonomiske omkostninger. Disse er primært baseret på data fra "landbrugets budgetkalkuler".

I beregninger anvendes den samfundsøkonomiske rapsfrøpris, beregnet ud fra summen af omkostninger til jord, arbejdskraft, maskiner, mv., der medgår ved produktionen. Denne pris, som er i faktorpriser, ganges med nettoafgiftsfaktoren, jf. Finansministeriets metode.

Jordrenten er sat til nul, da de braklagte jorde, som rapsen dyrkes på, betragtes som en "gratis" ressource, der p.t. ikke har anden anvendelsesmulighed. Der modtages tilskud fra EU, men denne modtages uanset om der dyrkes raps eller ej.

Hvis der imidlertid i fremtiden bliver dyrket raps på jord der alternativt kunne være anvendt til andre formål, bør der imidlertid indregnes jordrente på omkostningssiden. Denne kunne for eksempel være tilfældet, hvis biodiesel blev meget udbredt, og der landbrugsproduktionen blev yderligere effektiviseret eller der blev importeret, således at mere jord kunne inddrages til raps.

Vurderingen af **maskinomkostningerne** er baseret på maskinstationernes takster.

Det anføres imidlertid i rapporten, at dyrkningen af raps ligger uden for spidsbelastningsperioderne i landbruget, og at der derfor under de nuværende forhold kan anvendes allerede eksisterende maskinkapacitet. Det diskuteres i den forbindelse, hvorvidt dyrkningen af raps kan siges at være marginal eller ej, og det konkluderes, at selv om dette er tilfældet på kort sigt, vil det ikke være tilfældet på langt sigt. Der skal derfor som udgangspunkt tillægges gennemsnitlige maskinomkostninger (som skøn anvendes

maskinstationstakterne). Disse reduceres dog i den centrale case med 10 % under hensyn til, at landmændene i et vist omfang vil kunne optimere driften og dermed reducere maskinomkostningerne. Der suppleres med følsomhedsberegninger for henholdsvis ingen reduktion og 50 % reduktion af maskinstationstakterne.

Som det fremgår efterfølgende, har denne forudsætning markant betydning for resultaterne, idet CO₂ reduktionsomkostningen ændres fra at være meget høj til faktisk at være negativ, dvs. projektet er fordelagtigt uanset CO₂-reduktionen.

Det er i den forbindelse centralt at diskutere, hvorledes omkostningerne til den miljøeffektive teknologi skal indregnes. Der regnes med en 20-årig tidshorison, som jo er en relativt lang periode i forhold til, at teknologien kan nå at "modnes". Imidlertid skal den samfundsøkonomiske analyse baseres på de marginale omkostninger. Denne diskussion kendes også fra diskussionen af omkostningsfordelingen ved kraftvarmeproduktion. Her var varmeproduktionen i mange år marginal i forhold til den oprindelige produktion, mens dette ikke længere kan siges at være tilfældet.

Man kunne her argumentere for, at omkostningerne alene indregnes med de marginale omkostninger i de første år, hvor den nye teknologi reelt må betragtes som marginal i forhold til den eksisterende situation, men at der tages højde for at der på længere sigt etableres en øget grad af fælles drift. Forudsætningerne på dette punkt har stor betydning for resultaterne.

Der er derudover estimeret en række øvrige omkostninger, herunder skårlægning, forfrugtsværdi, gødningsværdi, spredningsomkostninger og transport. Desuden er den samfundsøkonomiske rapspris vægtet med hensyn til fordeling mellem vårraps og vinterraps på henholdsvis god og dårlige jorde. Biprodukterne rapskage og glycerin indregnes med værdier svarende til markedspriserne, og energiforbrug og CO₂-emissioner fordeles på de relevante produkter. Disse aspekter vil ikke blive nærmere diskuteret her.

Der er anvendt en annuieret referencedieselpriis på 1,71 kr./l ab raffinaderi. Denne er beregnet på basis af IEA's olieprisprognose for perioden frem til 2022. Råolieprisen svinger som bekendt stærkt og har i årene 1990 til 2001 svinget mellem ca. 15-41 kr/GJ⁷³. Referencedieselpriisen har stor betydning for beregningen af CO₂-reduktionsomkostningen, idet meromkostningen for biodiesel beregnes som forskellen mellem denne og de beregnede omkostninger ved biodiesel. Se nedenfor med hensyn til følsomhedsberegninger.

Indtægter

Der indregnes indtægter fra rapskage, der kan sammenlignes med sojakage og benyttes til foder. Disse indtægter har stor betydning for produktionsøkonomien og dermed for CO₂-reduktionsomkostningen, jf. følsomhedsanalyserne. Markedet herfor er imidlertid ikke undersøgt særligt grundigt.⁷⁴

Der er endvidere indregnet indtægter fra glycerin.

⁷³ Energistyrelsen (2003), s. 18.

⁷⁴ Energistyrelsen (2003), s. 17.

Indtægter fra halm er ikke indregnet, men ville ligeledes kunne påvirke CO₂-reduktionsomkostningen.

Sideeffekter

Der er **ikke** foretaget en vurdering af sideeffekter i Energistyrelsens beregning. Disse kan omfatte miljøpåvirkning ved dyrkning af raps på brakarealer, herunder påvirkning af vandmiljøet, udslip til luft, påvirkning af biodiversitet og landskabelige værdier.

Påvirkningen af vandmiljøet vil kunne vanskeliggøre opfyldelsen af Vandmiljøplanerne og pesticidhandlingsplanen og vanskeliggøre etablering af dyrkningsfrie randzoner langs vandløb og søer. Udslip til luft vil ske i form af forøgede emissioner af ammoniak og lattergas, idet sidstnævnte vil modvirke biobrændstoffernes CO₂-gevinst. Med hensyn til biodiversitet giver braklægningen beskyttelse af flora og fauna og bidrager med landskabelige værdier.⁷⁵

Effekterne afhænger af, om bioafgrøderne dyrkes på brakarealer eller på arealer i omdrift. Denne forudsætning er således helt afgørende for vurdering af miljømæssige sideeffekter.

Der er endvidere ikke indregnet positive virkninger på forsyningssikkerhed og teknologiudvikling.

Disse forhold trækker således i modsat retning, men der foreligger ikke dokumentation for den samlede retning af disse effekter.

Resultater

CO₂ reduktionsomkostningen er beregnet til 357 kr. per tons CO₂, givet den nævnte udnyttelse af brakarealet. Udnyttes kun den bedste del af brakarealerne opnås en reduktionspris på 183 kr. per tons CO₂, altså en markant forskel.

Hvis anvendelsen af biodiesel fremmes med et tiltag i form af afgiftslettelse, skal der tillægges et skatteforvridningstab, jf. Finansministeriets metode. Afgiften beregnes, så den modsvarer merprisen på grund af større produktionsomkostninger, nemlig 0,63 kr. per liter dieselækvivalent i forhold til den fossile dieselpris ekskl. afgifter på 1,46 kr. per liter. Dette indebærer, at biodieselprisen forudsættes at være 2,09 kr. per liter dieselækvivalent.

Reduktionsomkostningen ved implementering via afgiftsfritagelse vurderes på dette grundlag til 418 kr./tons CO₂.

Rapsbaseret dieselolie vurderes på denne baggrund som et relativt dyrt klimatiltag sammenlignet med andre CO₂ tiltag og set i forhold til regeringens pejlemærke på 120 kr./tons CO₂. Beregningen og vurderingen har udgjort en del af grundlaget for regeringens meddelelse til EU-Kommissionen om Danmarks mål for brug af biobrændstoffer som tidligere omtalt.

⁷⁵ Økonomi- og Erhvervsministeriet m. fl. (2004)

Følsomhedsanalyser

Der er gennemført en række følsomhedsanalyser, hvis hovedresultater er gengivet nedenfor:

Tabel 20: Følsomhedsanalyser. CO₂-reduktionsomkostninger biodiesel

| Følsomheds priser | CO ₂ -reduktionsomkostninger kr./tons CO ₂ |
|------------------------------------|---|
| Lav diesel (1,51 kr./l) | 454 |
| Central (1,71kr./l) | 357 |
| Høj diesel (1,91kr./l) | 261 |
| 0 % reducerede maskinomkostninger | 537 |
| Central (10 %) | 357 |
| 50 % reducerede maskinomkostninger | - 264 |
| Lav rapskagepris | 548 |
| Central | 357 |
| Høj rapskagepris | 183 |

Som det fremgår, har forudsætningerne om dieselpriis, maskinomkostninger og rapskagepris markant betydning for resultatet. Forudsætningen om maskinomkostninger får endog fortegnet til at vende, således at biodiesel er en samfundsøkonomisk fordel uanset CO₂ effekten. Forudsætningen om maskinomkostninger er diskuteret tidligere.

Med hensyn til ændret dieselpriisforudsætning viser følsomhedsberegningen yderligere, at ved en dieselpriis på knap 2,50 kr./l bliver reduktionsomkostningen negativ, givet de øvrige forudsætninger.

Dertil kommer følsomhed for kalkulationsrenten. Desuden vurderes i kvalitative termer en række øvrige effekter, der trækker i forskellig retning: Kvælstofudvaskning, pesticidudvaskning, biodiversitet, braklægningsprocent, produktivitetsforbedringer, import af planteolier, landbrugsstøtte og ændringer i sammensætningen af afgrødevalget.

Derimod har investeringerne ingen betydelig effekt for resultatet.

Statskassen

Hvis biodiesel helt fritages for de afgifter, der påhviler fossil diesel, og hvis andre biobrændstoffer modtager tilsvarende afgiftslempelser, vil det umiddelbart koste staten et tabt afgiftsprovener på ca. 0,8 mia. kr. årligt, såfremt biobrændstofferne udgør 5 - 6 % af det samlede brændstofforbrug. Hertil kommer omkostningerne ved at finansiere denne anvendelse. De nødvendige afgiftslempelser, der netop udligner merprisen for biobrændstoffer, varierer dog betydeligt over tid i takt med de betragtelige udsving, som erfaringsmæssigt forekommer i priserne på olie – og bioprodukter.

Bredere samfundsmæssige aspekter

I dette afsnit vurderes mulige bredere samfundsmæssige effekter af øget anvendelse af biodiesel. De væsentligste synes at være teknologisk udvikling og beskæftigelse inden for landbruget.

Vækst og teknologisk udvikling

Med biobrændstofdirektivet er der på europæisk plan sat gang i en udvikling, der skal fremme anvendelsen af biodiesel i Europa. Uanset danske beregninger af CO₂-reduktionsomkostninger, hvor biobrændstoffer fremstår mindre attraktivt end andre muligheder, vil der således ske en teknologisk udvikling i Europa på dette område.

Det må vurderes, at hvis Danmark vil deltage i denne udvikling, vil det være nødvendigt at etablere et dansk marked, da dette skønnes at være et forudsætning for, at udenlandske virksomheder vil investere og etablere forskning i Danmark.

Der skønnes derfor at være positive effekter for teknologisk udvikling, vækst og beskæftigelse på længere sigt af at fremme biobrændstoffer, selv om dette kan være vanskeligt at værdisætte.

Landbrugspolitik

Udviklingen i EU's landbrugspolitik, støtteordninger og udviklingen inden for WTO vil på sigt have betydning for arealudnyttelsen i Danmark. Konkurrence fra udlandet inden for fødevarer kan muligvis medføre et behov for omstruktureringer inden for dansk landbrug. Hvis andre jorde end braklagte arealer kan inddrages til bioafgrøder, vil dette mindske eller fjerne de negative miljøeffekter forbundet med produktionen på braklagte arealer.

Øvrige anvendelser

Det er teknisk muligt med mindre tilpasninger at anvende biodiesel som fyringsolie. Dette kan kraftigt forøge markedet og gøre en biodieselproduktion mere profitabel, eventuelt selv med udenlandsk producerede afgrøder.

Beskæftigelse

Beskæftigelsen inden for landbruget og erhverv, der yder assistance til biodieselproduktion, kan blive positivt påvirket.

Globale miljøeffekter

Selv om garantier fra bilindustrien i dag begrænser tilsætningen af biodiesel, skønnes det muligt, at biodiesel til køretøjer i princippet på sigt helt kan erstatte fossil diesel. Det samlede tekniske potentiale - forstået som det potentiale der var muligt, hvis der ikke var administrative, sociale, økonomiske og andre begrænsninger - udgøres således af det samlede dieselmærket. Dette indikerer en meget stor potentiel CO₂ effekt. Samtidig vil produktionen af bioafgrøder til dette formål og produktionen af biodiesel dog lægge beslag på store ressourcer og medføre miljøeffekter, som ikke på nuværende tidspunkt kan vurderes.

Endvidere kan biodiesel med mindre tilpasninger anvendes som fyringsolie, hvilket yderligere øger det **tekniske** markedspotentiale enormt.

En mere realistisk vurdering af de globale miljøeffekter vil være at se på mulighederne for en gradvis indfasning af biodiesel, f.eks. på EU-niveau. Her

kan EU's biodirektiv tages som et pragmatisk skøn over potentialet, idet der dog p.t. er adskillige lande, herunder Danmark, som ikke umiddelbart lever op til intentionen i direktivet.

Litteratur

Danmarks Statistik: ***Input-output tabeller og analyser 2001. Import, beskæftigelse og miljø.*** April 2003.

DG-TREN: ***Impact Assessment of Post-2010 Targets for Renewable Energy***
Draft Final Study Report. COWI. September 2005

Energistyrelsen (1997): ***EMBio Energistyrelsens Model til økonomisk og miljømæssig vurdering af BIObrændstoffer. Hovedrapport.*** COWI. Januar, 1997.

Energistyrelsen (2003): ***Dokumentation for beregning af CO₂ reduktionsomkostningen ved anvendelse af biodiesel - revideret udgave.***
Energiøkonomi & forskning. Økonomi- og Erhvervsstyrelsen. 8. december 2003.

Energistyrelsen (2004): www.energistyrelsen.dk. ***Redegørelse om implementering af EU's biobrændstofdirektiv sendes til EU-Kommissionen.*** 24. juni 2004.

Energistyrelsen (2005a): ***Energiteknologier - tekniske og økonomiske udviklingsperspektiver. Teknisk baggrundsrapport til Energestrategi 2025.*** Juni 2005.

Energistyrelsen (2005b): ***Strategi for forskning og udvikling vedr. fremstilling af flydende biobrændstoffer.*** Juni 2005. Energiøkonomi & forskning.

Energistyrelsen (2005c): www.energistyrelsen.dk. ***Biomasse***

Energistyrelsen (2005d): ***Åbningskrivelse fra EU-Kommissionen om manglende overholdelse af EU's biobrændstofdirektiv.*** 6. juli 2005. www.ens.dk, oktober 2005.

EU Kommissionen DG TREN: ***Impact Assessment of Post-2010 Targets for Renewable Energy.*** Draft Final Study Report. COWI. September 2005.

Europa-Parlamentets og Rådets ***direktiv 2003/30/EF af 8. maj 2003 om fremme af anvendelsen af biobrændstoffer og andre fornyelige brændstoffer til transport.***
Den Europæiske Unions Tidende, 17. maj 2005.

Ifo Institute for Economic Research (2002): ***Macroeconomic evaluation of rape cultivation for biodiesel production in Germany.*** Ifo Schelldienst 26.03.2002.

Finansministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Udenrigsministeriet og Økonomi- og Erhvervsministeriet (2002): ***En omkostningseffektiv klimastrategi.***
Februar 2003.

Trafikministeriet (1997): ***CO₂ reduktioner i transportsektoren. Biobrændstoffer.***
Arbejdsrapport. COWI. Marts, 1997.

Views: ***Clear views on Clean Fuels. Data, potential, scenarios, markets and trade of biofuels.*** A European Commission supported project.

Økonomi- og Erhvervsministeriet, Finansministeriet, Fødevareministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet og Trafikministeriet (Økonomi- og Erhvervsministeriet m. fl. (2004)): ***Redegørelse om implementering af EU's biobrændstofdirektiv.*** Juni 2004.

Bilag 3: Virkemidler og teknologiudvikling

Den samfundsmæssige vurdering af ny teknologi afhænger af, hvilket niveau en given teknologi befinder sig på. I det ideale samfund er det meget let, her har man perfekt information. Derfor ved man allerede når man har vurderet skaderne af et nyt miljøproblem også, hvordan det skal løses, hvilken teknologi der skal anvendes, og hvordan det efterfølgende kan implementeres. Dermed kendes omkostninger til forskning og udvikling samt benefits ved de forskellige trin i udviklingen.

I den virkelige verden ved man typisk ikke præcist, hvordan man vil løse et givet miljøproblem før relativt sent i processen. Derfor igangsættes f.eks. forsknings- og udredningsprojekter for at finde mere præcist, hvad skadesomkostningerne er i forbindelse med det givne problem. Der vil så efterfølgende være behov for yderligere grundforskning og måske også støtteprojekter for at identificere potentielle løsningsmuligheder/teknologier.

Set fra et samfundsmæssigt perspektiv bør alle omkostninger inklusive virkemiddel- og udviklingsomkostninger regnes med, når det tidligt i processen vurderes om fordelene ved at løse problemet opvejer ulemperne. På dette tidspunkt er der imidlertid stor usikkerhed, om de omkostninger der kommer senere i processen, da de vil afhænge af den konkrete udvikling af teknologien.

Senere i forløbet, f.eks. når teknologien er færdigudviklet og mangler at blive implementeret skal kun omkostningerne i forbindelse med implementeringen regnes med ved vurderingen af om man vil implementere den nye teknologi eller ej. De omkostninger der allerede er afholdt til forskning og udvikling, er sunk costs, der ikke kan fås tilbage uanset om man vælger at implementere teknologien eller ej.

Ved den metode, der er anvendt i dette studie, er omkostninger til virkemidler ikke regnet med. Denne metode giver derimod en vurdering af hvorvidt en given teknologi ville være fordelagtig for samfundet givet at den blev implementeret. Denne metode giver således en nødvendig, men ikke tilstrækkelig betingelse for om teknologien skal implementeres eller ej. Derfor må vurderingen efter denne metode suppleres med vurdering af omkostninger ved relevante virkemidler.

Som eksempler på beregning der indregner virkemidler kan det nævnes DØRS analyse af vindmøller. Denne analyse kan bruges til at fortælle om det har været fornuftigt at udvikle vindmøller sådan som det skete. Dvs. hvis vi skruer tiden 30-40 år tilbage skulle vi så have satset på vindmøller sådan som vi gjorde eller ej.

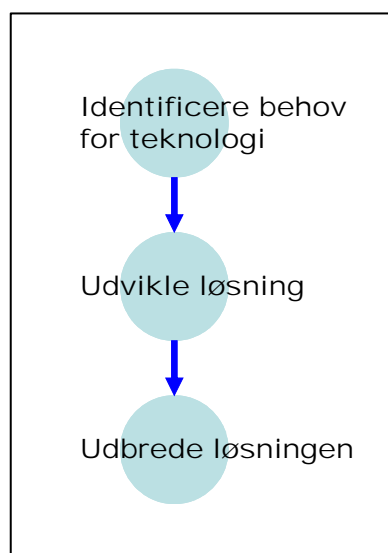
Som eksempel på analyse der ikke indregner virkemidler kan nævnes IMV's samfundsøkonomiske vurdering af partikelfiltre. Her er eventuelle omkostninger til støtteordninger eller lignende ikke regnet med. Selv om filtrene implementeres ved regulering uden støtteordninger, må der være en

forvridningsomkostning, når meromkostningerne til filtrene overvælttes i transportomkostningerne på samme måde, som hvis vi lagde en skat på transport. Denne analyse vil således antagelig undervurdere omkostningerne til implementering af partikelfiltre.

Udvikling af ny miljøteknologi

Indledningsvist gives et stiliseret billede af processen ved udvikling af ny miljøteknologi.

Processen ved udvikling af ny teknologi kan beskrives i følgende trin:



Identifikationen af behov for ny teknologi tager udgangspunkt i de aktuelle og kommende miljøproblemer. En forudsætning for at virksomhederne overhovedet har mulighed for at udvikle ny teknologi er naturligvis, om de har kendskab til miljøproblemet. Og ikke mindst rammerne for udvikling af ny miljøteknologi. I det omfang viden om dette behov er til stede, vil der være virksomheder der kan have en potentiel interesse i at udvikle en løsning på kommerciel basis. Hvorvidt der er nogle virksomheder der vælger at påbegynde udvikling af ny teknologi, afhænger typisk af virksomhedens forventning om at kunne tjene penge på den nye teknologi efterfølgende. I denne forventning spiller f.eks. miljøpolitik, fremtidige normer, fremtidige støttemuligheder osv. en vigtig rolle. Herunder ikke mindst muligheder for afsætning på internationale markeder.

På nogle områder er der måske ikke virksomheder, der tager bolden op, og så kan man tænke sig, at der må sættes ind med grundforskning for at overvinde de første barrierer ved teknologiudviklingen, skabe mere sikkerhed om løsningsmuligheder og betale en del af startomkostningerne. På lovende områder, set fra virksomhedernes synspunkt, vil der ikke være behov for at gøre yderligere; her vil den private udvikling på lovende områder komme af sig selv.

Efter at teknologien er udviklet skal den implementeres på markedet. Her kan evt. blive tale om økonomisk støtte til udbredelse af samfundsmæssige gode løsninger hvis de ikke kan slå igennem selv. Eller måske støtte til markedsføring i en periode mens teknologien udvikles færdig.

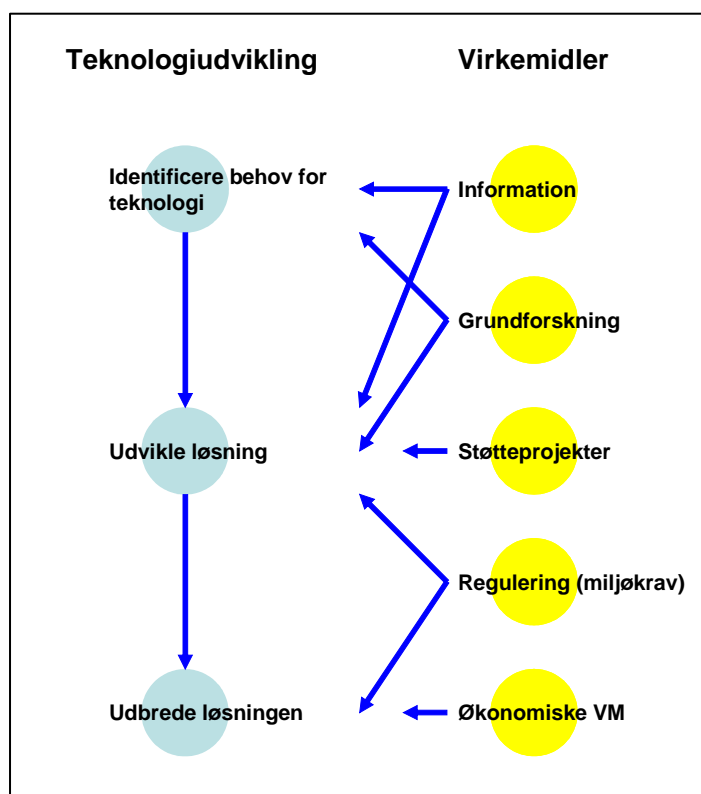
I hvert trin i denne udvikling er der et behov for at vurdere om implementeringen af ny teknologi er fordelagtig for samfundet. Her kommer den samfundsmæssige vurdering ind i billedet.

Teknologiudvikling og virkemidler

Der er et antal af virkemidler der kan anvendes for at fremme ny miljøteknologi:

- Grundforskning
- Støtteprojekter
- Regulering af miljøkrav
- Information om fremtidig efterspørgsel efter miljøteknologi
- Økonomiske virkemidler

De forskellige virkemidler retter sig mod forskellige stadier i udviklingen af ny teknologi. Den følgende figur illustrerer et stiliseret billede af hvordan de forskellige virkemidler kan påvirke udviklingen af ny teknologi.



Informationen retter sig mod markedet for ny teknologi. I denne forbindelse skal informationen informere virksomhederne om hvilke behov der er for at udvikle ny teknologi inden for de miljøproblemer der identificeres af de offentlige myndigheder.

Informationen kan også søge at øge videndeling om erfaringer på ny miljøteknologi og derved sætte virksomhederne i stand til at bygge videre på andres erfaringer.

Grundforskningen retter sig dels mod at etablere viden om skadevirkningerne ved et givet miljøproblem, dels mod at tage de første trin mod at identificere løsningsmuligheder.

Støtteprojekter retter sig mod at udvikle og afprøve forskellige teknologier til løsning af problemet.

Regulering, f.eks. miljøkrav, retter sig først og fremmest mod at implementere den ny teknologi, så problemet rent faktisk bliver løst. Derudover kan regulering eller forventning om regulering også stimulere markedet for udvikling af ny teknologi. Således at erhvervslivet kan skabe sig et billede af de forventede afsætningsmuligheder for den teknologi de udvikler.

Økonomiske virkemidler vil typisk rette sig mod de sidste trin i processen, udbredelsen af den nye teknologi. Men forventning om økonomiske virkemidler til hjælp til at udbrede ny teknologi vil også kunne spille ind tidligere i processen. Hvis der er en forventning om, at et givet produkt vil få støtte til at komme ind på markedet, vil virksomhederne alt andet lige have større interesse i at udvikle produktet, fordi de må forvente, at der så kan tjenes mere på det nye produkt. Den forventning, der er skabt til fremtidig regulering via den nuværende regulering, kan således få betydning for udvikling af ny teknologi.

BARRIERER OG DRIVKRÆFTER - EU's HANDLINGSPLAN FOR MILJØTEKNOLOGI

Ifølge den tekniske baggrundsrapport til Europa-Kommissionens Handlingsplan for Miljøteknologi kan der overordnet skelnes mellem 7 kategorier af faktorer som påvirker spredningen af renere teknologier:

Regulering (virkemidler): Offentlig regulering af miljøbelastningen/miljøtilstanden, lige fra påbud og kontrol over indgåelse af frivillige aftaler til markedsbaserede instrumenter, fremhæves som en af de mest betydende drivkræfter for bæredygtig adfærd og dermed for spredningen af miljøeffektiv teknologi. Påbud og kontrol, herunder påbud om teknologi-standarder, fremhæves i denne sammenhæng at være mere rigide og mindre omkostningseffektive sammenlignet med f.eks. markedsbaserede/økonomiske instrumenter såsom tilskudsordninger, forureningsafgifter eller omsættelige forureningsstilladelser (kvoter). Ydermere understreges at påbud og kontrol samt standarder kan være problematiske i denne sammenhæng, idet der ikke umiddelbart gives incitamenter til eksempelvis at forurene mindre end påkrævet, eller for så vidt at udvikle en teknologi som er mere miljøeffektiv end påkrævet. Sammenfattende fremhæves det, at offentlig intervention og regulering i denne sammenhæng som udgangspunkt bør udformes med henblik på at tilvejebringe de rette rammebetingelser og tilskyndelser til spredning af mere miljøeffektiv teknologi, frem for at fokusere på bestemte teknologier.

Økonomi: Også økonomisk risiko og usikkerhed forbundet med introduktion af en ny/innovativ miljøeffektiv teknologi nævnes som en umiddelbar barriere for spredningen af en sådan. Dette hævdes at kunne vanskeliggøre tilvejebringelse af kapital til at foretage en given investering i miljøeffektiv teknologi, på trods af en eventuel tæt sammenhæng mellem miljømæssige og økonomiske gevinster i form af f.eks. sparede råvare- og energiomkostninger, sparede afgifter eller andre omkostninger til at efterkomme miljøkrav.

Markedet: På trods af, at markedsfejl traditionelt har været betragtet som årsag til forskellige miljømæssige eksternaliteter, fremhæves markeder (karakteriseret ved miljøbevidste forbrugere) som en stadig mere betydende drivkraft for spredningen af miljøeffektiv teknologi. Dels direkte gennem forbrugernes efterspørgsel efter miljømæssigt forsvarlige produkter, og dels mere indirekte gennem virksomheders bestræbelser på at skabe sig en profil som en virksomhed der producerer miljømæssigt forsvarligt gennem eksempelvis anvendelse af mere miljøeffektiv teknologi i produktionsprocessen.

Interessenter og pressionsgrupper: Eksempler på interessenter med mulighed for at fremme (eller bremse) anvendelsen af miljøeffektiv teknologi fremhæves åbenlyst at være investorer, aktionærer og ledelse, samt til dels medarbejdere, hos hvem en høj miljøbevidsthed er afgørende. Det understreges dog at eksterne interessenter, fra lokalsamfund over miljøorganisationer til "grønne" politiske partier, traditionelt har haft en større betydning for spredningen af miljøeffektiv teknologi gennem pres for bæredygtig adfærd.

Holdninger og værdier: I forlængelse af ovenstående fremhæves holdninger og værdier hos ikke mindst centrale interessenter, såsom den øverste ledelse i en virksomhed, som en væsentlig og afgørende potentiel drivkraft for spredningen af miljøeffektiv teknologi; ligesom centrale interessenters holdninger og værdier omvendt kan være en væsentlig barriere der ligefrem modvirker spredningen af en given miljøeffektiv teknologi som ellers af andre årsager (ud over de miljømæssige) med fordel kunne introduceres.

Teknologiske muligheder og kompetencer: Teknologiske muligheder og/eller kompetencer nævnes også som betydende for spredningen af miljøeffektiv teknologi, afhængigt af dels forhåndenværende teknologi og dels ekspertise og teknologisk indsigt i en virksomhed. Således kan tidspunktet for afskrivning/forældelse af og/eller kompatibilitet med forhåndenværende, eksisterende teknologi og infrastruktur have afgørende betydning for introduktionen af "ny" teknologi, som således ofte vil følge en naturlig cyklus for økonomisk fordelagtig geninvestering og teknologisk fornyelse.

Organisatoriske kompetencer: Endelig nævnes organisatoriske kompetencer og evner i bred forstand som betydende for en eventuel spredning af miljøeffektiv teknologi; spændende fra den øverste ledelses gennemslagskraft over for såvel aktionærer/bestyrelse som medarbejdere på alle niveauer, evne til at skabe relationer på tværs af produktion fra/mellem leverandører til kunder mv..

Kilde: "*Promoting environmental technologies: Sectoral analyses, barriers and measures*", Technical Report 21002, JRS/ipts for the European Commission, 2004.

UDVIKLINGEN AF DEN MODERNE DANSKE VINDMØLLE-INDUSTRI

I et relativt nyt studie konkluderes det, at der har været mange og forskelligartede faktorer som har bidraget til den succesfulde udvikling af den moderne danske vindmølle-industri, hvoraf nogle har været ganske unikke for det danske samfund og i enkelte tilfælde endda specifikke for vindmølle-historien, mens andre faktorer og træk ved udviklingen nemmere kan reproducere.

Blandt de faktorer som fremhæves, nævnes forskellige særlige kulturelle og samfundsmæssige træk, som er/har været relativt specifikke. Disse omfatter bl.a. en historisk tradition for at anvende vindmøller, koblet med en generelt voksende miljøbevidsthed på græsrodsniveau (herunder en kraftig og organiseret modstand mod atomkraft som alternativ energikilde), i de tidlige faser af udviklingen. I forlængelse heraf fremhæves som en anden kulturel faktor af betydning den danske tradition for kooperative ejerformer, som udspringer af andelsbevægelsen.

Sideløbende hermed etableredes også formelt det nationale test-center (Risø) som fik stor betydning for udviklingen og implementeringen af teknologi- og produktstandarder som vindmøller skulle leve op til for at opnå godkendelse, og som yderligere medvirkede til systematisk opsamling og videreformidling af den nyeste viden og erfaring - ikke mindst i de tidlige faser hvor vindmølleproducenterne bl.a. var karakteriseret ved små og til dels mellem-store virksomheder som fandt og turde satse på en niche i et spirende marked.

Disse små- og mellem-store virksomheder hævdes også at have været afgørende for den karakteristiske, langt hen ad vejen "lærings-baserede" ("bottom-up") videreudvikling af produkterne baseret på (producenters og ejeres/brugeres udveksling af) praktiske erfaringer med tidligere produkter/vindmøller.

Det hævdes også mere generelt, at udviklingen af den moderne danske vindmølle-industri har været karakteriseret ved forskellige former for "samarbejde" mellem industri og myndigheder. Dels gennem etableringen af det nationale test- og udviklings-center, som har lettet udviklingen af teknologien, dels gennem myndighedernes opmærksomhed om, samt vilje til, at fjerne forskellige barrierer for anvendelse af teknologien.

Også en relativt langsigtet energiplanlægning, som bl.a. har prioriteret en udbygning af forsyningen med vedvarende energi (ikke mindst vindkraft), hævdes at have haft stor betydning.

Den helt afgørende faktor for udviklingen i den danske vindmølle-industri anføres i forlængelse heraf, at have været et længerevarende og vedholdende engagement for at stimulere et hjemmemarked for elektricitet baseret på vedvarende energi, først og fremmest vindkraft, gennem forskellige støtte-ordninger - om end udformningen af disse ganske vist er blevet ændret gennem årene.

Et sådant vedholdende engagement, til dels koblet med de kooperative ejerformer, har endelig medvirket til at tilvejebringe den nødvendige sikkerhed for afkastet af ellers umiddelbart usikre investeringer i vindkraft-projekter, og har dermed også bidraget til at lette adgangen til kapital til de nødvendige investeringer.

Primær kilde: "Strategic Development of Renewable Energy Technology in Europe", Peter Michael Connor, PhD-Thesis Submitted to the Energy and Environment Research Unit, Faculty of Technology, Open University, September 2001