

Økonomi- og  
Erhvervsministeriets  
enhed for erhvervs-  
økonomisk forskning  
og analyse

FORA

Torsten Andersen, Marie Degn Bertelsen  
og Jørgen Rosted

Miljøteknologiske  
styrkepositioner  
- En erhvervsanalyse  
af klyngedannelse

#15  
Juni  
2006

15

## FORAs mission

### **FORA skaber et faktabaseret grundlag for udvikling af erhvervspolitikken.**

FORA gør det muligt for beslutningstagere at træffe faktabaserede beslutninger der møder aktuelle og kommende udfordringer for erhvervslivet ved at være et bindeled mellem viden og politik.

FORA's analyser skal være cutting edge og udføres i samarbejde med førende videninstitutioner, erhvervsliv, og internationale organisationer. Gennem dialog med disse aktører sikrer vi, at FORA's analyser ligger i krydsfeltet mellem den nyeste viden og erhvervslivets skiftende udfordringer.

ISBN 87-91897-12-2

© FORA, 2006

FORA  
Dahlerups Pakhus  
Langelinie Allé 17  
2100 København Ø

> T 35 46 63 20  
> F 35 46 62 01  
> M [fora@ebst.dk](mailto:fora@ebst.dk)  
> W [www.foranet.dk](http://www.foranet.dk)



Torsten Andersen  
Marie Degn Bertelsen  
Jørgen Rosted

Miljøteknologiske  
styrkepositioner  
- en erhvervsanalyse af  
klyngedannelse

# Forord

Regeringen vil i efteråret 2006 lancere en handlingsplan for miljøeffektive teknologier. Formålet med handlingsplanen er at bidrage til at løse en række vigtige miljøproblemer – nationalt og globalt - gennem teknologisk udvikling og innovation og samtidig medvirke til at skabe vækst i danske virksomheder.

Som input til handlingsplanen har Miljøstyrelsen igangsat et projekt om danske styrkepositioner inden for miljøeffektive teknologier. FORA (Økonomi- og Erhvervsministeriets enhed for erhvervsøkonomisk forskning og analyse) har stået for gennemførelsen af analysen.

Analysen er den første af sin art. Der har ikke tidligere været lavet en samlet vurdering af de danske klynger inden for miljøeffektive teknologier. Analysen skal ses som et pilotstudie, hvor metoder og begreber inden for klyngeteorien afprøves på miljøområdet. Det er håbet, at analysen vil bidrage til en stigende debat på området og lægge op til yderligere faktabaserede klyngeanalyser – både på miljøområdet og inden for andre områder, hvor Danmark har stærke erhvervsklynger.

Analysen er lavet af et team i FORA bestående af Jørgen Rosted, Torsten Andersen og Marie Degn Bertelsen. Anders Jørgensen, Sune Thøgersen og Carsten Edern Chachah har bidraget med research, datakørsler og beregninger. Anders Munk Ebbesen har haft ansvaret for opsætning af rapporten. Ekstern konsulent Alexander Schaumann har stået for en række interviews og Tobias Lau, Senior Design Strategist, Bruce Mau Design har bidraget med interessante udenlandske eksempler.

Rapporten baserer sig på data, som er indsamlet frem til december 2005.



## Sammenfatning og konklusioner

Den voksende globale ansvarlighed over for miljøet har skabt en stigende interesse for nye miljøteknologiske løsninger, og miljøteknologi er et af de high-tech områder, hvor der ventes de største globale vækstrater i de kommende årtier.

Nye miljøteknologier kan yde et vigtigt bidrag til at løse den globale miljøudfordring. Men det er ikke hele løsningen. Udviklingen af nye miljøteknologiske løsninger må gå hånd i hånd med politiske beslutninger om forpligtigende miljømål, offentlige miljøreguleringer og økonomiske incitament, der fremmer en hensigtsmæssig adfærd hos virksomheder og forbrugere.

Markedet for miljøteknologi er præget af stærk konkurrence om at udnytte de nyeste teknologiske muligheder. Mange danske virksomheder deltager intensivt i denne konkurrence.

Der er flere eksempler på, at det offentlige er en del af konkurrencen. Stadig flere steder i verden sker satsningen på nye miljøteknologier i et forpligtigende og strategisk samarbejde mellem virksomheder, universiteter, forskningslaboratorier og offentlige myndigheder.

Det er et kritisk spørgsmål, i hvilket omfang danske myndigheder skal tage del i konkurrencen. Det spørgsmål er der ikke taget stilling til i denne undersøgelse. Undersøgelsens formål har været at identificere områder inden for miljøteknologi, hvor Danmark har de erhvervsmæssige muligheder for at skabe nye erhvervsmæssige styrkepositioner, hvis der satses på et forpligtigende og strategisk samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder.

I hvilken udstrækning mulighederne skal afprøves, må i fællesskab besluttes af de involverede parter.

## Miljøteknologiske styrkepositioner

Udgangspunktet for analysen har været at kortlægge de eksisterende miljøteknologiske styrkepositioner i dansk erhvervsliv.

Der findes ikke officielle definitioner af miljøvirksomheder eller statistiske opgørelser over danske miljøindustrier. Til denne undersøgelse er miljøvirksomheder blevet defineret, og en dansk miljøklynge er kortlagt.

Der er identificeret 420 miljøvirksomheder med ca. 60.000 ansatte og 46 videninstitutioner, der beskæftiger sig med miljøeffektive teknologier. Det gør miljøklyngen til en af Danmarks største erhvervsklynger.

Den danske miljøklynge kan deles op i områder afgrænset efter den miljøudfordring, virksomheder og videninstitutioner beskæftiger sig med. Der er i alt defineret 8 underområder inden for miljøklyngen.

I dette pilotprojekt er udvalgt 3 områder til nærmere analyse. Det er energi/klima, vand og kemikalier. Det er 3 store områder med mange virksomheder – både nye højteknologiske virksomheder og store danske virksomheder med stærk global konkurrencekraft – og det er områder, hvor danske videninstitutioner udfører forskning og udvikling i verdensklasse.

Virksomheder og videninstitutioner inden for de 3 områder er blevet spurgt, om de arbejder med nye miljøteknologier, og der er søgt oplysninger om virksomhedernes forventninger til de fremtidige potentialer og mulige samarbejdspartnere for at realisere potentialet.

De nye miljøteknologiske muligheder, som virksomheder og videninstitutioner har peget på, er herefter vurderet på 3 kriterier:

*Kritisk masse – er der virksomheder og arbejdspladser nok til at udgøre en erhvervsmæssig styrkeposition?*

*Viden – er kvaliteten af viden på niveau med de bedste i verden?*

*Potentiale – er der et stort globalt marked for den pågældende miljøløsning?*

Det er endvidere vurderet, om udviklingen af den nye miljøteknologi forudsætter et samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder.

På det grundlag er der identificeret 5 områder, hvor der er en mulighed for, at der i Danmark kan udvikles nye erhvervmæssige styrkepositioner.

De 5 områder er:

*Vindenergi fra megamøller*

*Vandrensning*

*Industriel bioteknologi*

*Biobrændsler*

*Brændselsceller*

Vindenergi, vandrensning og industriel bioteknologi bygger på etablerede stærke erhverv, der allerede har udviklet løsninger og teknologier, der danner grundlag for en egentlig industri. Arbejdet med biobrændsler og brændselsceller udspringer også af stærke erhverv, men teknologien er endnu ikke så udviklet, at der findes en egentlig industri.

Det skal understreges, at det kun er 3 af de 8 miljøområder, der er undersøgt. Det kan bestemt ikke udelukkes, at der inden for andre miljøområder end energi/klima, vand og kemikalier er erhvervmæssige styrkepositioner med store potentialer.

*Vindenergi fra megamøller*

Det er vurderingen, at det inden for de nærmeste år vil være muligt at udvikle megamøller med en sådan kapacitet og effektivitet, at de vil overtage markedet for vindenergi på land. Det er ligeledes vurderingen, at der inden for de næste årtier kan udvikles og opsættes konkurrencedygtige havvindmøller, som med tiden vil dominere markedet for vindenergi.

Ved at danne en velfungerende dansk vindklynge anses det for muligt at udvikle en konkurrencedygtig megamølle og konkurrencedygtige havvindmøller, så Danmark kan bevare og udbygge den erhvervmæssige styrkeposition inden for vindenergi.

*Vandrensning*

Det vurderes, at det inden for de nærmeste år vil være muligt at udvikle helt nye løsninger til vandrensning ved at kombinere og videreudvikle teknologier inden for flere forskellige discipliner, som ikke hidtil har været koblet sammen. Det gælder både nye kombinationer af eksisterende teknologier til vandrensning og kombinationer med miljøeffektive teknologier inden for andre områder som industriel bioteknologi.



Det er vurderingen, at dannelsen af en dansk vandklynge vil gøre det muligt at udvikle nye konkurrencedygtige løsninger til vandrensning, så Danmark kan bevare og udvikle den erhvervsmæssige styrkeposition.

### *Industriel bioteknologi*

Der bruges i dag mange kemikalier i produktionen, som har en uheldig miljøbelastning. Hidtil er problemet søgt inddæmnet ved at sætte grænseværdier for anvendelsen af kemikalier. Det er vurderingen, at en videreudvikling af industriel bioteknologi vil kunne frembringe stadig flere organismer og enzymer med ingen eller begrænset miljøbelastning. Organismer og enzymer der kan erstatte eller mindske brugen af visse kemikalier.

Det anses endvidere for muligt at videreudvikle industriel bioteknologi, så teknologien - måske i kombination med andre teknologier - kan løse miljøproblemer, som det hidtil har vist sig svært at løse på en tilfredsstillende måde. Det kan være inden for områder som vandrensning, jordrensning og foderproduktion. Endelig indgår industriel bioteknologi som en væsentlig del af nyere forskning inden for biobrændsler.

Ved at danne en erhvervsklynge inden for industriel bioteknologi anses det for muligt at udvikle nye miljøløsninger baseret på teknologier, som har meget store erhvervsmæssige potentialer.

### *Biobrændsler*

Flere steder i verden udvikles biobrændsler, og der forskes intensivt i flere miljøer for at udvikle stadig mere konkurrencedygtige biobrændsler. Der er store potentialer inden for biobrændstoffer til biler og biobrændsler til opvarmning.

Det vurderes, at et strategisk samarbejde mellem danske virksomheder, videninstitutioner og det offentlige kan gøre det muligt at skabe en konkurrencedygtig teknologi og dermed lægge grunden til en ny erhvervsmæssig styrkeposition inden for biobrændsler.

### *Brændselsceller*

Verden over udvikles og forskes der intensivt i at skabe konkurrencedygtige brændselsceller. Der arbejdes på at udvikle forskellige teknologier, som er målrettet forskellige formål.

Inden for enkelte områder, som brændselsceller til opvarmning, kan et strategisk samarbejde mellem danske virksomheder, universiteter og videninstitu-

tioner gøre det muligt at skabe konkurrencedygtige løsninger, som kan danne grundlag for en ny erhvervmæssig styrkeposition.

Ud over de 5 områder, er der identificeret en række andre områder, hvor det bestemt ikke kan udelukkes, at der i det kommende år kan opbygges erhvervmæssige styrkepositioner baseret på nye miljøteknologiske styrkepositioner. Når områderne ikke trækkes frem i denne analyse, kan det skyldes flere forhold.

Det kan være, at områdets potentiale kan realiseres uden et strategisk og forpligtigende samarbejde med myndighederne. Det vil sige, at markedet, de eksisterende samarbejdsrelationer mellem virksomheder og universiteter, det eksisterende innovationssystem og etablerede forskningsprogrammer giver tilstrækkelig gode rammer til at realisere potentialet.

En anden årsag kan være, at området endnu ikke vurderes at opfylde de 3 kriterier, enten fordi der ikke er kritisk masse, at videnbasen ikke hører til verdens førende, eller fordi de teknologiske muligheder er så usikre, at der kan rejses betydelig tvivl om det mulige erhvervmæssige potentiale.

At de 3 kriterier ikke er opfyldt, er ikke ensbetydende med, at der ikke bør arbejdes videre med at udvikle teknologierne. Men i dette studie, har det været formålet at identificere et begrænset antal områder, hvor det vurderes, at et forpligtigende og strategisk samarbejde med offentlige myndigheder inden for overskuelig tid kan skabe en ny stærk dansk erhvervmæssig styrkeposition.

Det anbefales, at der på de 5 identificerede områder nedsættes konsortier med alle involverede parter – det vil sige virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder. Konsortierne skal vurdere de kommercielle muligheder og konkrete strategier for at realisere mulighederne.

Det anbefales, at konsortierne tager stilling til samarbejdsformer, laver konkurrentanalyser og tager stilling til konkurrenceforhold og mulighederne for at inddrage iværksættere og opfindere.

### **Erhvervmæssige rammevilkår**

Denne analyse har også omfattet virksomhedernes syn på de erhvervmæssige rammevilkår. Virksomhederne har tilkendegivet, hvilke rammevilkår der har størst betydning for udviklingen af nye miljøteknologiske løsninger, og virksomhederne har vurderet, om de nuværende rammer er velfungerende.

De erhvervsmæssige rammevilkår er delt op i følgende områder:

- Den offentlige regulering inden for det pågældende miljøområde.
- Mulighed for at afprøve nye teknologier.
- Samarbejdet mellem virksomheder og tilsynsmyndigheder.
- Samarbejde mellem virksomheden og den offentlige forskning.
- Omfang og kvalitet af offentlig forskning med relevans for miljøområdet.
- Antal og kvalitet af videninstitutioner med fokus på den pågældende miljøeffektive teknologi.
- Innovation og kreativitet blandt iværksættere.
- Samarbejde med andre virksomheder.

Den offentlige regulering og mulighederne for at afprøve nye teknologier anser virksomhederne for de vigtigste rammevilkår. At det netop er disse to områder, der anses for de vigtigste rammevilkår er måske ikke overraskende, men det understreger, hvorfor et forpligtigende og strategisk samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder kan være kritisk for udviklingen af erhvervsmæssige styrkepositioner inden for miljøteknologi.

## Summary and conclusions

Global focus on environmental responsibility has increased interest in new environmental technology solutions, and environmental technologies will see impressive global growth rates in the coming decades.

Environmental technologies make important contributions to solving global environmental challenges. But they are only part of the solution. The development of ground-breaking environmental technology solutions should go hand in hand with political decisions on binding environmental goals, public environmental regulation and economic incentives that promote an appropriate behaviour among companies and consumers.

The environmental technology market is a highly competitive market that focuses on utilising new and emerging technologies. A large number of Danish companies are active participants in the global competition.

There are several examples of government institutions taking an active part in the competition. More and more, new environmental technologies are developed in a binding and strategic collaboration involving companies, universities, research laboratories and government authorities.

The level of Danish government authority participation is a critical element. However, this is not the focus of this analysis. The purpose of the analysis is to identify environmental technology areas where Denmark potentially could create new strongholds, if strategic and binding collaboration involving companies, knowledge institutions and government authorities is carried out.

The actual level of co-operation should be decided among the relevant stakeholders.

## **Strongholds in environmental technologies**

The starting point of the analysis is the mapping of environmental technology strongholds in Denmark.

There is no official definition of an environmental company, nor do we have statistical records of Danish environmental industries. For the purpose of the analysis, FORA (Ministry of Economic and Business Affairs' unit of business economic research and analysis) has defined environmental companies, and a Danish environmental cluster has been mapped.

A total of 420 environment companies with 60 000 employees have been identified, along with 46 knowledge institutions that focus on environment-efficient technologies. The environment cluster is one of Denmark's largest business clusters.

The cluster may be divided into sub-clusters based on the environmental challenge faced by the company or knowledge institution. A total of eight sub-areas have been identified.

The pilot project has selected three environmental clusters for further analysis; energy/climate, water and chemicals. They constitute three sizable clusters encompassing both high-tech companies and large Danish companies with a strong global competitive power, as well as a range of knowledge institutions that conduct world-class R&D.

Companies and knowledge institutions within the three areas have been asked to what extent they are involved in the development of new environmental technologies, and the analysis also details company expectations for future potentials and possible collaboration partners in meeting the potentials.

The emerging environmental technology areas identified by companies and knowledge institutions are assessed on the basis of three criteria:

Critical mass – do the number of companies constitute a business stronghold?

Knowledge – how is the quality rated against the world's best?

Potential – does a large global market exist?

Furthermore, it has been assessed whether the development of new environmental technologies presupposes collaboration between companies, knowledge institutions and government authorities.

On that basis, five promising areas have been identified:

*Wind energy from mega wind turbines*

*Water purification*

*Industrial biotechnology*

*Bio fuels*

*Fuel cells*

Wind energy, water purification and industrial biotechnology are founded on well-established businesses that have developed solutions and technologies to support an industry. Bio fuels and fuel cells are spin-offs from established industries, but the technologies remain somewhat under-developed compared to wind, water and industrial biotechnology.

It should be stressed that three of the eight environmental areas have been analysed in this report. We cannot rule out the possibility of business strongholds in areas outside energy/climate, water and chemicals.

*Wind energy from mega turbines*

It is assessed that the next few years will see the development of high capacity- and highly effective mega turbines that, in time, will replace most of the onshore turbines. It is furthermore the assessment that the next two decades will witness the emergence of competitive offshore turbines that over time will claim a dominant position in the global wind energy market.

By creating an effective Danish wind cluster we believe it is possible to develop a competitive mega turbine and competitive offshore turbines that will allow Denmark to maintain and further develop the stronghold in wind energy.

*Water purification*

It is our assessment that in the next few years, new solutions for water purification will surface, combining and further developing technologies from various disciplines. This applies both to new combinations of existing purification technologies and combinations of environment-effective technologies in the industrial bio-technology field.

Denmark possesses strongholds in both areas; thus the creation of a Danish water cluster will make it possible to develop new, competitive water purification solutions, so that Denmark can maintain and develop the current stronghold.

### *Industrial biotechnology*

Today, a large number of chemicals are used in industry production, thereby imposing a severe strain on the environment. Up till now, the problem has been contained by imposing threshold values for the use of chemicals. It is the assessment that the continued progress in industrial biotechnology will produce organisms with no or only limited environmental impact that may substitute or lower the use of certain chemicals.

It is also conceivable that the further development of the industrial biotechnology sector will open up new combinations of technologies that may potentially solve environmental issues that up until now have been difficult to address. This may apply to areas such as water purification, soil purification and feed production.

By creating an industrial biotechnology cluster we believe it will be possible to develop new environmental solutions based on technologies with a huge commercial potential.

### *Bio fuels*

Around the world, intensive research is being conducted in developing competitive bio fuels. There is a significant potential in developing bio fuels for cars and for heating.

It is the assessment that a strategic collaboration involving Danish companies, knowledge institutions and government authorities will allow a competitive technology and form the basis for an emerging business stronghold.

### *Fuel cells*

We are witnessing intense research and development efforts in developing competitive fuel cells, and currently we are witnessing the emergence of various technologies targeted at a variety of purposes.

In certain areas such as fuel cells for heating, strategic collaboration involving Danish companies, knowledge institutions and government authorities may lead to the emergence of competitive technologies that will form the basis for a Danish business stronghold.

In addition to the five areas listed above, the analysis has identified a number of areas that could potentially become Danish business strongholds. However, for various reasons these areas have not been highlighted in the analysis:

It may very well be the case that the potential may be realised without a strategic and binding collaborative effort involving government authorities. In other words that the market, the existing working relations between companies and universities, the existing innovation system and the established research programmes are sufficient in supporting the potential of the area in question.

Secondly, the area is not perceived to meet the three requirements mentioned above, due to lack of critical mass, limited knowledge base or lack of a coherent technology that may raise doubts with regard to the commercial aspect of the technology.

The fact that certain technologies fail to meet the three criteria should not refrain companies or knowledge institutions from continuing their technology development within the respective areas. However, the core purpose of the analysis is to identify a limited number of areas where strategic collaboration with government authorities may lead to the emergence of Danish business strongholds.

It is recommended that a consortium involving all relevant parties - companies, knowledge institutions and government authorities - be established within each of the five identified areas. The consortia will assess the commercial aspects and produce dedicated strategies for realising the potential.

It is also recommended that the consortia address the scope of co-operation, carry out competitive analysis and address the competitive environment, as well as invite entrepreneurs and inventors to participate in the efforts.

### **Business Framework Conditions**

This analysis also addresses companies' assessments of the business framework conditions. The companies have been asked to rate the most important framework conditions conducive to the development of environmental solutions, and have also been asked to assess the quality of existing framework conditions.

Framework conditions fall into eight categories:

- Government regulation
- The possibilities of testing new technologies
- Collaboration between companies and supervisory authorities
- Collaboration between companies and public research
- The scope and quality of public environmental research



- The number and quality of knowledge institutions with a focus on the technology in question
- Innovation and creativity among entrepreneurs
- Collaboration with other companies

Government regulation and the possibilities of testing new technologies are considered to be the most important framework conditions. This is hardly surprising, but, nonetheless, serves to underline the fact that binding and strategic collaboration involving companies, knowledge institutions and government authorities is indeed critical to the development of environmental technology strongholds.

# Indholdsfortegnelse

	<b>Sammenfatning og konklusioner</b>	<b>6</b>
	<b>Summary and conclusions</b>	<b>12</b>
<b>Kapitel 1</b>	<b>Indledning</b>	<b>20</b>
	Miljøteknologiske løsninger	20
	Analysens formål	21
<b>Kapitel 2</b>	<b>Grøn revolution</b>	<b>24</b>
<b>Kapitel 3</b>	<b>Erhvervsklynger og erhvervspolitik</b>	<b>30</b>
	Nye erhvervsklynger og styrkepositioner	31
	Erhvervspolitiske konsekvenser	31
<b>Kapitel 4</b>	<b>Definitioner og afgrænsning</b>	<b>34</b>
	Definition af miljøområdet	34
	Definition af miljøteknologisk virksomhed	36
<b>Kapitel 5</b>	<b>Danske erhvervsklynger inden for miljø</b>	<b>38</b>
	Kortlægning af miljøvirksomheder, videninstitutioner og organisationer	38
	Erhvervsklynger inden for miljøområdet	40
	De 3 største miljøområder	41
	Kriterier for vurdering af erhvervsmæssig styrke	42
<b>Kapitel 6</b>	<b>Miljøklyngen energi/klima</b>	<b>44</b>
	Kritisk masse	46
	Viden	47
	Potentiale	49
	Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger	49
	Vind	51
	Biobrændsler	53
	Brændselsceller	56
	Andre mulige erhvervsmæssige styrkepositioner inden for energi/klima	59

<b>Kapitel 7</b>	<b>Miljøklyngen vand</b>	<b>62</b>
	Kritisk masse	64
	Viden	64
	Potentiale	67
	Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger	67
	Vandrensning	68
<b>Kapitel 8</b>	<b>Miljøklyngen kemikalier</b>	<b>72</b>
	Kritisk masse	74
	Viden	75
	Potentiale	77
	Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger	77
	Industriel bioteknologi	78
<b>Kapitel 9</b>	<b>Rammebetingelse og anbefalinger</b>	<b>82</b>
	Den danske miljøklynge	82
	Nye erhvervsmæssige styrkepositioner inden for miljøteknologi	83
	Principper for strategisk erhvervsudvikling	87
	Erhvervsmæssige rammer	89
	Eksempler på behov for bedre rammevilkår	93
<b>Bilag 1</b>	<b>Erhvervsklynger og erhvervs politik</b>	<b>98</b>
<b>Bilag 2</b>	<b>Vindteknologi - kan erfaringerne generaliseres?</b>	<b>102</b>
<b>Bilag 3</b>	<b>Snowball undersøgelse</b>	<b>106</b>
<b>Bilag 4</b>	<b>Interviewoversigt</b>	<b>114</b>
<b>Bilag 5</b>	<b>Spørgeskemaundersøgelse</b>	<b>116</b>
<b>Bilag 6</b>	<b>Oversigt med relevante videninstitutioner</b>	<b>118</b>
<b>Bilag 7</b>	<b>Metodisk sammenhæng</b>	<b>126</b>
	<b>Litteraturliste</b>	<b>130</b>

## **Miljøteknologiske løsninger**

Det er en stadig vigtigere målsætning blandt regeringer og politikere verden over at forene økonomisk velstand med stadig mindre belastning af naturen og en større hensyntagen til menneskers sundhed.

At realisere denne målsætning kræver store politiske beslutninger og en ændret adfærd hos alle – virksomheder, forbrugere og myndigheder.

Nye og mere effektive miljøteknologier kan bidrage til at løse miljøudfordringen. Med nye teknologier kan udslip af CO<sub>2</sub> og svovl fra energiproduktion reduceres og på sigt helt fjernes. Miljøbelastning fra transportsektoren kan reduceres. Produktionens forurening af miljøet kan reduceres. Fødevarer kan blive sundere, og der kan sikres mere rent drikkevand. Nye miljøteknologier kan være en del af løsningen på en lang række miljøudfordringer.

Men det er ikke hele løsningen. Der er brug for, at nye miljøteknologier går hånd i hånd med politisk fastlagte og forpligtigende miljømål, offentlige miljøreguleringer, offentlige miljøinvesteringer og økonomiske incitamenter, der fremmer en hensigtsmæssig miljøadfærd hos virksomheder og forbrugere.

Den hastige økonomiske udvikling i flere af de rige udviklingslande, som Kina, Indien og Brasilien øger behovet for en stærk global miljøindsats og mere effektive miljøteknologier, men åbner samtidig nye store markeder for bedre miljøteknologiske løsninger.

Nye miljøteknologier er et af de områder, hvor der ventes meget store fremtidige erhvervs muligheder, og hvor der allerede i dag laves store satsninger både i globale virksomheder og ved store offentlige programmer.

Verdensmarkedet for miljøeffektive teknologier anslås til 550 mia. euro årligt. EU står for ca. 1/3 af dette salg – dvs. 183 mia. euro. Skønnet er forsigtigt

og henføres kun til direkte teknologiske løsninger – ikke til rådgivning og systemoptimering.<sup>1</sup>

Nye teknologier kræver forskning, men at komme fra forskning til innovation, produktion og nye konkurrencedygtige industrier er en stor udfordring.

Den globale konkurrence på viden og innovation er stærke drivkræfter i en fortsat økonomisk specialisering mellem lande og regioner. I takt med en fortsat økonomisk specialisering ses ændringer i erhvervsstrukturen. Nogle områder mindskes og forsvinder måske helt, mens andre områder går frem, og nye erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioner opstår.

Denne dynamik finder sted inden for alle erhvervsområder - også inden for miljø- og miljørelaterede erhverv.

Det er markedet og konkurrencen, der skaber nye erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioner, men strategisk samarbejde og vidennetværk mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder kan være et afgørende element i erhvervsklyngers økonomiske udvikling.

I alle lande sker der i disse år en nyorientering af forsknings- og innovationspolitikken, hvor der lægges større vægt på strategiske alliancer mellem erhvervsliv, videninstitutioner og offentlige myndigheder.

At tænke miljøpolitik og offentlige miljøinvesteringer ind i denne nyorientering kan have stor betydning for både miljøet og erhvervsudviklingen.

Et bedre samspil mellem miljøpolitik og erhvervsudvikling vil have de største perspektiver, hvis miljøpolitikens bidrag til nye miljøteknologier sker inden for områder, hvor erhvervslivet har eller er ved at skabe nye erhvervsmæssige styrkepositioner.

### **Analysens formål**

Formålet med denne analyse har været at kortlægge danske miljøteknologiske erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioner inden for miljøeffektive teknologier.<sup>2</sup> Det har endvidere været analysens mål at identificere barrierer for et bedre samspil mellem virksomheder og initiativer i miljøpolitikken og pege på incitamenter, der kan fremme samspillet.

Der er tidligere lavet en lang række rapporter og analyser, der beskriver forskellige miljøområder. Men der eksisterer ikke en fuldstændig kortlægning

1) Miljøministeriet 2005

2) Se afsnit 3 for beskrivelse af begreberne erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioner

af de danske virksomheder inden for miljøteknologi. Denne analyse tager det første spadestik i den store mængde af virksomheder, videninstitutioner, forskere og organisationer, der beskæftiger sig med miljøteknologi. Det skal understreges, at der er behov for yderligere analyser af området, hvis det åbne danske potentiale inden for dette område skal kortlægges fuldt ud.

Denne analyse er et pilotprojekt, hvor teorien om erhvervsklyngers betydning for erhvervsudviklingen afprøves på miljøteknologi. Det har ikke været muligt at afprøve modellen på alle miljøområder, men der er udvalgt 3 områder, hvor dansk erhvervsliv står stærkt.

De 3 områder er energi/klima, vand og kemikalier. Inden for hvert af de 3 områder identificeres erhvervsmæssige styrkepositioner, hvor der med en offentlig/privat indsats kan skabes nye miljøteknologiske løsninger, som kan vise sig at have stor strategisk betydning – både for miljøet og for dansk erhvervsliv. Det er klart, at der kan være erhvervsmæssige styrkepositioner inden for andre miljøområder, men det vil ikke blive afdækket i dette studie.



”Er den grønne revolution over os?” Det spørgsmål stilles i stigende grad i den globale diskussion om nye miljøteknologier – men det er svært at besvare. Ofte er det først et godt stykke tid efter en revolutions begyndelse, at der kan dannes et overblik, og det kan konstateres, hvor store forandringer der egentlig fandt sted.

Men der er ingen tvivl om, at der sker en rivende udvikling inden for nye miljøteknologier. Store globale virksomheder laver visioner og strategier for at satse på miljøteknologi. Små højteknologiske miljøvirksomheder skyder op. Toneangivende universiteter satser på miljøteknologier, og nye miljøteknologiske forskningslaboratorier opstår. Lokale regeringer og byer igangsætter overraskende initiativer.

Det er ikke let at få et overblik over de mange små og store initiativer, der dukker op. Men i det følgende er gengivet 8 markante eksempler på initiativer, som kan illustrere, at en grøn revolution måske er under opsejling.

### *Chicago, den grønneste by i USA*

Det er Chicagos mål at blive den grønneste by i USA. Byrådet har inviteret en række forskere til dialog om en bæredygtig livsform i Chicago, og et særligt miljøråd er etableret.

Offentlige bygninger bliver certificeret efter en ny standard for bæredygtige bygninger, Leadership in Energy and Environmental Design, som er udarbejdet af The US Green Building Council. Der gives skattelettelser til virksomheder, der bygger grønne arealer på deres tage de såkaldte ”green roofs”, hvilket har ført til 185.000 kvadratmeter grønne tage i Chicago. Samtidig er en lang række andre små og store initiativer sat i gang.

Denne hvirvelvind af aktiviteter og politisk målrettethed har trukket bæredygtige teknologivirksomheder til Chicago og omegn, og der er konstateret



faldende kriminalitet og stigende ejendomspriser.

### *Brintmotorvej i Californien*

Californien satser på at blive det første sted i verden, hvor der etableres en brintmotorvej – en motorvej med adgang til brintstationer til brintdrevne biler. Byggeriet er begyndt, og de første brintstationer ventes at stå færdige om få år. Samtidig satser delstatsregeringen i Sacramento på i løbet af de næste 10 år at få opført 1 million soldrevne hjem i Californien.

### *Bæredygtige byer i Kina*

Den kinesiske regering vil opføre 7 bæredygtige byer, der skal rumme 400 mio. kinesere inden 2017. Den amerikanske arkitekt William McDonough har fået til opgave at udforme projektet, der formentlig er den største arkitektordre i verdenshistorien.

Den kinesiske regering har afsat 225 mia. kr. til miljørigtige investeringer over de næste 5 år. Samtidig har regeringen lanceret en 2020 strategi, hvor målet er, at bæredygtige teknologier i 2020 skal producere 15 pct. af Kinas samlede energiproduktion. Der er afsat 1.260 mia. kr. til strategien.

### *Island som oliefri nation i 2050*

Verdens første brinttankstation åbnede i Reykjavik i 2003. Det skete i forbindelse med den islandske regerings lancering af målet om, at Island skal være en oliefri, brintdrevne nation i 2050.

I 1999 dannedes Icelandic New Energy, et konsortium bestående af regeringen, universiteter, forskningsinstitutioner, DaimlerChrysler, Norsk Hydro og Shell. Målet er, at Islands transportsystem og fiskeriflåde udelukkende skal baseres på brintenergi.

DaimlerChrysler leverer busser. Norsk Hydro forsker i at udvinde hydrogen fra vand ved hjælp af Islands geotermiske energi, og Shell overfører sine erfaringer med brændselslevering til brintenergi.

Der forhandles med bilfabrikanter om levering af brintbiler, og de første brintbiler ventes at køre på de islandske veje allerede til næste år.

Islands præsident, Olafur Ragnar Grimsson, har om den islandske satsning sagt: ”Vi ser os selv som pionerer i ren teknologi. Det her er energi, der er holdbar, og som ikke skader livet på jorden. For en lille nation er det en meget vigtig vision og et vigtigt signal at sende verden.”

### *General Electric, Ecomagination*

General Electric (GE) er en af de ældste og største virksomheder i USA, grundlagt af Thomas Edison tilbage i 1892.

I maj 2005 iværksatte GE's administrerende direktør, Jeffrey Immelt, GE's nye forretningsmodel med følgende udtalelse:

”I 2005 forpligtiger GE sig til, overfor sine kunder rundt om i verden, at definere nye banebrydende og grønnere miljøteknologier. Vi har kigget os godt omkring og set dalende national olieforsyning og naturgas reserver, forsat afhængighed af udenlandske energiforsyninger, stigende knaphed på ressourcer som vand i en verden, hvor befolkningstallet vokser og tegn på globale klimaforandringer. Det er en konvergens af kræfter, der kræver en teknologisk revolution for at sikre, at vort land kan forblive konkurrencedygtigt. Vi planlægger at lede denne revolution og åbne en dør til en ny æra, og det kræver et nyt tankesæt, et nytænkningens gennembrud – *Ecomagination*.”

Med Ecomagination vil GE udvikle teknologier, der bevarer miljøet, mindsker CO2 udslip og forbedre udbuddet af rent drikkevand. GE har 5 konkrete mål med Ecomagination:

- Fordobling af investeringer i miljøeffektive teknologier inden 2010.
- Møde kundernes behov med nye grønne opfindelser.
- Forbedre GE's energieffektivitet med 30 pct. inden 2012 og sænke udslippet af egne drivhusgasser med 1 pct. (hvad ellers havde været en stigning på 40 pct.).
- Øge salg og profit sideløbende med disse aktiviteter.
- Holde offentligheden informeret om, hvorledes målene bliver nået. Det vil blive gjort ved at indføre en årlig ”Borger-skabsrapport”, der vil belyse, hvordan GE når deres mål med Ecomagination.

”Vi lancerer Ecomagination, ikke fordi det er trendy eller moralsk, men fordi det vil accelerere vores vækst og forbedre vores konkurrenceevne”, har adm. direktør Jeffrey Immelt udtalt.<sup>3</sup>

3) se [www.ecomagination.com](http://www.ecomagination.com)

### *Ballards brændselscelleteknologi*

Ballard Power Systems er verdens førende virksomhed inden for brændselsceller. Hovedkvarteret ligger i Vancouver, og virksomheden blev stiftet i 1979.

Det er Ballards grønne motorer, der findes i brintbusserne i de 9 europæiske storbyer, der deltager i EU's CUTE program, Clean Urban Transport for Europe. Og der er Ballards brændselsmotorer, der bruges i de DaimlerChrysler brintbusser, der i øjeblikket testes i Kina. Da den kinesiske præsident Hu Jintao i september 2005 var på en rundrejse i Nordamerika, besøgte han som den eneste canadiske virksomhed Ballard.

Ballard har indgået strategiske samarbejder med bilindustrien og er delvist ejet af DaimlerChrysler (18 pct.) og Ford (20 pct.).

### *Toyotas Prius*

Med hybridbilen Prius har Toyota skabt furore i bilindustrien. En hybridbil sparer atmosfæren for ca. 6 ton CO<sub>2</sub> om året.

Toyota kan ikke følge med efterspørgslen. Amerikanere står på lange ventelister for at købe en Prius. Der har været tidspunkter, hvor brugte Prius biler blev solgt til højere priser end Toyotas nypris.

Den store succes for Prius over store dele af verden skyldes ikke kun ønsket om at køre en miljøeffektiv bil, men også skatte- og afgiftslettelser:

- I USA får hybridbilere skattelettelser på mellem 3.000 og 20.000 kr.
- I London undgår hybridregistrerede bilister den særlige udstødningsafgift.
- I Israel beskattes nye hybridbiler med 45 pct., mens benzinerbiler beskattes med 95 pct.
- I Thailand er bilskatten på hybridbiler nedsat med 75 pct.

Toyota har sat sig tungt på det voksende marked for miljørigtige biler i USA og Asien. Det har betydet, at alle bilfabrikanter i dag arbejder på at udvikle hybridbiler. Det var langt fra tilfældet, da Toyota introducerede den første Prius i Japan i 1998.

De mange eksempler beviser naturligvis ikke, at en grøn revolution allerede er i gang, men de viser, at der sker noget nyt - både hos lokale myndigheder, i virksomhederne og hos kunderne. Eksemplerne illustrerer det faktum, at

markedet for nye miljøeffektive teknologier er et af de hurtigst voksende globale markeder.



En erhvervsklynge er en gruppe af virksomheder, der har lokaliseret sig i samme økonomiske region, fordi det giver nogle konkurrencemæssige fordele. Klyngen består af beslægtede virksomheder, der konkurrerer på det samme marked, trækker på de samme regionale ressourcer og har nogle vigtige indbyrdes relationer.

Det er markedet, der danner klyngerne. Erhvervsvilkårene er forskellige mellem lande og regioner, og konkurrencen betyder, at regioner bliver specialiseret i de erhvervsområder, hvor regionen har de bedste betingelser for at klare sig i konkurrencen.

I den globale videnøkonomi har adgangen til viden og kompetencer voksende betydning, og derfor bliver adgang til viden og kompetencer en stadig vigtigere kilde til specialisering og en vigtig drivkraft i erhvervsklyngers dynamik.

I klynger med god adgang til den rigtige viden og de rigtige kompetencer vil de mest innovative virksomheder vokse på bekostning af virksomheder i klynger med dårlige vilkår.

Betydningen af virksomhedernes indbyrdes relationer har skiftet karakter. I industrisamfundet var indbyrdes rivalisering og effektiv priskonkurrence mellem underleverandører vigtige elementer i erhvervsklyngers dynamik, mens det i videnøkonomien i stigende grad er samarbejde, videndeling og effektive netværk, der er vigtige drivkræfter for klyngernes udvikling.

En erhvervsklynge består af forskellige, men indbyrdes afhængige virksomheder – der kan både være tale om offentlige og private virksomheder. Forskellene gælder især placering i værdikæden, nogle koncentrerer sig om slutproduktet, nogle er underleverandører mens andre tilbyder specialiseret rådgivning.

Markedet og konkurrencen betyder, at alle lande og økonomiske regioner er

specialiserede, og dermed har hvert område sine specielle erhvervsklynger. I en dynamisk region vil nogle klynger være i tilbagegang, andre i fremgang. Når en region har flere og gerne store erhvervsklynger i fremgang har regionen økonomisk succes.<sup>4</sup>

### **Nye erhvervsklynger og styrkepositioner**

Stærke erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioners betydning for en region har naturligt nok skabt interesse for at forstå klyngers og styrkepositioners opståen og succes.

Der er gennemført mange undersøgelser af, hvordan erhvervsklynger er opstået. Der er imidlertid ingen simpel og entydig konklusion på årsagerne til erhvervsklyngers opståen og succes. Det eneste, der med sikkerhed kan siges, er, at klynger er resultatet af meget komplekse sammenhænge, hvor tilfældigheder spiller en stor rolle.

I nogle tilfælde har offentlige beslutninger været en del af baggrunden. Ikke nødvendigvis offentlige beslutninger med bevidste og strategiske erhvervspolitiske motiver. Ofte har det været offentlige beslutninger med helt andre politiske motiver, som efterfølgende har vist sig at spille sammen med andre forhold og bidraget til at danne betingelserne for en klynge skabelse og succes.

Der er dog en række eksempler på, at det offentlige målrettet har satset på at danne nye erhvervsklynger, men der er næppe gode eksempler på, at det er lykkedes. Tværtimod er historien fuld af eksempler på kostbare og eklatante fiaskoer.

Det synes derfor at være en sikker konklusion, at det offentlige skal afholde sig fra at satse på at skabe nye erhvervsklynger. Det må overlades til markedet. Det er imidlertid ikke det samme som, at det offentlige skal afholde sig fra at føre erhvervs- og klyngepolitik.

### **Erhvervspolitiske konsekvenser**

Det har afgørende betydning for et lands og en regions økonomiske udvikling, at det offentlige skaber de rigtige erhvervsmæssige rammer. Det gælder både gode rammer for dannelsen af nye virksomheder og de rigtige erhvervsmæssige betingelser for virksomhedernes vækst. Men kan de rigtige erhvervsmæssige betingelser skabes uden at tage hensyn til landets eller regionens allerede eksisterende erhvervsklynger?

Det er klart, at det er vigtigt at skabe velfungerende markeder uden for mange

4) Se bilag 1 for nærmere definition og afgrænsning af klyngebegrebet

barrierer og med fornuftige incitament. Det skaber en økonomisk dynamik, hvor forældede erhvervsstrukturer nedbrydes og nye opstår. Sådanne generelle gunstige erhvervsvilkår kan imidlertid skabes uafhængigt af landets specialisering og erhvervsklynger.

Normalt er offentlige beslutninger om regulering og investeringer begrundet i andre hensyn end erhvervslivets behov, men ofte har beslutningerne stor betydning for erhvervsudviklingen.

I de tilfælde, hvor offentlige beslutninger om regulering og investeringer har stor indflydelse på erhvervsudviklingen, forekommer det fornuftigt og naturligt at inddrage de mulige erhvervsmæssige konsekvenser i grundlaget for de offentlige beslutninger. Det betyder ikke, at beslutningerne skal træffes alene af hensyn til erhvervsudviklingen, men at konsekvenserne for erhvervsudviklingen indgår som en del af grundlaget for beslutninger om offentlig regulering og prioriteringer af offentlige investeringer og ressourceanvendelse.

Et indlysende eksempel er det offentliges investeringer i uddannelse og forskning. Offentlige investeringer i uddannelse og forskning kan alene være motiveret af hensynet til det enkelte individs muligheder og det offentlige behov for viden, men erhvervslivets behov kan også indgå i overvejelserne.

En stærk og voksende erhvervsklynge vil have en stigende efterspørgsel efter bestemte typer af arbejdskraft og være afhængig af bestemte former for viden. Hvis regionale uddannelses- og videninstitutioner imødekommer denne efterspørgsel, vil de få en specialisering, som afspejler de regionale erhvervsklyngers specialisering, og dermed vil de styrke erhvervsklyngernes vækstmuligheder.

I hvilken udstrækning offentlige investeringer i uddannelse og forskning skal indrettes efter erhvervslivets behov, er ikke indlysende. Men helt at se bort fra erhvervslivets behov for kompetencer og viden er næppe fornuftigt.

Hensynet til erhvervsudviklingen kan indgå med forskellig vægt, og den kan enten være defensiv, det vil sige undgå at skade erhvervsudviklingen, eller offensiv, det vil sige at fremme erhvervsudviklingen. Men uanset hvordan der vægtes eller prioriteres, gælder det, at en bevidst hensyntagen til erhvervsudviklingen kræver et godt kendskab til den eksisterende erhvervsstruktur, herunder regionens erhvervsklynger og erhvervsmæssige styrkepositioner.

Hvis der anlægges en offensiv strategi i forhold til de eksisterende erhvervs-



klynger, kan man sige, at selvom det er markedet, der skaber klyngen, kan det offentlige medvirke til klyngens fremgang. Hvordan det skal ske må afhænge af erhvervsklyngen og de udfordringer, den står over for, og det kan formentlig kun afdækkes i tæt kontakt mellem erhvervet og det offentlige.

### **Definition af miljøområdet**

Miljø og miljøforbedringer er et bredt erhvervsområde, som omfatter mange aktiviteter, og hvor der anvendes mange forskellige kompetencer, viden og teknologier. Det er derfor ikke ligetil at afgrænse og beskrive sammenhængende erhvervsområder – erhvervsklynger – inden for miljøområdet.

For at skabe et vist overblik og systematik er der taget udgangspunkt i 8 store miljøområder, som beskæftiger sig med hver deres miljøudfordring. De 8 områder er:

- Energi/klima
- Vand
- Materialeforbrug
- Arealanvendelse
- Kemikalier
- Luftforurening
- Jordforurening
- Affald

Det er målet, at de valgte miljøområder indeholder en så stor del af den danske miljøindsats som muligt. Som det ofte er tilfældet med afgrænsninger, er der forskellige vurderinger af, hvordan forskellige miljøproblemer skal kategoriseres. Det er vores vurdering, at de 8 valgte områder spænder bredt – hvilket dog betyder, at områderne i nogle tilfælde overlapper hinanden.

Afgrænsningen betyder samtidig, at der i en række tilfælde vil være miljøprojekter eller udvikling af nye miljøvenlige teknologier, der går på tværs af de 8 områder. Denne problemstilling er svær at komme udenom – og i tilfælde, hvor udviklingsprojekter er en direkte kobling af viden og teknologier på tværs af de 8 områder, er det specifikt pointeret i teksten.

Den nærmere afgrænsning af områderne fremgår af boks 1.

- 1. Energi/klima.** Teknologier eller produkter, der har eller giver et reduceret energiforbrug, fx ude hos forbrugeren eller i produktionen, eller teknologier, der kan mindske miljøbelastningen af energiproduktion. Her indgår også vedvarende former for energi.
- 2. Vand.** Teknologier eller produkter, der har eller giver et reduceret vandforbrug fx i forbindelse med vanding, industriel produktion, husholdning og opvarmning, eller giver anledning til mindre forurening af overfladevand og grundvand. Det kan både være vandrensningsteknologier og produkter eller teknologier, der medfører mindre udledninger af skadelige stoffer til vand, fx næringsstoffer, organisk materiale, bakterier og pesticider.
- 3. Råvare- og materialeforbrug.** Teknologier eller produkter, der medfører et mindre brug af materialer og råvarer - både fornybare ressourcer som fx træ og ikke-fornybare ressourcer som metaller og olie.
- 4. Arealanvendelse og biodiversitet.** Teknologier eller produkter, der medfører et mindre arealbehov samt teknologier eller produktionsformer, der medvirker til at sikre opretholdelsen af biodiversitet, fx i forbindelse med landbrug, skovbrug og fiskeri.
- 5. Kemikalier i produkter.** Teknologier eller produkter, hvor man undgår eller reducerer indholdet af et eller flere miljø- eller sundhedsmæssigt problematiske kemikalier (fx tungmetaller, phtalater, bromerede flammehæmmere) i materialer, forbrugsprodukter, bekæmpelsesmidler mm.
- 6. Luftforurening.** Teknologier eller produkter, der giver anledning til mindre luftforurening. Både luftrensningsteknologier og teknologier eller produkter, der medfører mindre udledninger af skadelige stoffer til luften, fx udledning af NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, tungmetaller, lattergas, partikler og HFC.
- 7. Jordforurening.** Teknologier eller produkter, der giver anledning til mindre jordforurening. Både jordrensningsteknologier og teknologier eller produkter, der medfører mindre jordforurening, herunder forskellige former for udsivning.
- 8. Affald.** Teknologier eller produkter, der giver anledning til mindre affaldsmængder eller mindre farligt affald. Herunder affaldshåndteringsteknologier, behandlingsteknologier, renere teknologier, der giver mindre affaldsproduktion og udnyttelse af affaldsprodukter.

**Boks 1. Definition af miljøområder**

### **Definition af miljøteknologisk virksomhed**

For at definere og beskrive mulige erhvervsmæssige styrkepositioner inden for de 8 miljøområder må der foretages en kortlægning af miljøvirksomheder, videninstitutioner og organisationer inden for hvert af de 8 miljøområder.

Det forudsætter en nogenlunde præcis og operationel definition af miljøvirksomheder.

I dette studie er anvendt følgende definition af en miljøvirksomhed. Virksomheden skal opfylde mindst ét af følgende 3 kriterier:

Virksomheden udvikler og sælger løsninger, produkter eller teknologier, som direkte forbedrer miljøet.

Virksomheden udvikler og sælger løsninger, produkter eller teknologier, som gennem bedre ressourceudnyttelse forbedrer miljøet.

Virksomheden udvikler og sælger løsninger eller rådgivning, som gennem optimering og effektivisering af processer forbedrer miljøet.

Det er en relativ bred afgrænsning, som kan omfatte ganske mange virksomheder.

Det første kriterium er imidlertid snævert og vel indiskutabelt. Det drejer sig om virksomheder, hvis produkter og ydelser retter sig direkte mod miljøforbedringer. Det kan fx være virksomheder, der arbejder med vindmøller, vandrensning, jordrensning eller lignende løsninger eller produkter, der direkte forbedrer miljøet.

Det andet kriterium er bredere og vanskeligere at håndtere. Mange nye produkter har formentlig en ringere miljøbelastning, end de produkter de erstatter eller udkonkurrerer, men i de fleste tilfælde har en lavere miljøbelastning ikke været hovedårsagen eller drivkraften i udviklingen af produktet. Den ringere miljøbelastning er ofte en sidegevinst, som følger med udnyttelsen af nye teknologiske muligheder.

For at en virksomhed opfylder det andet kriterium, skal løsningen, produktet eller teknologien, som giver en bedre ressourceudnyttelse, være udviklet med det sigte at forbedre miljøet. I praksis er det andet kriterium søgt afprøvet ved

at vurdere virksomhedens mission og forretningsmodel. Virksomheden skal således opfatte sig selv som en miljøvirksomhed, og udviklingen af nye løsninger, produkter og teknologier til bedre ressourceudnyttelse skal være drevet af ønsket om at forbedre miljøet og markedsføres som en miljøforbedring.

Det tredje kriterium om salg af løsninger og rådgivning, der effektiviserer processer, så de bliver mere miljøeffektive, er håndteret på samme måde som det andet kriterium. Det er ikke nok, at de løsninger eller den rådgivning, der udbydes, har en positiv miljøeffekt, virksomheden skal opfatte sig som en miljøvirksomhed, der udvikler og markedsfører miljøløsninger og rådgiver om miljøforbedringer.

### **Kortlægning af miljøvirksomheder, videninstitutioner og organisationer**

De 3 kriterier, der er nævnt i forrige afsnit, kan ikke umiddelbart anvendes til at identificere de danske aktører inden for miljøeffektive teknologier i den traditionelle branchestatistik. I den officielle danske branchestatistik inddeles virksomheder på et brancheniveau ud fra helt andre kriterier end de miljømæssige. Det betyder, at det ikke alene ud fra branchekoder er muligt at identificere danske miljøvirksomheder.

Der er i stedet anvendt en såkaldt snowball-teknik kombineret med interview og intensive litteraturstudier til at identificere danske virksomheder og videninstitutioner inden for de 8 miljøområder. Snowball-metoden er kort beskrevet i boks 2.

**Boks 2**  
**Beskrivelse af snowball-**  
**metoden**

Snowball-metoden anvendes, når man skal identificere aktører i en population eller i et netværk, som ikke umiddelbart er tilgængeligt via kvantitative opgørelser så som branchestatistik eller varegrupper.

En snowball startes ved at spørge en række kontaktpersoner om deres kendskab til videnpersoner, toneangivende virksomheder og forskningsmiljøer inden for et specifikt område.

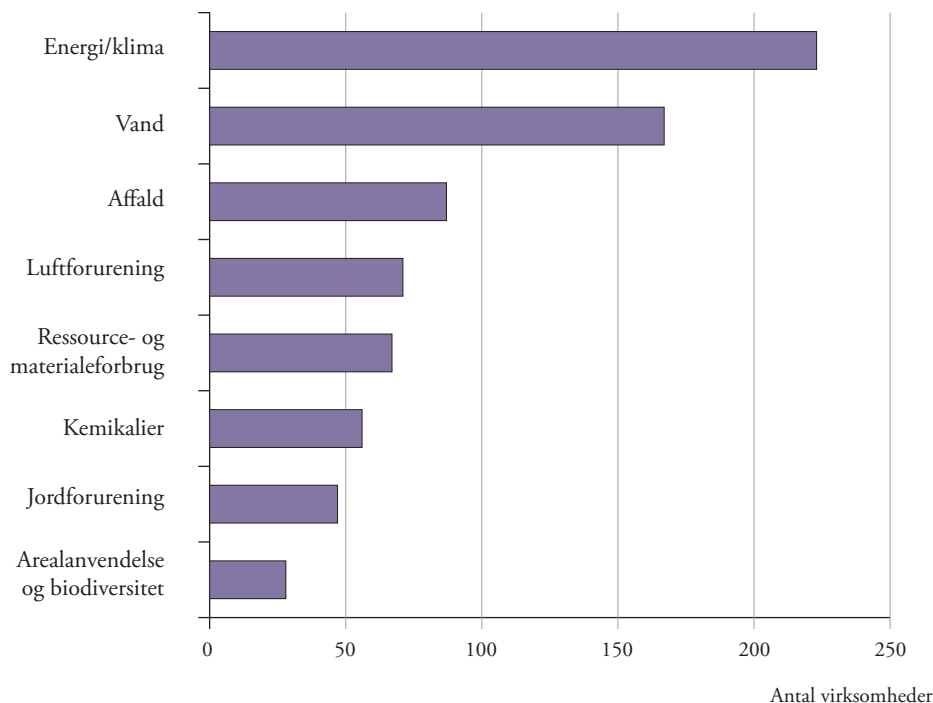
Snebolden fortsættes ved at sende en ny forespørgsel til de videnpersoner, toneangivende virksomheder og forskningsmiljøer, der bliver udpeget af de første kontaktpersoner.

Således fortsættes proceduren til stikprøven er tilstrækkelig stor - og det vurderes, at den samlede population er dækket.

Ca. 360 personer har deltaget i kortlægningen af virksomheder og videninstitutioner inden for miljøområdet. Der er i alt blevet identificeret 420 miljøteknologiske virksomheder med tilsammen ca. 60.000 ansatte. Der er endvidere identificeret 46 videninstitutioner, der beskæftiget sig med miljøeffektive teknologier.<sup>5</sup>

Der er naturligvis ingen garanti for, at alle relevante virksomheder og videninstitutioner er identificeret, men det er sandsynligt, at de vigtigste aktører er fundet.

Målt på antallet af virksomheder, videninstitutioner og organisationer er vand og energi/klima de to største miljøteknologiske områder i Danmark, jf. figur 1.



**Figur 1**  
**Antal virksomheder inden for 8 miljøområder**

Note: En række af de identificerede virksomheder beskæftiger sig med miljøeffektive teknologier inden for mere end ét af de 8 miljøområder, og i det tilfælde er virksomheden placeret inden for flere miljøområder. Det betyder, at det samlede antal virksomheder inden for miljøklyngen adskiller sig fra summen af virksomheder inden for de 8 områder.

For hver af de identificerede miljøvirksomheder er der søgt oplysninger om beskæftigelse og regnskabsstatistik i tilgængelige registre. Målt på beskæftigelse er energi/klima det største miljøområde med godt 45.000 beskæftigede. Herefter kommer vand, luftforurening og kemikalier som nogenlunde lige store områder med omkring 21.000 ansatte, jf. tabel 1.

5) Se bilag 3 for nærmere beskrivelse af snowballmetoden

**Tabel 1**  
**Beskæftigede inden for 8**  
**miljøområder**

Miljøområde	
Energi/klima	45.475
Vand	21.992
Luftforurening	21.115
Kemikalier	20.960
Affald	17.236
Jordforurening	15.859
Ressource- og materialeforbrug	14.547
Arealanvendelse og biodiversitet	8.964

Note: Det samlede beskæftigelsestal for miljøklyngen er 60.000 beskæftigede. En række af de identificerede virksomheder beskæftiger sig med miljøeffektive teknologier inden for mere end ét af de 8 miljøområder, og i det tilfælde er virksomheden placeret indenfor flere miljøområder hvorfor det samlede beskæftigelsestal for miljøklyngen derfor ikke direkte fremgår som summen af beskæftigelsen inden for de 8 områder. Det skal understreges, at beskæftigelsestallene i dette pilotstudie skal tages med et vist forbehold. Beskæftigelsestallene inkluderer en række ansatte, der ikke direkte arbejder med miljøeffektive teknologier i deres daglige arbejde

### **Erhvervsklynger inden for miljøområdet**

De danske miljøvirksomheder og videninstitutioner, der beskæftiger sig med miljøteknologi kan opfattes som en samlet dansk erhvervsklynge – en miljøklynge.

Miljøklyngen hører til blandt de største klynger i Danmark.<sup>6</sup> Klyngen har i de seneste to år været i fremgang, med en 2,0 pct. stigning i omsætningen pr. beskæftiget og en 2,2 pct. stigning i eksporten pr. beskæftiget.<sup>7</sup>

Ligesom andre erhvervsklynger består miljøklyngen af meget forskelligartede virksomheder. Derfor er der behov for en opdeling af klyngen i mere sammenhængende erhvervsklynger. Det forekommer som et godt udgangspunkt at opdele miljøklyngen i undergrupper efter de miljøproblemer eller den miljøudfordring, som virksomhederne arbejder med.

Hypotesen er, at denne opdeling svarer nogenlunde til de fælles interesser, samarbejder, vidennetværk m.v., der allerede er etableret inden for miljøområdet.

Inden for de definerede 8 miljøklynger kan der være undergrupper, som enten er karakteriseret ved, at de alle arbejder med et specifikt miljøproblem eller miljøudfordring eller ved, at der arbejdes med den samme grundlæggende miljøteknologi, som til gengæld kan have flere anvendelsesområder.

6) FORA (2005a)

7) Beregnet på baggrund af Danmarks Statistik Regnskabsstatistik 2005



Opdelingen af den samlede danske miljøklynge i forskellige undergrupper har ikke kun et analytisk formål, det kan også have stor betydning for erhvervs- og miljøpolitiske overvejelser. Nogle initiativer kan være relevante for store dele af miljøklyngen, mens andre kun har relevans for en snæver underklynge. Selv om et initiativ retter sig mod en meget lille del af det samlede miljøområde, kan effekten på miljøet og erhvervsmulighederne være meget stor.

### **De 3 største miljøområder**

Dette studie er som tidligere nævnt et pilotprojekt, hvor det skal illustreres, om det giver mening at anvende det erhvervspolitiske klyngebegreb på miljøområdet. Allerede ved formuleringen af opgaven er det fastlagt, at analysen ikke skal omfatte hele miljøområdet, men at 3 store miljøområder skal udvælges til nærmere vurdering.

Størrelse kan måles på flere måder. Det kan fx være antallet af virksomheder og videninstitutioner, det kan være det samlede antal beskæftigede, eller det kan være det fremtidige erhvervspotentiale. Der er ikke nogen klar og entydig måde at gøre det op på.

Ud fra antal virksomheder og beskæftigelse er områderne energi/klima og vand de to største miljøområder, og der synes samtidig at være et stort erhvervspotentiale inden for begge områder.

Det tredje område er vanskeligt at udvælge, men kemikalier, luftforurening og affald synes at være kandidaterne. Det er valgt at udpege miljøområdet kemikalier til nærmere analyse.

Det må imidlertid understreges, at udvælgelsen er arbitrær. Når der skal vælges, havde det bedste naturligvis været at vælge de områder, hvor potentialet for miljøforbedringer og erhvervsmæssig fremgang er størst. Men den viden findes af gode grunde ikke. Analysen går jo netop ud på at vurdere mulighederne inden for forskellige miljøteknologier.

Undersøgelsen er altså begrænset til at vurdere de erhvervsmæssige muligheder inden for de 3 miljøområder: energi/klima, vand og kemikalier. Men det må stærkt understreges, at der inden for de andre miljøområder kan være erhvervsmæssige potentialer, som er på højde med eller måske større end inden for de 3 områder, der er valgt til nærmere undersøgelse. Der er således et stort behov for yderligere analyse af de 5 udeladte områder.

### **Kriterier for vurdering af erhvervsmæssig styrke**

Det ville som allerede nævnt være ideelt, hvis man på en entydig måde kunne afgøre, hvilke miljøteknologier der har det største erhvervspotentiale. Det vil sige de største fremtidige muligheder for produktion, beskæftigelse og eksport.

Det er naturligvis ikke muligt, da det er forbundet med betydelig usikkerhed at udtale sig om fremtidige vækstmuligheder, men et godt udgangspunkt for en vurdering af de fremtidige muligheder må være en nuanceret beskrivelse af eksisterende erhvervsmæssige styrkepositioner.

Der er naturligvis ingen sikkerhed for, at en eksisterende styrkeposition også udvikler fremtidens teknologiske løsninger og dermed bliver morgendagens styrkeposition, men det må være et godt udgangspunkt, at der er en stærk base at bygge på.

Den erhvervsmæssige styrke af de 3 miljøklynger, der er valgt til nærmere vurdering, vil blive målt på 3 kriterier:

*Kritisk masse*

*Viden*

*Potentiale*

*Kritisk masse* går på størrelsen af miljøklyngen. Hvor mange virksomheder er der? Hvor store er de? Hvor stor er beskæftigelse, produktion og eksport?

For at vurdere en erhvervsklynges størrelse og dermed kunne udtale sig om kritisk masse, må man sammenholde klyngen med konkurrerende klynger inden for samme område. I dag er der ikke tilgængelige kvantitative data for udenlandske miljøklynger, men der vil blive foretaget kvalitative vurderinger.

*Viden* handler både om omfang af forskning og kompetencer, men også om kvalitet. Hvor mange videnpersoner er beskæftiget inden for området? Hvor meget forskes der?

For at vurdere omfang og kvalitet af en klynges videnbase må man sammenholde den med konkurrerende klyngers videnbase. Heller ikke på dette område er der i dag tilgængelige udenlandske data, men der vil blive foretaget kvalitative vurderinger.

*Potentiale* handler om de fremtidige markedsmuligheder. Det drejer sig ikke kun om mulighederne for at udvikle bestemte miljøteknologier, men også om omfanget af de miljøproblemer, som forskellige teknologier søger at løse. Hvis et miljøproblem har en stor global udbredelse, og de eksisterende løsninger er utilfredsstillende i forhold til problemets størrelse, er de fremtidige markedsmuligheder naturligvis store.

I det følgende vil de 3 udvalgte miljøområder blive gennemgået hver for sig, og områderne vil blive vurderet på de 3 kriterier.

De nødvendige data til vurdering af miljøklyngernes erhvervmæssige styrke er hentet fra tilgængelige officielle datakilder og direkte fra virksomheder, videninstitutioner og organisationer.

Samtidig er der sendt et spørgeskema til de identificerede virksomheder, videninstitutioner og organisationer, og der er gennemført interviews med udvalgte nøglepersoner. Samlet er der lavet interviews med 24 virksomheder, 17 videninstitutioner og 9 organisationer/GTS-institutter.<sup>8</sup>

Spørgeskemaundersøgelsen er sendt til 437 virksomheder, hvoraf 129 miljøvirksomheder har svaret. Det giver en samlet svarprocent på 30. Svarprocenten på styrkeområderne er 41 pct. for energi/klima-klyngen, 34 pct. for vandklyngen og 52 pct. for kemikalieklyngen. Sammensætningen af små, mellemstore og store virksomheder i spørgeskemaundersøgelsen er konsistent med sammensætningen af de 420 identificerede miljøvirksomheder. Samlet vurderes det, at spørgeskemaundersøgelsen er repræsentativ.<sup>9</sup>

Der er hentet oplysninger om nuværende aktiviteter og samarbejder samt oplysninger om inden- og udenlandske konkurrenter. Der er også søgt oplysninger om fremtidige projekter, både eksisterende udviklingsprojekter og mulige fremtidige projekter.

Endelig er der bedt om vurderinger af de eksisterende erhvervmæssige rammebetingelser, og af hvilke rammebetingelser der lægges vægt på, hvis nye udviklingsprojekter skal have bedre vilkår.

8) Se bilag 4 for oversigt over interviews

9) Se bilag 5 for tekniske oplysninger angående repræsentativitet af spørgeskemaundersøgelsen

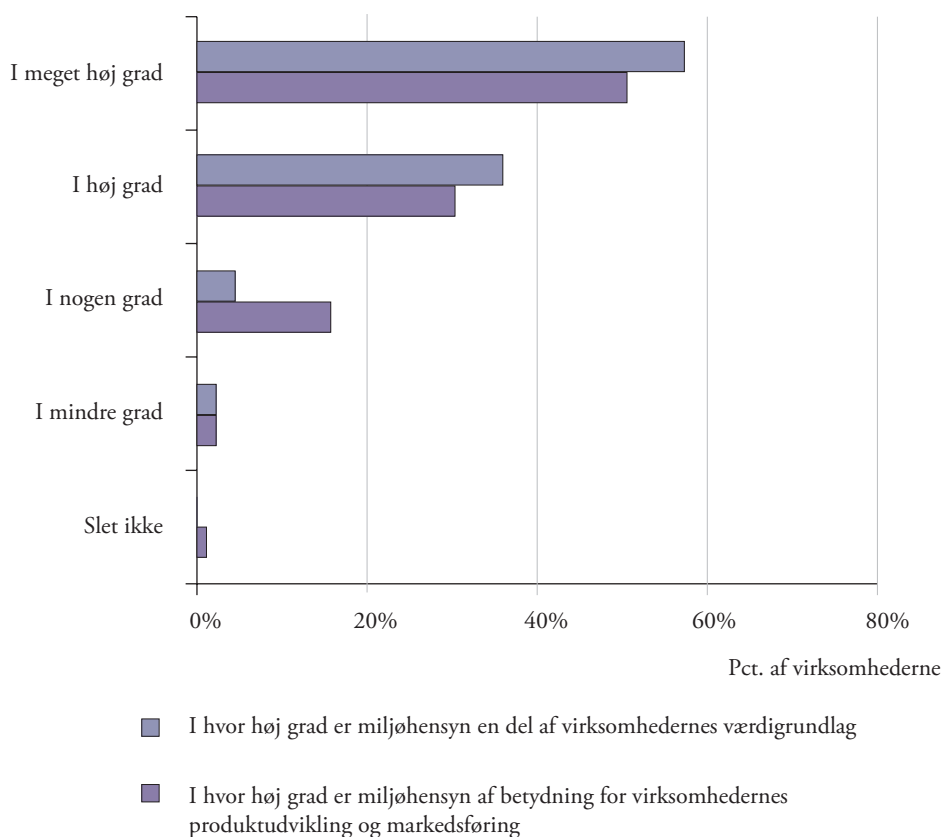
Verdens energiforbrug stiger støt i takt med den økonomiske udvikling, og produktionen af energi bliver en stadig større miljømæssig belastning for klimaet. Den stigende miljøbelastning kan reduceres ved en bedre udnyttelse af de nuværende energiformer, ved at anvende vedvarende energiformer eller ved at udvikle produkter og teknologier, der reducerer behovet for energi.

I Danmark har vi en lang tradition for at arbejde med miljøeffektive teknologier og produkter inden for energiproduktion. Vi har en række virksomheder, der producerer energi – herunder effektive kraftvarmeværker og forbrændingsanlæg og en række virksomheder, der beskæftiger sig med vedvarende energier som vind og sol, samt områder inden for biobrændsler, brintteknologi og brændselsceller. I samspil med de energiproducerende virksomheder findes desuden en række virksomheder, der arbejder med produkter og teknologier, der er med til at reducere forbruget af energi – herunder virksomheder der udvikler energieffektive byggematerialer og virksomheder, der via teknologier, komponenter og ændrede arbejdsprocesser mindsker forbruget af energi i husholdninger og i industrien.

Danmark har i mange år været kendetegnet ved at have en relativ restriktiv miljølovgivning, og det er blevet en naturlig del af den danske kultur, at miljøet spiller en vigtig rolle. Vi har en særlig historisk tradition for at tænke miljøhensyn ind i energiprocesser og produkter.

Det særlige danske miljøhensyn understøttes af spørgeskemaundersøgelsen, hvor 93 pct. af virksomhederne inden for energi/klima svarer, at miljøhensyn i høj eller meget høj grad er en del af virksomhedens værdigrundlag, mens 81 pct. svarer, at miljøhensyn i meget høj eller høj grad har betydning for deres produktudvikling og markedsføring, jf. figur 2.

**Figur 2**  
**Miljøhensyn i virksom-**  
**hederne – energi/klima**



Note: For forklaring af sammenhæng mellem kriterier for udvælgelse af miljøteknologiske virksomheder og virksomhedernes svar på spørgsmål i figur 2 se bilag 7.

Samtidig viser spørgeskemaundersøgelsen, at virksomhederne, der producerer miljøeffektive teknologier inden for klima- og energiområdet, er relativt globalt orienterede. Således svarer næsten 40 pct. af virksomhederne, at de har en eksportandel, der ligger over 50 pct., og 77 pct. svarer, at de har betydningsfulde udenlandske konkurrenter.

Samlet peger det i retning af, at Danmark har en klynge af globalt orienterede virksomheder inden for klima- og energiområdet, der opfatter sig selv som deciderede miljøvirksomheder, og som har et primært fokus på at udvikle og markedsføre teknologier og produkter, der fører til miljøforbedringer. Spørgsmålet er, om klyngen har tilstrækkelig gennemslagskraft til at kunne udpeges som en egentlig dansk styrkeposition.

Som beskrevet i forrige afsnit, vurderes styrkepositioner i denne analyse på 3 kriterier: kritisk masse, viden og potentiale.

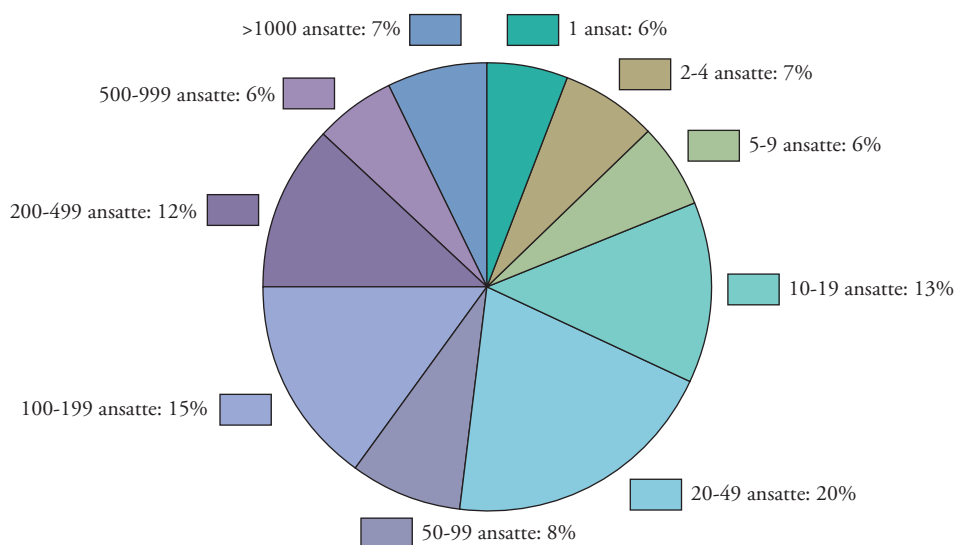
I det følgende afsnit gennemgås hvert af de 3 kriterier for at vurdere, om Danmark har en stærk erhvervsposition inden for energi- og klimaområdet.

Hvis det er tilfældet, vil der være grundlag for at undersøge, om der findes specifikke områder inden for energi- og klimaklyngen, hvor styrkepositioner kan fastholdes eller opdyrkes – men hvor virksomhederne ikke selv kan løfte udviklingen. Områder, hvor der må tages udgangspunkt i et strategisk samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og det offentlige, hvis der skal udvikles nye konkurrencedygtige miljøteknologier.

### *Kritisk masse*

Den danske klynge inden for klima og energi er langt den største subklynge inden for miljøområdet – både hvad angår antal virksomheder, omsætning og antallet af beskæftigede. Gennem snowball-metoden og litteraturstudier er der identificeret 215 virksomheder, der beskæftiger sig med miljøeffektive teknologier inden for klima og energi. Heraf har 40 pct. af virksomhederne over 100 ansatte, jf. figur 3.

**Figur 3**  
**Fordeling af virksomhedsstørrelse - energi/klima**



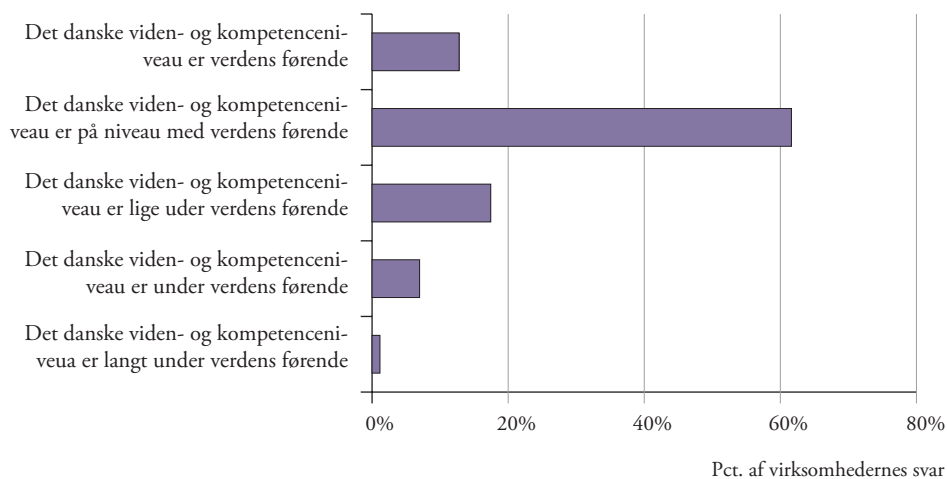
Kilde: Danmarks Statistik Regnskabsstatistikken, 2005

De 215 identificerede virksomheder beskæftiger ca. 45.000 medarbejdere.<sup>10</sup> Det skal understreges, at beskæftigelsestallene i dette pilotstudie skal tages med et vist forbehold. På den ene side inkluderes en række ansatte, der ikke direkte arbejder med miljøeffektive teknologier i deres daglige arbejde. På den anden side kan der mangle beskæftigede fra virksomheder, der ikke er blevet identificeret gennem snowball-metoden eller via litteraturstudiet. Disse usikkerheder kan ændre billedet af, hvor mange beskæftigede der reelt er ansat inden for de forskellige miljøteknologier, men det kan ikke ændre på, at en stor del af de danske ressourcer inden for miljøteknologi er bundet inden for energi- og klimaområdet.

10) Danmarks Statistik, Regnskabstatistikken 2005

## Viden

Som udgangspunkt mener 70 pct. af virksomhederne, at det danske viden- og kompetenceniveau inden for energi/klima er verdens førende eller på niveau med verdens førende, jf. figur 4.



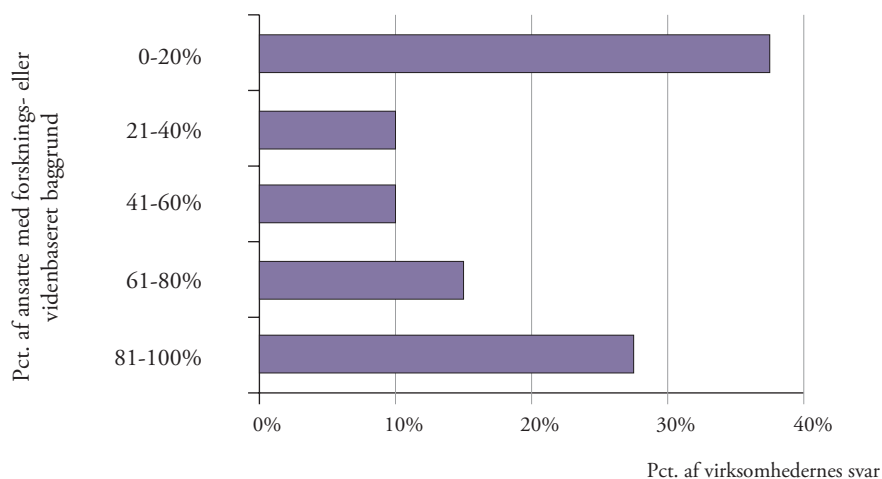
**Figur 4**  
**Vurdering af det danske viden- og kompetenceniveau – energi /klima**

En lang række danske viden- og forskningsinstitutioner arbejder inden for klima- og energiområdet. Risø, DTU, Aalborg Universitetscenter, Århus Universitet, Syddansk Universitet, Danmarks Miljøundersøgelser, DMI, Force Technology og Teknologisk Institut har alle forskningsafdelinger inden for klima- og energiområdet. Herudover findes der en række sektorbaserede videnscentre som f.eks. videnscenteret for brintteknologi i Herning (HIRC).

At der findes en bred offentlig forskning understøttes af, at 81 pct. af de danske virksomheder inden for klima- og energi mener, at der findes danske forsknings- og videninstitutioner, der arbejder inden for de samme miljøeffektive teknologier, som virksomhederne beskæftiger sig med.

I forhold til den private forskning, gælder det, at i godt halvdelen af virksomhederne har mere end 40 pct. af de ansatte en forsknings- eller videnbaseret baggrund, jf. figur 5.

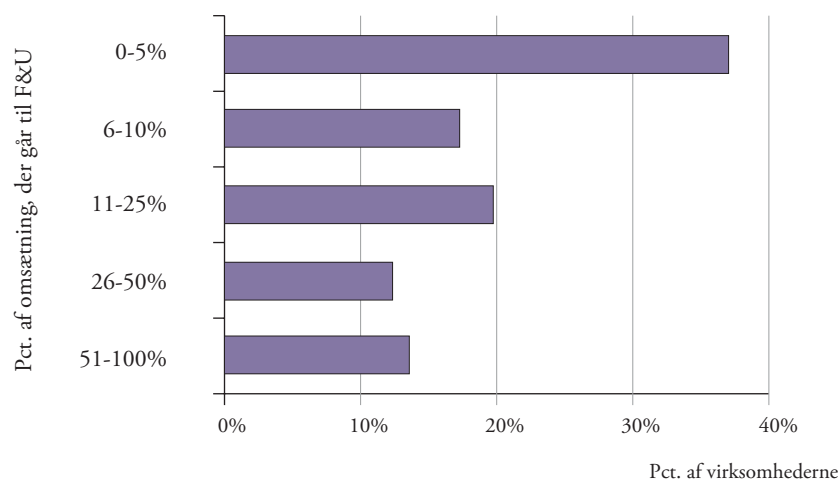
**Figur 5**  
**Andel af ansatte i virksomhederne med forskning eller videnbaseret baggrund – energi/klima**



Det peger på, at der inden for energi- og klimaområdet ikke kun findes traditionelle produktionsselskaber, men også en række viden- og forskningsvirksomheder. Det kan ikke ses af figuren, men ifølge spørgeskemaundersøgelsen ligger 31 pct. af de store virksomheder (>100 ansatte) inden for de videnintensive virksomheder.

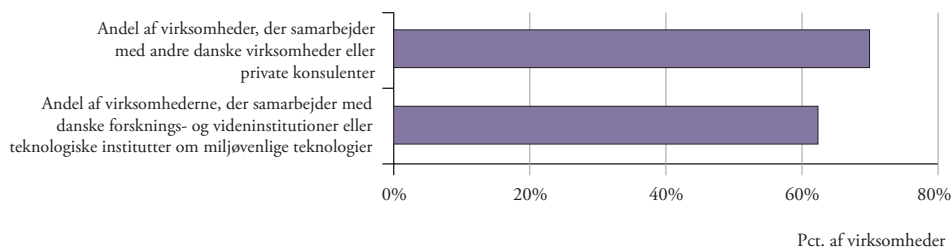
Med hensyn til den private forskning og udvikling svarer næsten 26 pct. af virksomhederne, at mere end en fjerdedel af deres samlede budget går til forskning og udvikling, jf. figur 6.

**Figur 6**  
**Andel af omsætning til F&U – energi/klima**



Der er et udbredt samarbejde mellem virksomheder og videninstitutioner på tværs af området. Således svarer 73 pct. af virksomhederne, at de har samarbejde med andre danske virksomheder om udviklingen af miljøeffektive teknologier, mens 62 pct. har haft samarbejde med danske forsknings- og videninstitutioner eller teknologiske institutter, jf. figur 7.





**Figur 7**  
**Samarbejde – energi/klima**

### *Potentiale*

I takt med at det bliver dyrere at udvinde fossile brændsler, og at fokus på klimaændringer bliver større, vil efterspørgslen efter vedvarende energiformer og energibesparende teknologier stige markant. Samtidig vil de nye industrialiserede lande som Kina og Indien få et enormt behov for nye energiformer, hvis de skal opretholde deres nuværende vækst.

Ifølge Det Internationale Energi Agenturs (IEA) internationale beregninger vil verdens energibehov stige med 60 pct. frem til 2030.<sup>11</sup> Samtidig er der et voksende internationalt ønske om at reducere udledningen af CO<sub>2</sub>, metan og andre drivhusgasser bl.a. gennem Kyoto-aftalen og senest gennem opfølgningen fra klimatopmødet i Montreal.

I dag dækkes den globale energiproduktion primært af traditionelle energikilder som olie, gas og kul. Det forventes, at væksten i markedsværdien for teknologier inden for vedvarende energi vil være mellem 20-30 pct. om året de næste 20-30 år – og at vedvarende energiformer vil dække ca. halvdelen af verdens energiforbrug i 2060.<sup>12</sup>

### *Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger*

Samlet peger ovenstående gennemgang på, at der i Danmark er en kritisk masse af virksomheder inden for energi/klima.

Samtidig findes der en stor mængde offentlig og privat forskning på området, og det danske viden- og kompetenceniveau vurderes til at være førende eller på niveau med de førende i verden.

Endeligt synes markedet for energi og klima at være stort og stadigt voksende over de kommende år. Konklusionen må derfor være, at Danmark har en stærk erhvervs-klynge inden for energi/klima med fokus på miljøeffektive teknologier. En klynge, der befinder sig på et marked med en stor og stigende efterspørgsel.

Inden for energi/klimaklyngen arbejdes der med udvikling af en række nye

11) IEA, 2005

12) Vækstfonden, 2004

miljøteknologiske løsninger. Det er et arbejde, som også foregår i tilsvarende energi/klimaklynger i andre dele af verden. Der må i de kommende år ventes en stærkt stigende global konkurrence om at udvikle nye og mere effektive miljøteknologier, der kan løse de voksende miljøudfordringer.

En væsentlig del af den globale konkurrence på nye miljøteknologier er en konkurrence på markedsvilkår mellem private virksomheder, men på flere områder er det også en konkurrence, som involverer offentlige ressourcer. Enten fordi udfordringen er så stor, at den private sektor ikke kan løfte den alene, eller fordi der er så store almene interesser i bedre miljøløsninger, at det offentlige træder til.

Det interessante spørgsmål er, om den danske energi/klimaklynge har mulighed for at deltage i denne konkurrence og gennem et stærkt samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder at skabe nye miljøteknologiske løsninger, som bliver blandt markedets vindere og får afgørende betydning for den danske erhvervsudvikling.

Gennem spørgeskema og interviews er virksomhederne inden for energi- og klimaklyngen blevet spurgt, om de har planer om at arbejde med nye fremtidige løsninger af miljøproblemer eller med nye miljøeffektive teknologier. Samtidig er virksomhederne blevet spurgt, om de mener, at det er opgaver, som kan løses i en traditionel innovationsproces internt i virksomhederne, eller om der er behov for en samlet national indsats.

3 områder inden for klima- og energiklyngen går igen i både spørgeskema og interviewrunden som områder, hvor virksomhederne finder, at der er behov for en koordineret indsats. Områderne er:

- *Vindmøller*
- *Biobrændsel*
- *Brændselsceller*

De 3 områder udspringer alle fra energi- og klimaklyngen, men områderne har vidt forskellig karakter og de repræsenterer forskellige virksomheder og forskellige typer af kompetencer og teknologier.

De 3 udvalgte områder befinder sig på vidt forskellige udviklingsstadier. Det første område – vindenergi – er allerede i dag en dansk styrkeposition med en række store virksomheder og etablerede forskningsmiljøer, mens de to sidste områder – biobrændsel og brændselsceller – i højere grad befinder sig i en

opstartsfasen.

Inden for alle de 3 områder er, og vil der også i fremtiden være, en enorm global konkurrence. Spørgsmålet er, om Danmark har potentialet til at klare sig i denne konkurrence. I de næste afsnit gives et første bud på Danmarks muligheder ud fra en vurdering af de 3 kriterier for et styrkeområde – kritisk masse, viden og potentiale.

## **Vind**

Allerede i dag produceres og anvendes vindmøller og vindkraft i vid udstrækning. I Danmark dækkes godt 18 pct. af det samlede elforbrug af vindkraft.<sup>13</sup> Og inden for de seneste 20 år har udviklingen været så stor, at vindenergien nærmer sig et niveau, hvor den kan konkurrere med konventionelle energiformer.

Danmark har allerede i dag en klynge af virksomheder og videninstitutioner, der beskæftiger sig med udvikling, produktion og anvendelse af vindmøller. En klynge, der har strategisk og miljømæssig betydning for Danmark og dansk erhvervsliv. Vindkraften er med til at reducere vores brug af fossile brændsler, og for erhvervslivet betyder vindklyngen vækst og beskæftigelse – ikke kun for de primære producenter, men også for en lang række underleverandører.

I dag sker udviklingen og produktionen af vindmøller primært inden for møller på land. Her går tendensen mod stadig større møller. Udviklingen af store møller er ikke blot et spørgsmål om gradvist at videreføre de teknologier og metoder, der eksisterer i dag, men om at skabe helt ny viden og nye kompetencer. På den teknologiske side drejer udviklingen af vindmøller sig om mekaniske og elektroniske dele samt om viden og kompetencer inden for materialeudvikling, konstruktioner og optimal udnyttelse af vindforhold. Samtidig er der en del udvikling med henblik på integration af vindkraft i det eksisterende el-net.

Den nyeste anvendelse af vindkraften foregår inden for havvindmøller – såkaldte off-shoremøller. Fordelene ved off-shoremøller er udnyttelse af kraftigere og mere jævne vinde til havs samtidig med, at møller til havs ikke fylder i landskabet, og at syns- og støjforureningen generer færre mennesker. Havvindmøllerne er dog stadig et relativt underudviklet område, og det kræver betydelige ressourcer og videreudvikling inden for offshore-området, før det kommercielle potentiale kan udnyttes. Udviklingen af vindmøller på land vil mange år frem fortsat være det største erhvervsområde – både absolut og

13) *Energistyrelsen, 2005a*

vækstmæssigt.

### *Kritisk masse*

Danske virksomheder har allerede i dag en væsentlig styrkeposition inden for vindkraft. Der er godt 20.000<sup>14</sup> arbejdspladser tilknyttet klyngen – hvoraf en stor del er samlet på de to største producenter af vindmøller, Vestas og Siemens samt vingefabrikanten LM-glasfiber. Derudover er der en lang række mellemstore producenter af stålkomponenter og elektronik, samt en række mindre underleverandører inden for metal og produktionsteknologi og en lang række servicevirksomheder, der har specialiseret sig på området.

Den samlede omsætning hos producenterne var i 2004 ca. 25 mia. kr. og eksportandelen var over 90 pct.<sup>15</sup>

De væsentlige udenlandske konkurrenter findes i Spanien, England, Tyskland og USA – se tabel 2 for markedsandele for de største internationale spillere.

**Tabel 2**

**De største internationale spillere**

	Andel af verdensmarkedet 2004
Vestas (Danmark)	34 pct.
Gamesa (Spanien)	18 pct.
Enercon (Tyskland)	16 pct.
GE Wind (Danmark)	11 pct.
Siemens (Danmark)	6 pct.
Suzlon (Indien)	4 pct.

Kilde: Vindmølleindustrien og BTM Consult APS, World market update 2004-2005

Samlet står Danmark for omkring 40 pct. af det samlede verdensmarked for vindmøller på land og for 90 pct. af verdensmarkedet for havvindmøller.<sup>16</sup>

### *Viden*

En række danske offentlige videninstitutioner forsker i teknologier og metoder inden for vindkraft og vindmøller. Det gælder især Risø, hvor 110 forskere beskæftiger sig med området. Herudover beskæftiger blandt andet DTU, Ålborg Universitets Center og Århus Universitet sig med vindmøller.

Når det drejer sig om privat forskning, er der alene i Vestas ansat 535 medarbejdere, der direkte beskæftiger sig med udvikling af ny viden inden for vindmøller og vindkraft. Siemens har en udviklingsafdeling på godt 200 mand, og der foregår desuden en del forskning og udvikling hos de mange specialiserede underleverandører.

14) Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005

15) Vindmølleindustrien, 2004

16) Vindmøllebranchen, 2005

Samtidig har to af de største udenlandske konkurrenter lagt forsknings- og udviklingsafdelinger i Danmark – Gamesa fra Spanien og Suzlon fra Indien.

### *Potentiale*

Den teknologiske udvikling inden for vindmøller er gået stærkt. Inden for de sidste 20 år vurderes det, at vindmølleteknologien er blevet 100 gange mere effektiv – og udviklingen inden for området har sikret, at vindkraft i dag er den billigste vedvarende energiform. De nyeste mega-møller kan i løbet af én time producere energi til at dække en dansk families årlige elforbrug.

Der er et stort potentiale for vindkraft i de kommende år. Som før nævnt dækkes godt 18 pct. af det danske elforbrug af vindkraft, mens der på globalt plan kun er tale om 0,4 pct. Beregninger fra BTM Consult viser, at der i 2015 vil være en 5-dobling af 2004 vindmøllekapaciteten.<sup>17</sup>

Danmark har i dag stor kritisk masse inden for vindkraft, og er på verdensplan stadig blandt de førende inden for forskning og udvikling. Danske virksomheder har i mange år været de dominerende spillere på markedet, men den globale konkurrence er stærkt stigende. Udviklingen inden for megamøller og havvindmøller kræver ny viden og nye kombinationer af teknologier og metoder.

Hvis der også i fremtiden skal satses på vindmøller som en dansk styrkeposition, er der behov for, at klyngen udvikles og videreføres i et tættere strategisk samarbejde på tværs af private og offentlige aktører. Nøjagtigt som i de lande Danmark konkurrerer med.

### **Biobrændsler**

Biobrændsler er en fællesbetegnelse for teknologier, hvor man anvender biologiske materialer til energiformål.

I dag anvendes bioenergi til el- og varmeproduktion gennem forbrænding og forgasning af biologisk materiale som f.eks. halm, træ og gylle (biogas). Det foregår blandt andet på de større kraftvarmeværker, hvor der er sket en markant udvikling af teknologien gennem de seneste 10 år. Generelt er disse teknologier dog ikke konkurrencedygtige på markedsvilkår<sup>18</sup> og produktionen foregår derfor primært på baggrund af et ønske om at udnytte de indenlandske biomasseressourcer til gavn for forsyningssikkerhed og miljø, og for at fremme de danske erhvervsmæssige perspektiver inden for teknologien.

Gennem spørgeskema og interviews har mange virksomheder og videnper-

17) BTM Consult APS, *World market update 2004-2005*

18) *Energistyrelsen, 2005*

soner identificeret flydende biobrændsler til transport, som et område med et kommercielt potentiale. Flydende biobrændsler som bio-ethanol kan produceres ud fra f.eks. halm, helsæd eller andre afgrøder og har sigte på transportsektoren som et alternativ til benzin. I dag har Danmark, i modsætning til mange af de lande vi normalt sammenligner os med, ikke den store produktion af flydende biobrændsler. Til gengæld findes der megen lovende forskning. Her er den danske indsats særligt fokuseret mod bio-ethanol, hvor danske forskere arbejder med nye teknologier, der kan gøre produktionen af bio-ethanol billigere, mere bæredygtig og dermed mere konkurrencedygtig. Mange videnpersoner vurderer, at prisen på en liter bio-ethanol, hvis alt går vel, kan være konkurrencedygtig i løbet af få år.<sup>19</sup>

### *Kritisk masse*

Gennem snowball, interviews og litteraturstudier er der identificeret 29 danske virksomheder, som arbejder med biobrændsler. Af de 29 er der tilgængelige regnskabsdata for 20 virksomheder med tilsammen godt 3.000 medarbejdere, der genererer en samlet omsætning på godt 3,2 mia. kr. og en eksport i 2003 på 841 mio. kr.<sup>20</sup> Det skal understreges, at tallene skal tages med forbehold. På den ene side er der en del af de virksomheder, der arbejder inden for biobrændsler, som beskæftiger sig med en række forskellige områder – og kun en del af deres ansatte og deres omsætning kan tilskrives biobrændsel. På den anden side mangler der regnskabsstatistik for 9 af de 29 identificerede virksomheder, hvilket primært er de store danske forsyningsselskaber – deres ansatte og omsætning indgår således ikke i beregningerne.<sup>21</sup>

De danske spillere synes i høj grad at være domineret af de store danske forsyningsselskaber. En række af disse selskaber deltager i dag aktivt i udvikling af biobrændsel, mens andre overvejer at foretage investeringer på området inden for de nærmeste år.

### *Viden*

Der er udført dansk forskning og udvikling inden for biomasseområdet i en årrække, og vi har i dag offentlige og private forskningskapaciteter på højt internationalt niveau.<sup>22</sup>

Biobrændselområdet er i høj grad drevet af den forskning og udvikling, som foregår via en række udviklingssamarbejder mellem nogle af de største forskningsinstitutioner og de videntunge private virksomheder på området.<sup>23</sup> Der er stærke forskningsmæssige kompetencer på DTU, Risø og KVL inden for mange metoder til fremstilling af energi baseret på biologisk materiale – herunder metoder til produktion af flydende biobrændsel. Derudover arbejder

19) For mere tekniske oplysninger om flydende biobrændsler se *Energistyrelsen, 2005*

20) *Danmarks Statistik, Regnskabsdata 2005*

21) *En række af de tidligere offentlige forsyningsselskaber indgår endnu i Danmarks Statistiks officielle regnskabsstatistikker*

22) *Energistyrelsen, 2005* 23) se [www.biofuels.dk](http://www.biofuels.dk)

Elsam blandt andet på at udvikle nye koncepter til bio-ethanolproduktion baseret på halm og andre afgrøder.

Der er igangsat en strategi for forskning og udvikling vedrørende fremstilling af flydende biobrændstoffer.

Enzymteknologi er et væsentligt element i forskningen inden for biobrændsler. Her har særligt Novozymes og Danisco - gennem datterselskabet Genencor – stærke kompetencer, og begge virksomheder leverer i dag enzymer til verdensmarkedet – herunder til de største amerikanske projekter på biobrændselsområdet.

Især USA er langt fremme, når det drejer sig om forskning inden for flydende biobrændsler og har allerede investeret i en række demonstrationsanlæg. Samtidig har det amerikanske energiministerium investeret massivt i forskningskonsortier inden for området. I Canada er enzymvirksomheden Logen gået stærkt ind i udviklingen af flydende biobrændsler med finansiering fra blandt andet Shell.

### *Potentiale*

Der er et enormt miljømæssigt og kommercielt potentiel i at udvikle teknologier og metoder inden for bioenergi og især flydende biobrændsler. Med en stigende klimabelastning fra de traditionelle energiformer, og den stigende mangel på olie, som transportsektoren i dag er fuldstændigt afhængig af, vurderes det, at markedet for biobrændsler vil mangedobles i de kommende år.

Flydende biobrændsler er blandt andet på dagsordenen i EU, hvor et nyt biobrændselsdirektiv fastslår, at medlemslandene skal arbejde for, at der pr. 2010 anvendes 5,75 pct. biobrændsler i de enkelte landes transportsektorer. Direktivet er dog kun vejledende for de enkelte medlemsstater. Alt i alt åbner direktivet dog et enormt potentiale for nye teknologier, som kan producere bio-ethanol på en billigere måde.

Hertil kommer det meget store potentiale i f.eks. USA, hvor der er en målsætning om, at 30 pct. af forbruget af mineralsk brændstof i transportsektoren i 2020 skal være erstattet af biobrændsel. Det vil kræve ny teknologi, hvor Danmark står stærkt. Desuden er der et enormt marked i vækstøkonomierne i Asien og især Kina

For Danmark ligger potentialet i at kombinere de særlige danske kompetencer. Danmark er et landbrugsland med en stor overskudsproduktion af bio-

masse, som kan udnyttes som biobrændsel,<sup>24</sup> og samtidig sidder danske virksomheder på 66 pct. af verdensmarkedet for enzymer, som er en væsentlig del af udnyttelsen af moderne teknologier til udnyttelse af biobrændsler.

Konkurrencen på forskning og udvikling inden for biobrændsler til både transport og el/varme er stigende, men Danmark synes allerede i dag at have nogle styrker, som giver mulighed for at udvikle nye teknologier og metoder til udnyttelse af bioenergi. Teknologier og metoder, der kan måle sig med de bedste i verden.

Men det vurderes, at udviklingen af konkurrencedygtige teknologier inden for bioenergi ikke kan løftes af de private virksomheder alene – det må gøres i et strategisk samarbejde mellem offentlige videninstitutioner, private virksomheder og de offentlige myndigheder.

### **Brændselsceller**

En brændselscelle kan omdanne fx brint og ilt til elektricitet (jævnstrøm) uden andre spildprodukter end varme og vand.<sup>25</sup> Brændselsceller kan anvendes på mange områder.

Et muligt anvendelsesområde er inden for transportmidler, hvor biler og busser, der kører på brint, kan omdanne brinten til energi ved hjælp af en brændselscelle.

Et andet anvendelsesområde er i energisektoren, hvor kraftvarmeverker vil kunne anvende brændselsceller til at omdanne gasser til el og varme.

Et tredje væsentligt anvendelsesområde er i forbindelse med lagring af energi. I det nuværende forsyningssystem er der en grænse for, hvor stor en andel strøm genereret fra fx vindmøller kan udgøre, da der ellers kan opstå problemer med forsyningssikkerhed. Med brændselsceller kan energien fra fx vindmøller lagres via brint og gemmes til mere vindstille perioder. Velfungerende brændselsceller kan derfor optimere energiforsyningen og sikre, at større andele af energiforsyningen kan komme fra vedvarende energiformer.

I det følgende vurderes de danske muligheder inden for udvikling af teknologier og løsninger i forbindelse med brændselsceller på de 3 kriterier: kritisk masse, viden og potentiale.

#### *Kritisk masse*

Ud fra snowball, interviews og litteraturstudier er der identificeret 7 dan-

24) Nielsen (2005)

25) Energistyrelsen, 2003



ske virksomheder, som arbejder med brændselsceller. Virksomhederne har en samlet omsætning på 4,5 mia. kr. Det samlede antal ansatte er 4.000 og virksomhedernes samlede eksport er på lidt over 2 mia. kr.<sup>26</sup>. Brændselsceller udgør dog kun en lille andel af virksomhedernes forretningsområder.

Det er kendetegnende for området, at en række store danske virksomheder inden for energi/klima området har fundet interesse i mulighederne i brændselsceller.

Konkurrencen fra udlandet er hård. USA, Japan og Canada har investeret store summer i brintteknologier, herunder brændselsceller. USA investerer 7 mia. kr. over en 5-årig periode fra 2003, Japan investerer 1,6 mia. kr. årligt og Canada investerer 330 mio. kr. årligt.<sup>27</sup>

Samtidig har en række af verdens helt store energiselskaber fattet interesse for området, som beskrevet i afsnit 2 med case studier af Ballard og General Electric.

De førende amerikanske forskningskonsortier får hver omkring 100 mio. kr. om året fra det amerikanske energiministerium til forskning i brændselsceller. Det vurderes, at danske private og offentlige investeringer inden for brændselsceller ligger på nogenlunde samme niveau.

### *Viden*

I Danmark bruges årligt omkring 105 millioner til forskning i brændselsceller, hvilket svarer til en tredjedel af de danske energiforskningsmidler. Den offentlige forskning på området er primært centreret omkring Risø, hvor der er afsat 20 mio. kr. til en strategisk satsning på forskning i brændselsceller. Herudover har også DTU, AUC og SDU en del forskning på området.

I den private sektor beskæftiger virksomhederne sig i øjeblikket særligt med to typer af brændselsceller.

For det første højtemperaturbrændselsceller. Disse celler fungerer ved temperaturer over 600 grader og er især anvendelige i store skalaer. På dette område er især Haldor Topsøe i et samarbejde med Risø med helt fremme på forskningssiden på baggrund af teknologier, som Haldor Topsøe har udviklet i forbindelse med produktionen af katalysatorer. Inden for denne type brændselscelle vurderes det, at den danske forskning er med i verdenseliten i skarp konkurrence med de førende amerikanske forskningskonsortier.

26) Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005

27) Energistyrelsen (2005)

For det andet beskæftiger en række virksomheder og videninstitutioner sig med lavtemperatur brændselsceller til anvendelse i fx biler og kraftvarmeanlæg i mindre skala. På dette område har Danmark i dag en ekspertise, som især udspringer af et samarbejde mellem bl.a. firmaerne APC og IRD Fuel Cells – der vurderes at være blandt verdens førende inden for methanol-brændselsceller – og en række offentlige forskningsinstitutioner. Det vurderes, at lavtemperaturbrændselsceller er tættere på kommercialisering end højtemperaturbrændselsceller.

### *Potentiale*

Velfungerende brændselsceller kan være med til at løse nogle af verdens største miljøproblemer på energiområdet. Der er ingen tvivl om, at potentialet inden for brændselsceller er stort, og området har stor bevågenhed fra regeringer og store virksomheder.

Når der er udviklet teknologier, som kan producere brint på en miljøeffektiv måde, vil brændselsceller have et enormt potentiale for produktion af energi i transportsektoren og energiforsyningssektoren på en langt mere miljøeffektiv måde, end det bliver gjort i dag. Samtidig kan brændselsceller være en vigtig brik i lagring af energi. Effektiv lagring understøtter udviklingen af vedvarende energikilder som fx vindmølleindustrien. Samlet er det kommercielle og miljømæssige potentiale for brændselsceller stort.

Men udviklingen på området går stærkt. En række af verdens største virksomheder og offentlige myndigheder har valgt at lægge en stor strategisk forskningsindsats på dette område. Også i Danmark er der stor fokus på området – og der er igangsat en relativ stor mængde forskning og udvikling inden for både private virksomheder og offentlige videninstitutioner, jf. nedenstående boks. Men de danske aktører peger samstemmende på, at et løft kræver en koordineret offentlig/privat indsats.

### **Boks 3**

#### **Dansk strategi for brændselsceller**

I 2003 blev der udarbejdet en brændselsstrategi, hvori fremgår national satsning på to typer brændselsceller, nemlig lavtemperatur (PEM) og højtemperatur (SOFC) brændselsceller.

Efterfølgende er der for hvert udviklingsspor udarbejdet roadmaps der angiver den nødvendige teknologiske udvikling samt behovet for økonomiske ressourcer frem til kommercielle danske brændselsceller.

I juni blev en brintstrategi offentliggjort med forslag til danske indsatsområder inden for brint og brændselsceller, organisations- og aktivitetsdiagram for den danske indsats samt scenario for en samlet dansk finansiel indsats for F&U og demonstration fordelt over en 10 årig periode.

Et sekretariat blev oprettet, der dels skal fremme samarbejde og informationsudveksling mellem offentlige tilskudsgivere, udviklingsmiljøerne inden for brint og brændselsceller samt medvirke til et effektivt nationalt og internationalt engagement er under etablering.

Kilde: Energistyrelsen 2006

### **Andre mulige erhvervsmæssige styrkepositioner inden for energi/klima**

I interviewrunden og i spørgeskemaet er virksomheder og forskningsinstitutioner som nævnt blevet spurgt om, hvilke nye miljøteknologier, der arbejdes med. Foruden de 3 udvalgte områder blev der peget på en række interessante områder.

En række virksomheder arbejder med at udvikle nye HFC-frie køleteknologier. Der er ikke tvivl om, at en ny køleteknologi vil have stor betydning for miljøet og også have et betydeligt erhvervsmæssigt potentiale. Men det vurderes på nuværende tidspunkt, at teknologien kan udvikles inden for det eksisterende innovationssystem og de allerede etablerede forskningsprogrammer for strategisk forskning og højteknologi.

Enkelte virksomheder har peget på miljøeffektiv forbrænding af kul som et interessant område. Der er udviklet teknologier, som fører til nedbringelse af CO<sub>2</sub>-udslip fra kulkraftværker ved at ekstrahere CO<sub>2</sub> – og løsningerne er kommercielt interessante. Men det vurderes, at teknologien ikke umiddelbart kan danne grundlag for en langsigtet dansk erhvervsmæssig styrkeposition, men snarere et interessant nicheområde, der kan fungere som en overgangs-

teknologi.

Energivenligt byggeri er et interessant og voksende område, hvor vi har en række store danske virksomheder. Området er ikke medtaget i denne analyse som en del af miljøklyngen, men det vurderes, at det kan være overordentligt interessant at lave en særskilt analyse af byggeerhvervets miljømæssige potentiale.

Flere virksomheder og forskningsinstitutioner har peget på forskellige vedvarende energiformer som bølge-, brint-, og solenergi. Det er imidlertid vurderingen, at ingen af områderne på nuværende tidspunkt kan leve op til kriterierne om kritisk masse, viden og potentiale. Det er ikke ensbetydende med, at der ikke fortsat bør investeres i de pågældende teknologier, men det vil kræve længere tid og flere investeringer, før der muligvis tegner sig konturerne af erhvervmæssige styrkepositioner.



Verden står over for store udfordringer på vandområdet i de kommende år. Mængden af rent vand pr. indbygger anslås at ville falde med en fjerdedel fra 2000 til 2020. Verdens fordeling af rent vand er skæv, og områder, som i dag oplever problemer med at fremskaffe rent drikkevand, vil blive hårdt ramt i fremtiden.

Samtidig bliver miljøproblemer på grund af vandforurening stadig større. Specielt i de hurtigt voksende økonomier i Asien er der så store problemer med forurenede vand, at det er direkte sundhedsfarligt at leve i visse områder.

I Nord- og Vesteuropa er der især fokus på de store omkostninger, der er forbundet med manglende optimering af eksisterende vandforsynings- og vandrensningsanlæg. Det anslås, at energiforbruget på de eksisterende rensningsanlæg kan reduceres med 20 pct., hvis anlæggene optimeres. Samtidig kan nye miljøeffektive teknologier og rensningsmetoder sikre endnu renere vand og et lavere ressourceforbrug.

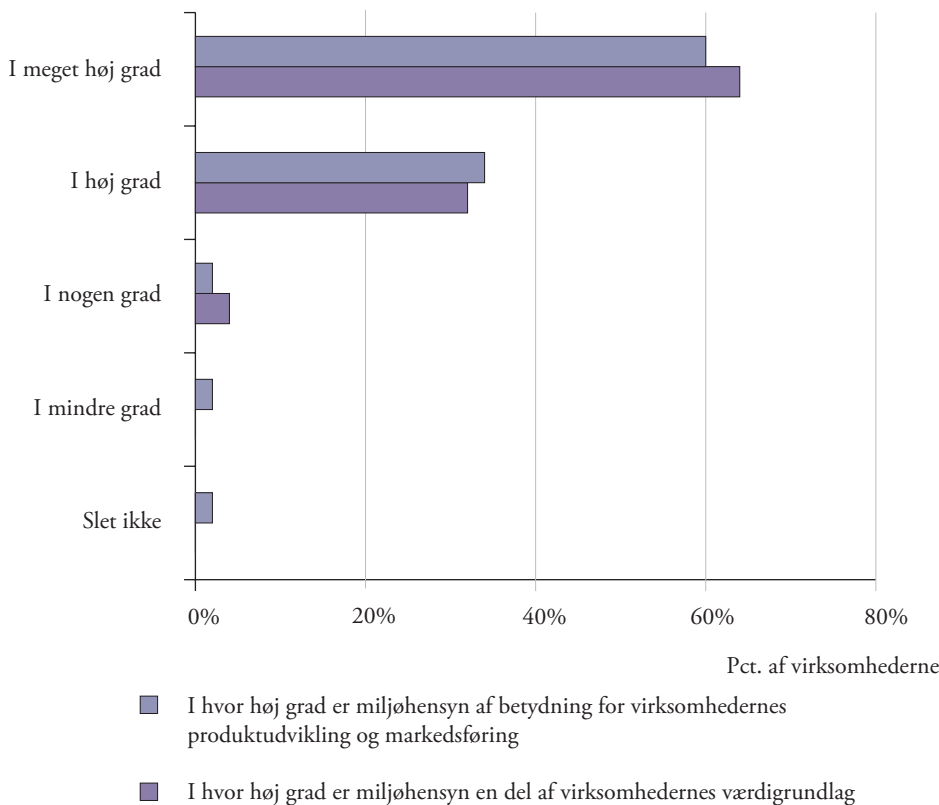
En lang række danske virksomheder og videninstitutioner beskæftiger sig i dag med miljøeffektive produkter og teknologier, som bidrager til at løse miljøproblemer forbundet med vand.

De danske virksomheder beskæftiger sig med en lang række forskellige felter som teknologier til vandbesparelse og genanvendelse, vand- og spildevandsrensning og pumpeteknologier. Samtidig har Danmark nogle stærke kompetencer inden for styring, regulering og overvågning af vand. Kompetencerne er koncentreret inden for softwareudvikling og forskellige former for sensor- og automatiseringsteknologier.

Danmark har traditionelt haft en restriktiv miljølovgivning på vandområdet. Således blev der blandt andet gennem vandmiljøplanerne iværksat politiske initiativer til forbedring af vandmiljøet på et tidligere tidspunkt, end

i de lande vi normalt sammenligner os med. Samtidig har en række strenge krav til drikkevandets kvalitet og oprindelse betydet, at vi i dag har en dansk vandsektor med et særligt fokus på at udvikle miljøeffektive teknologier og produkter.

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at hele 96 pct. af virksomhederne i vandsektoren vurderer, at miljøhensyn i høj eller meget høj grad er en del af deres værdigrundlag, mens 94 pct. af virksomhederne svarer, at miljøhensyn i meget høj eller i høj grad har betydning for deres produktudvikling og markedsføring, jf. figur 8.



**Figur 8**  
**Miljøhensyn i virksomhederne - vandklyngen**

35 pct. af virksomhederne angiver, at de har en eksportandel på over 40 pct., mens 69 pct. af virksomhederne på vandområdet angiver, at de har betydningsfulde udenlandske konkurrenter. Det er et tegn på, at virksomhederne ligesom inden for energi/klima konkurrerer på et globalt marked med betydningsfulde udenlandske konkurrenter.

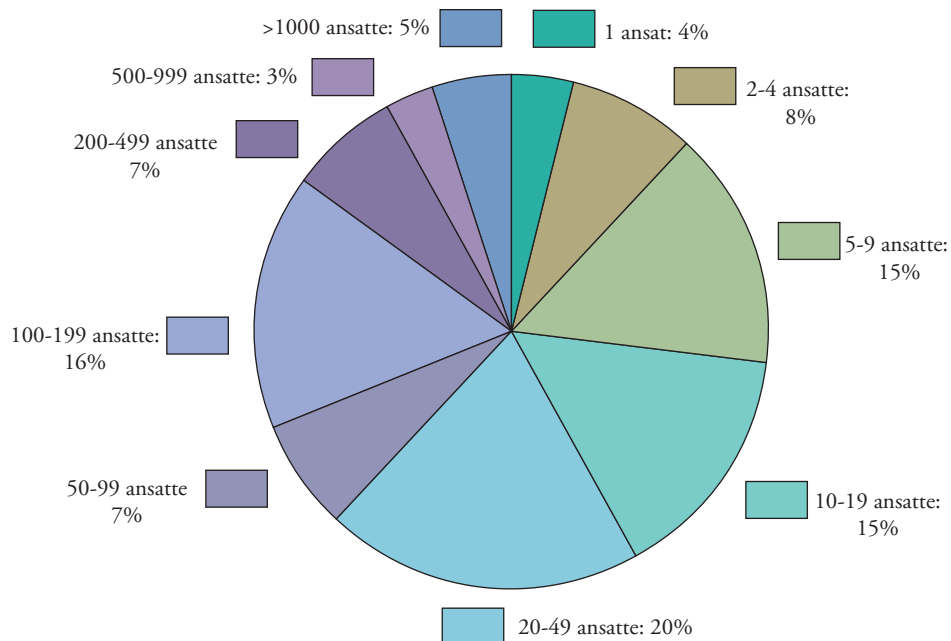
I det følgende undersøges det ud fra de 3 kriterier – kritisk masse, viden og potentiale – om Danmark har en egentlig styrkeposition inden for vandområdet. Hvis det er tilfældet, vil der ligesom på energi/klima området være grundlag for at spørge, om der er særligt interessante nye miljøteknologiske muligheder inden for vandområdet. Områder hvor danske virksomheder, videninstitutio-

ner og offentlige myndigheder i fællesskab kan være med til at løfte en dansk styrkeposition op på et niveau, hvor der kan skabes fremtidige miljøteknologiske løsninger, som kan blive førende i den globale konkurrence.

### *Kritisk masse*

En lang række danske virksomheder arbejder med miljøeffektive teknologier og løsninger inden for vandområdet. Ved snowball-metoden, interviews og litteraturstudier er der identificeret 145 danske virksomheder. Heraf har 31 pct. af virksomhederne over 100 ansatte, jf. figur 9.

**Figur 9**  
**Fordeling af virksomhedsstørrelse - vandklyngen**



Kilde: Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005

De 145 identificerede virksomheder i vandklyngen har en beskæftigelse på godt 21.000. i 2003. Det skal igen understreges, at beskæftigelsestallene i dette pilotstudie skal tages med forbehold. Således indgår en række medarbejdere, der ikke direkte arbejder med miljøteknologiske løsninger i dette beskæftigelsestal, men samtidig kan det være tilfældet, at en række virksomheder ikke er identificeret og dermed ikke indgår i den samlede beskæftigelse.<sup>28</sup>

Af de 145 identificerede virksomheder er der tilgængelige regnskabstal for 120 virksomheder. Disse virksomheder havde i 2003 en samlet omsætning på 16 mia. kr. og en eksport på lidt over 7 mia. kr.<sup>29</sup>

### *Viden*

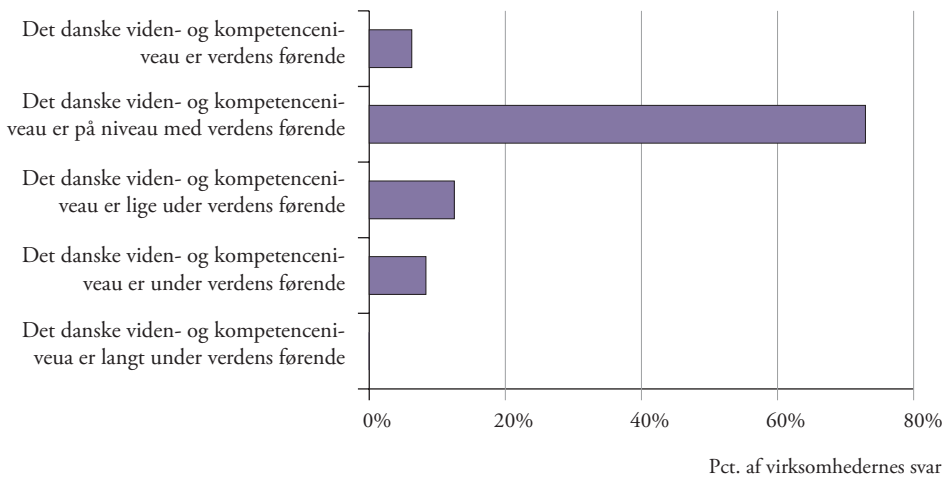
Analysen peger på, at det danske viden- og kompetenceniveau inden for vandområder ligger på et højt internationalt niveau.

28) Tidligere studier peger på et beskæftigelsestal inden for vandområdet på mellem 12.000 og 17.000 (EBST, 2002 og IAFF, 2005).

29) Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005. En årsag til, at ikke alle 145 virksomheder er med i Regnskabsstatistikken er, at en række små virksomheder ikke opfylder Danmarks Statistiks bagatelgrænse for tilstrækkelig aktivitet. En anden årsag er, at en række af offentlige forsyningsselskaber ikke er inkluderet i den tilgængelige statistik.



Således vurderer 79 pct. af virksomhederne på vandområdet, at det danske viden- og kompetenceniveau er verdens førende eller på niveau med verdens førende, jf. figur 10.



**Figur 10**  
**Vurdering af det danske viden- og kompetenceniveau – vandklyngen**

Inden for den offentlige forskning har Danmark særlige kompetencer inden for spildevandsområdet, hvor DTU - Miljø og Ressourcer og Ålborg Universitetscenter er med i verdenseliten. DTU har gennem en årrække opnået stor anerkendelse og tiltrækker i dag en lang række udenlandske studerende og forskere, der beskæftiger sig med at løse forskellige miljøproblemer på vandområdet. DTU er i en undersøgelse blevet vurderet i forhold til de førende universiteter i verden. På vandområdet kommer DTU ind på en fjerdeplads efter Stanford og MIT, men foran fx Berkeley.<sup>30</sup>

GTS-instituttet DHI – Vand og Miljø har en stor viden inden for mange aspekter af vand – herunder styring, regulering og overvågning, software samt forskellige vandrensningsteknikker. Endelig findes der interessante kompetencer på DMU, Dansk Jordbrugsforskning, GEUS og Teknologisk Institut.

Ifølge en rapport fra den innovationsaccelererende forskningsplatform for vand er der i alt 1200-1500 medarbejdere, der arbejder med forskning inden for vandsektoren – primært inden for de offentlige videninstitutioner og GTS institutterne.<sup>31</sup>

Den brede offentlige forskningsprofil understøttes af, at 81 pct. af virksomhederne i spørgeskemaundersøgelsen vurderer, at der findes danske forsknings- og videninstitutioner, der arbejder med de samme miljøeffektive teknologier.

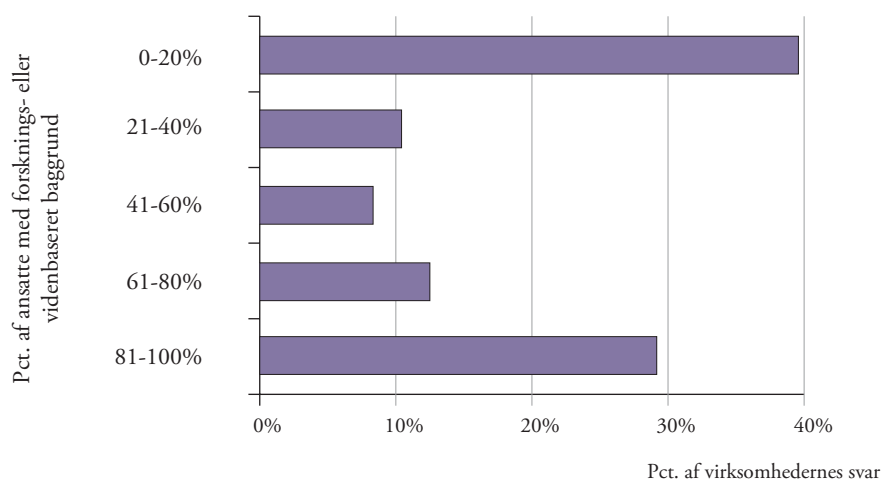
I den private sektor angiver over halvdelen af virksomhederne, at mere end 40 pct. af det samlede antal medarbejdere har en forsknings- eller videnbaseret

30) DTV / D'ARC (2002)

31) IAFF, 2005

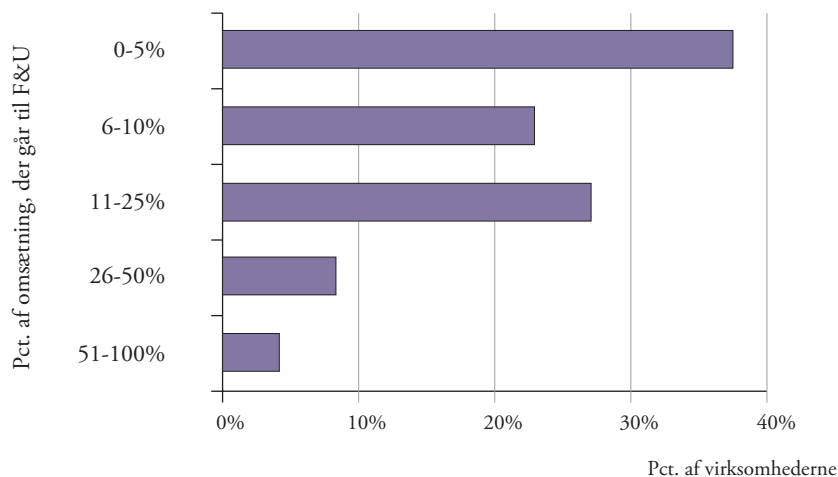
**Figur 11**  
**Andel af ansatte med forskning eller videnbaseret baggrund – vandklyngen**

uddannelse, jf. figur 11.



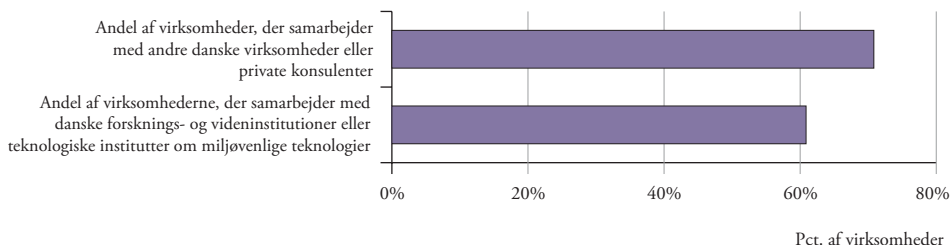
**Figur 12.**  
**Andel af omsætning F&U - vandklyngen**

Og godt 13 pct. af virksomhederne bruger mere end 25 pct. af deres samlede budget på forskning og udvikling, jf. figur 12.



Tidligere undersøgelser har peget på, at der har været problemer med videndeling og samarbejde på tværs af området.<sup>32</sup> I dag svarer 61 pct. af virksomhederne, at de samarbejder med danske forsknings- og videninstitutioner, mens 71 pct. af virksomhederne angiver, at de samarbejder med andre danske virksomheder eller private konsulenter, jf. figur 13.

**Figur 13.**  
**Samarbejde - vandklyngen**



32) EBST, 2002

### *Potentiale*

Der eksisterer et enormt miljømæssigt og kommercielt potentiale på vandområdet.

Der er ingen tvivl om, at verden vil stå overfor en enorm vandmangel i fremtiden. Ifølge Water Supply and Sanitation Platform er kun 3 pct. af al vand i verden ferskvand.<sup>33</sup> Og der er kun adgang til 13 pct. af ferskvandet, hvilket svarer til 0,4 pct. af den samlede vandmængde. I dag er mere end 2 mia. mennesker påvirket af vandmangel i mere end 40 lande. Samtidig er halvdelen af befolkningen i udviklingslandene udsat for forurenede vand, der øger forekomsten af sygdomme.

Samtidig anslår World Water Council, at 1,1 mia. mennesker lever uden adgang til rent drikkevand, og at 2,6 mia. mennesker lever uden adgang til ordentlige sanitære forhold.<sup>34</sup> Samtidig har WHO anslået, at 3.900 børn hver dag dør af sygdomme, der smitter gennem vand.<sup>35</sup>

Endelig skal det fremhæves, at rent drikkevand er et centralt emne på den globale dagsorden. Det er således en del af FN's "Millenium Development Goals" at halvere antallet af mennesker i verden, der ikke har adgang til rent drikkevand inden 2015.

I forlængelse af det store miljømæssige potentiale inden for vandområdet ligger der også et markant kommercielt potentiale. Det anslås, at markedspotentialet for investeringer i drikkevand og spildevand alene i USA udgør 1000 mia. USD over de næste to årtier.<sup>36</sup>

En stor del af den vandmangel, som verden vil komme til at opleve, vil ses i mindre udviklede dele af verden, men samtidig er der et stort potentiale inden for optimering af de eksisterende vandhåndteringssystemer i den mere udviklede del af verden. På dette område kan der være store gevinster i et lavere energiforbrug og genanvendelse af vand.

### *Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger*

Ovenstående gennemgang viser, at Danmark har en stor klynge af virksomheder og videninstitutioner, der arbejder på et højt internationalt niveau med miljøeffektive teknologier og løsninger inden for vandområdet. Samtidig peger alle analyser på, at der i fremtiden vil være et enormt potentiale inden for frembringelse af rent vand.

Allerede i dag arbejder en lang række danske virksomheder og videninstitu-

33) WSSSTP (2005)

34) World Water Council (2005)

35) World Water Council (2005)

36) WSSSTP (2005)

tioner med udvikling af nye miljøteknologiske løsninger inden for vandområdet – nøjagtig som det er tilfældet i de lande, vi konkurrerer med. Det er en udvikling, hvor konkurrencen sker på frie markedsvilkår – og hvor kun de bedste overlever.

Spørgsmålet er, om der er specifikke områder eller teknologier inden for vandklyngen, hvor udfordringerne er så store, at det private ikke kan løfte opgaven alene, eller om der er områder, der har så store miljømæssige konsekvenser, at der kan være grundlag for en koordineret offentlig/privat indsats.

Resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen, interviews og litteraturstudie peger på, at der inden for vand primært er ét område, hvor virksomhederne og videninstitutioner mener, at et uudnyttet potentiale kan realiseres gennem en koordineret indsats. Det drejer sig om vandrensningsområdet, hvor danske virksomheder kan måle sig med verdens førende spillere ved på nye måder at kombinere og videreudvikle teknologier og metoder til vandrensning.

Det skal understreges, at der også er peget på andre områder inden for miljøeffektive teknologier i forbindelse med vand. Herunder systemer til styring, regulering og overvågning af forskellige vandressourcer og -kvaliteter, miljørigtig kloakering, vandbesparende sanitet og teknologier inden for landbruget til fx gylleseparation. Disse områder er ikke særskilt analyseret i denne rapport.

## **Vandrensning**

Groft sagt eksisterer der to hovedområder inden for vandrensning: (1) teknikker til rensning og udvinding af drikkevand – herunder rensning af overfladevand og afsaltning af havvand – og (2) teknikker til rensning af spildevand.

Inden for vandrensning beskæftiger en lang række danske virksomheder sig med områder som processtyring, bakterieidentifikation, kombinationer af renseteknikker, sensorer, membranteknologi og slambehandling.

På spildevandsområdet arbejdes der på højt niveau med alle aspekter af rensning af spildevand fra forskellige rensningsteknikker til slambehandling og procesoptimering af anlæg og systemer.

I det følgende afsnit vil vandrensningsområdet blive vurderet i forhold til de 3 kriterier for en styrkeposition - kritisk masse, viden og potentiale.

### *Kritisk masse*

Der er identificeret 89 danske virksomheder, der på den ene eller anden måde beskæftiger sig med vandrensningsteknologier. For 78 af de 89 virksomheder findes der tilgængelige regnskabstal. De 78 virksomheder har i alt godt 13.000 beskæftigede, og omsætningen var i 2003 på 12,5 mia. – hvoraf 6,7 mia. var eksport.<sup>37</sup> Det skal understreges, at disse tal ikke udelukkende kan henføres til vandrensning. Det er kendetegnende for en række af de store virksomheder inden for vandrensningsklyngen, at de beskæftiger sig med forskellige miljøteknologiske områder. Det anslås, at knap 5.000 ud af de 13.000 beskæftigede arbejder direkte med vandrensningsteknologi.<sup>38</sup>

Markedet for miljøteknologier inden for vandrensning er i en rivende udvikling, hvor mange aktører vinder frem. På internationalt plan ligger de førende kompetencer på spildevandsområdet især i Vesteuropa, hvor markedet er præget af en række store vesteuropæiske vandforsyningsselskaber, som har anlagt en meget aggressiv strategi. Især store franske, engelske, svenske og tyske selskaber, som bevæger sig ind på flere og flere led i værdikæden. På rådgivningssiden er markedet præget af amerikanske, hollandske og engelske virksomheder – her er billedet dog mere diffust.

De større udenlandske konkurrenter er Purac i Sverige, Degrémont i Frankrig, WTE i Tyskland og Wabag i Østrig.

Flere af de større danske virksomheder i vandklyngen er dele af udenlandske koncerner – Krüger ejes af det franske Veolia Waters, og HOH er en del af den østrigske koncern Best Water Technology – begge har således en direkte adgang til viden om teknologiudvikling og anvendelse i udlandet.

### *Viden*

Den offentlige danske forskning på vandrensningsområdet er på et højt internationalt niveau. Både Ålborg Universitetscenter og DTU har kompetencer i verdensklasse på området. DTU er særligt specialiseret i teknologier til biologisk rensning for fosfor og kvælstof. Herudover arbejder de med membran-teknologier, biofilmteknologier og lovende teknologier som kemisk iltning og U/V-teknologier til rensning af spildevand. AUC har særlige kompetencer inden for bestemmelse af bakterier og mikroorganismer i vand og optimering af spildevandsrensningsprocessen.

Blandt de udenlandske videninstitutter, der er længst fremme, er Norges Tekniske Universitet i Trondhjem, Eawag i Schweiz – samt en række hollandske institutter blandt andet Delft Technical University, der især er gode på det

37) Danmarks Statistik, *Regnskabsstatistikken 2005*

38) *Estimat baseret på virksomhedsoplysninger i IAFP, 2005*

bioteknologiske område.

I den private sektor har Danmark stærke kompetencer på membranteknologiområdet, hvor Alfa Laval, Watertech og HOH Water Technology er blandt verdens førende. Krüger, har nogle stærke generelle kompetencer i forhold til spildevandsrensning og især i forhold til slambehandling. DHI Vand og Miljø er langt fremme på en række forskellige teknologier og metoder til vandrensning. Herudover har en række mindre danske virksomheder specialiseret sig i forskellige nicheområder inden for vandrensning. Endeligt kan det nævnes, at Grundfos har sat en række udviklingsaktiviteter i gang under overskriften ”Rent vand til verden”.

### *Potentiale*

Med faldende vandressourcer i verden vil der være et stigende behov for at udvikle teknologier til vandrensning.

Som nævnt oven for er der et stort markedspotentiale på området, som alene i USA er blevet anslået til at udgør 1000 mia. USD over de næste to årtier.<sup>39</sup>

På spildevandsområdet ligger potentialet for det første i optimering af eksisterende anlæg i Nord- og Vesteuropa blandt andet gennem nye vandrensnings-teknikker og for det andet i at bygge helt nye rensningsanlæg i Syd- og Østeuropa og i Asien. I Nord- og Centraleuropa er 80 til 90 pct. af befolkningen koblet til rensningsanlæg. I Sydeuropa og de nye medlemsstater er det kun 30-50 pct. af befolkningen.<sup>40</sup>

### *Potentielle udviklingsområder*

I de gennemførte interviews og i spørgeskemaundersøgelsen er de danske virksomheder og videninstitutioner inden for vandrensning blevet spurgt, om de har eksempler på lovende miljøeffektive teknologier, hvor Danmark har et erhvervsmæssigt potentiale. Det skal understreges, at de nævnte eksempler ikke skal betragtes som en udtømmende liste, men som en appetitvækker på de muligheder, der ligger for danske virksomheder.

Et område, hvor en række danske virksomheder ser et potentiale er udvikling af membranteknologi til spildevandsrensning. Teknikken bruges allerede i dag til rensning af drikkevand, men eftersom spildevandet indeholder langt flere urenheder, ligger der et større udviklingsarbejde før teknologien vil være velfungerende på spildevandsområdet. Alfa Laval og HOH Water Technologies er blandt de virksomheder, der i dag arbejder med teknologier til rensning af drikkevand.

39) Præsentation af Riku Vahala (WSSTP)

40) WSSTP, 2005

Herudover synes der at være et stort miljømæssigt og kommercielt potentiale i avancerede teknikker til fjernelse af miljøfremmede stoffer gennem fx kemisk tilsætning og U/V teknologier. Ved disse processer renses vandet ekstra rent for blandt andet mikroorganismer og bakterier. DTU arbejder i øjeblikket sammen med et rensningsanlæg i Hørsholm og Hedeselskabet om at afprøve nogle af disse teknologier i praksis. I den forbindelse skønnes der også at være et potentiale i videreudvikling af teknikker til bakterieidentifikation.

En alternativ rensningsteknik, som danske virksomhederne arbejder med, er elektrokemisk rensning for miljøfremmede stoffer. Det bliver dog generelt vurderet, at der er en lidt længere tidshorizont på dette område – der vil gå nogle år, før disse teknologier er anvendelige i praksis.

Samtidig peges der på et potentiale i anvendelse af enzymteknologi til vandrensning, dels i selve vandrensningen, dels som støtteprodukt til fx rengøring af membraner og biofilteroverflader.

Endeligt bliver det fremhævet, at Danmark har en styrkeposition inden for behandling af slam. Krüger ligger inde med førende ekspertise i verden på dette område, og samtidig bliver der forsket på flere fronter i fx at få slammet til at give mere gas og dermed mindre fast materiale – her kan det være gavnligt at kombinere viden fra vandrensningsområdet med de danske kompetencer inden for enzymteknologi.

Meget peger på, at Danmark har en potentiel styrkeposition inden for udviklingen af nye teknologier og løsninger til vandrensning. Og at potentialet ligger i nye kombinationer af kendte teknologier inden for vandrensning – og i en kobling mellem vandrensningsteknologier og teknologier inden for andre miljøklynger – fx den industrielle bioteknologi.

Virksomheder og videninstitutioner peger enstemmigt på, at hvis der i fremtiden skal satses på en dansk styrkeposition inden for vandrensning, så er der brug for en koordineret indsats for at få de forskellige kompetencer til at arbejde bedre sammen – både i forhold til optimering af eksisterende anlæg og i forhold til at udvikle nye og mere konkurrencedygtige miljøeffektive teknologier til verdensmarkedet.

Kemikalier indgår i stigende grad i industrielle processer og i de produkter, fødevarer og rengøringsmidler, vi omgiver os med i dagligdagen. Desværre er der på mange områder meget lidt viden om, hvilke konsekvenser de anvendte kemikalier har for miljø og sundhed.

I dag markedsføres over 30.000 kemiske stoffer i EU i mængder over 1 ton. Herudover produceres og forbruges mere end 100.000 kemiske mellemprodukter.<sup>41</sup> Der er et stort miljømæssigt perspektiv i at identificere stoffer med skadelige virkninger og i at udvikle miljøeffektive produkter og teknologier, der kan erstatte eller reducere brugen af kemikalier.<sup>42</sup>

Danmark har i mange år haft strenge standarder for kemikalieproduktion og kemikalieanvendelse. Den tidlige offentlige debat om kemikaliers skadelige konsekvenser har blandt andet betydet, at danske virksomheder generelt er langt fremme i udviklingen af alternativer til de miljøbelastende kemikalier, vi kender i dag.

De danske miljøteknologiske virksomheder inden for kemikalier falder i to grupper.

Danmark har en række traditionelle kemikalievirksomheder, der udvikler og sælger kemikalier og kemiske produkter. Kun en del af disse virksomheder er defineret som miljøvirksomheder, og derfor indgår også kun en del af kemikalievirksomhederne i dette studie. Det drejer sig om den del af de traditionelle danske kemikalievirksomheder, der arbejder med udviklingen af mindre miljøbelastende alternativer til de stærkt forurenende kemikalier, der findes på markedet i dag. Disse virksomheder findes blandt andet inden for fremstilling af maling og i rengøringsmiddel- og plastindustrien.

Det store miljømæssige perspektiv inden for kemikalieområdet ligger hos de miljøindustrier, der arbejder med teknologier og produkter, der helt eller del-

<sup>41</sup>) Miljøstyrelsen (2003)

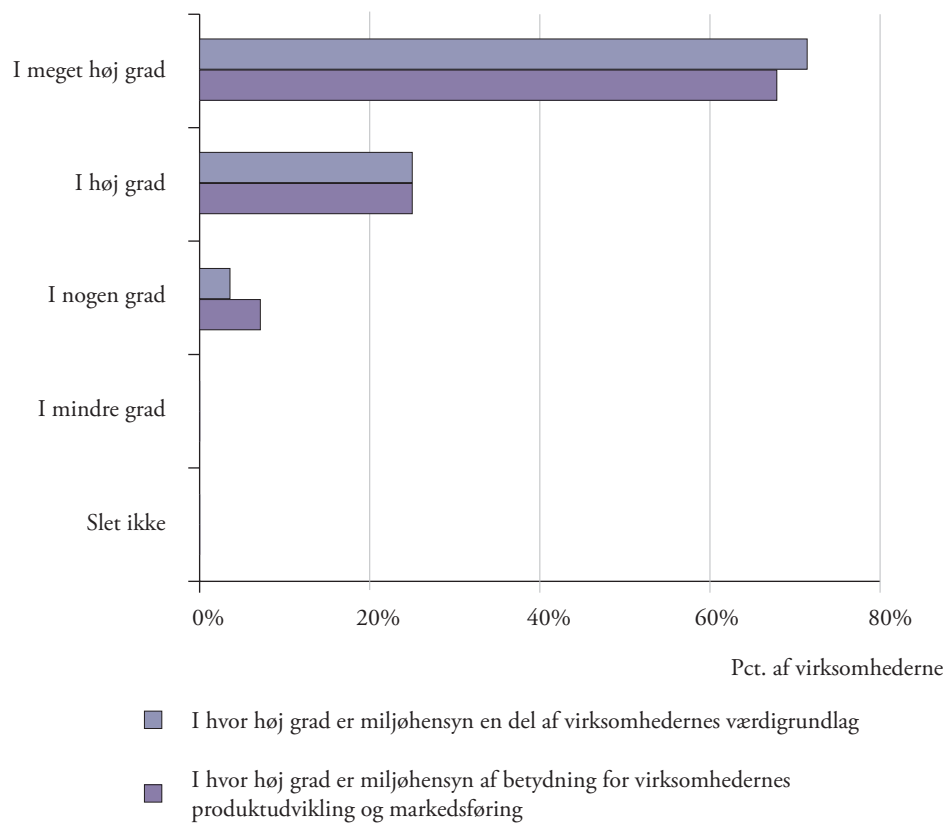
<sup>42</sup>) OECD (2001)



vist kan erstatte de kemiske stoffer. Her har Danmark en række store danske virksomheder, som ved hjælp af bioteknologi kan erstatte kemiske processer med mere miljøeffektive processer. Herved skabes en mindre miljøbelastning både gennem den direkte erstatning af kemikalier og ved, at bioteknologiske processer medfører et mindre energi- og vandforbrug.

I denne undersøgelse udgør de traditionelle kemikalievirksomheder med miljøteknologiske kompetencer omkring halvdelen af miljøklyngen kemikalier, mens den anden halvdel består af de bioteknologiske virksomheder.

Spørgeskemaundersøgelsen bekræfter, at der findes en gruppe af danske virksomheder inden for kemikalieområdet, der arbejder med miljøeffektive teknologier og løsninger. Således angiver 93 pct. af de adspurgte virksomheder, at miljøhensyn i meget høj eller høj grad har betydning for virksomhedens produktudvikling og markedsføring. Samtidig angiver 96 pct. af virksomhederne, at miljøhensyn i høj eller meget høj grad er en del af deres værdigrundlag, jf. figur 14.



**Figur 14**  
**Miljøhensyn i virksom-**  
**hederne**  
**– kemikalieklyngen**

37 pct. af virksomhederne svarer, at de har en eksportandel, som ligger over 40 pct. af deres samlede salg, mens 78 pct. af virksomhederne mener, at de har betydningsfulde udenlandske konkurrenter.

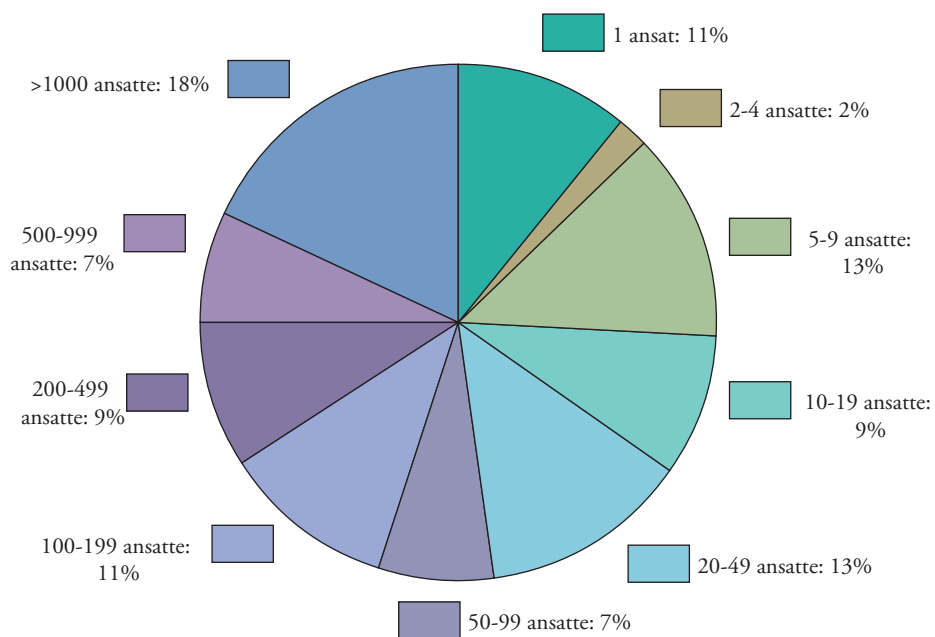
Ovenstående illustrerer, at Danmark har en klynge af virksomheder, der beskæftiger sig med miljøeffektive teknologier og løsninger inden for kemikalieområdet. En klynge, hvor virksomhederne er afklarede om deres miljømæssige rolle og globalt orienterede i deres strategiske tænkning.

I det følgende vil det danske erhvervspotentiale inden for kemikalieområdet blive vurderet i forhold til de 3 kriterier – kritisk masse, viden og potentiale.

### *Kritisk masse*

Via snowball analysen og litteraturstudier er der identificeret 54 danske virksomheder, der arbejder med miljøeffektive teknologier og løsninger inden for kemikalieområdet. De 46 virksomheder, der har tilgængeligt regnskabsdata, har en samlet omsætning på 31 mia. kr. og 20.600 ansatte.<sup>43</sup> Området er præget af flere store virksomheder. Således har 18 pct. af virksomhederne over 1000 ansatte, jf. figur 15.

**Figur 15**  
**Fordeling af virksomhedsstørrelse - kemikalieklyngen**



Kilde: Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken, 2005

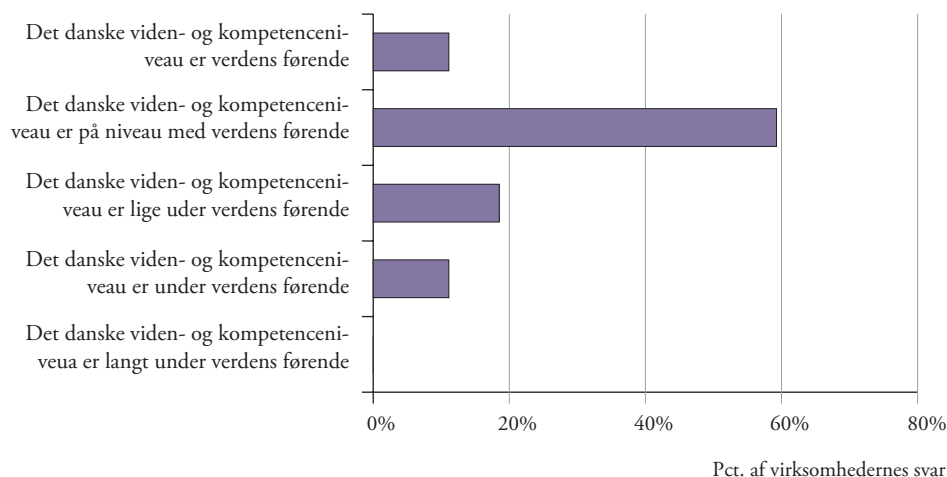
Også på kemikalieområdet gælder det, at beskæftigelsestallene er behæftet med usikkerhed. På den ene side arbejder en del af medarbejderne inden for de 54 identificerede virksomheder ikke direkte med miljøeffektive teknologier. På den anden side kan der være en række virksomheder, der arbejder

43) Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005

med miljøteknologi inden for kemikalieområdet, der ikke er identificeret i dette studie.

### Viden

Generelt vurderer virksomhederne, at det danske viden- og kompetenceniveau er højt. Således svarer 70 pct. af virksomhederne, at det danske viden- og kompetenceniveau er verdens førende eller på niveau med verdens førende, jf. figur 16.



**Figur 16**  
**Vurdering af det danske viden- og kompetenceniveau - kemikalieklyngen**

Der foregår en del offentlig forskning på de forskellige kemiske institutter på landets universiteter. Samtidig er der en stor viden om kemiske stoffers betydning for mennesker og miljø på Dansk Toksikologi Center (DTC), der netop er slået sammen med DHI – vand og miljø. DTC har især kompetencer inden for risikovurdering af kemikalier, og har blandt andet været aktive i forbindelse med udformningen af EU's nye kemikaliedirektiv REACH.<sup>44</sup>

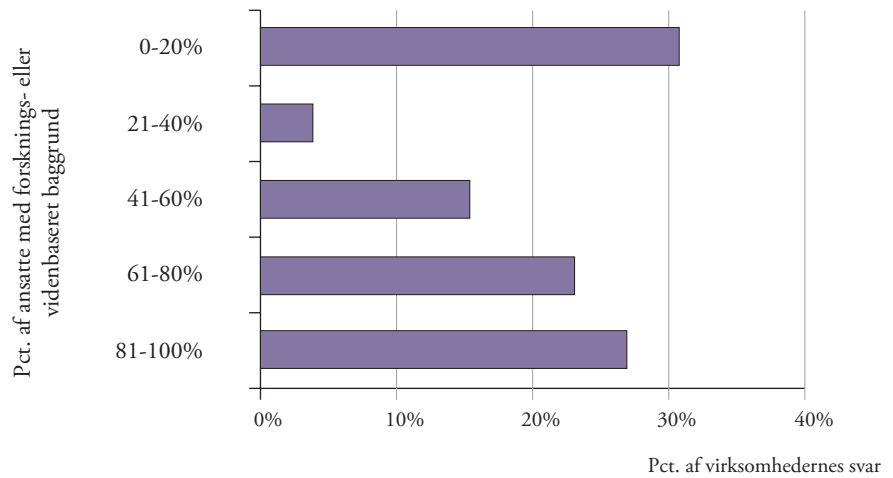
Herudover er der et højt forskningsniveau inden for industriel bioteknologi på DTU Bio-Centrum og SDUs Center for Proteomanalyse.

Den offentlige forskning virker relevant for virksomhederne. Således angiver 81 pct. af virksomhederne, at der findes offentlige danske forsknings- og videninstitutioner, der arbejder med de samme miljøeffektive teknologier, som dem selv.

<sup>44</sup>) REACH er EU's Regulatory Framework for the Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals

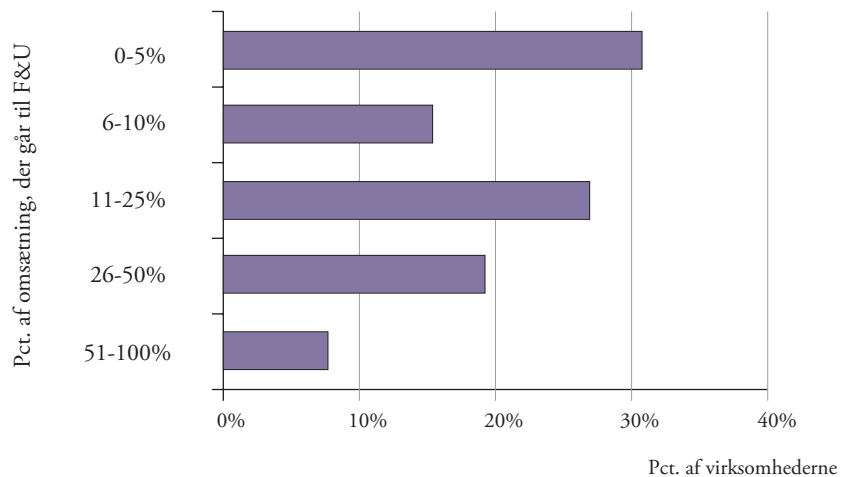
I forhold til den private forskning angiver godt 65 pct. af virksomhederne, at over 40 pct. af deres ansatte har en forsknings- eller videnbaseret baggrund, jf. figur 17.

**Figur 17**  
**Andel af ansatte med forskning eller videnbaseret baggrund**  
**– kemikalieklyngen**

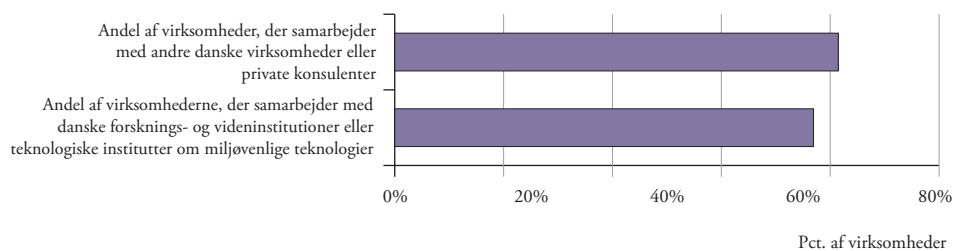


Samtidig svarer 27 pct. af virksomhederne, at de bruger mere end 25 pct. af deres samlede omsætning på forskning og udvikling, jf. figur 18.

**Figur 18**  
**Andel af omsætning til F&U – kemikalieklyngen**



Der er samarbejde mellem virksomhederne og videninstitutionerne på kemikalieområdet. Således svarer 77 pct. af virksomhederne, at de samarbejder med danske forsknings- og videninstitutioner eller teknologiske institutter og hele 81 pct., at de samarbejder med andre danske virksomheder eller private konsulentfirmaer, jf. figur 19.



**Figur 19**  
**Samarbejde**  
– kemikalieklyngen

### *Potentiale*

Flere undersøgelser peger på, at en lang række af de kemikalier, som vi bruger i dag har konsekvenser for vores sundhed og miljø, og der er en stigende offentlig debat om kemikaliernes skadelige virkning på mennesker, dyr og planter. Samtidig begynder forbrugerne at stille flere krav, og efterspørgslen efter produkter med færre skadelige stoffer stiger. De lande og virksomheder, der formår at være foran med nye miljøeffektive løsninger, har derfor et stort potentiale til at skabe sig et godt miljø- og erhvervsmæssigt udgangspunkt på kemikalieområdet.

EU's nye kemikaliereregulering (REACH) vil have stor betydning for det kemiske område. Reguleringen vil betyde et stigende europæisk marked for mere miljøeffektive kemikalier og ikke mindst for alternativer, der kan erstatte brugen af kemikalier.

### *Større samarbejdsprojekter om miljøteknologiske løsninger*

Samlet peger ovenstående på, at Danmark har et godt grundlag for udviklingen af miljøeffektive teknologier inden for kemikalieområdet. Området indeholder færre virksomheder end de andre udvalgte områder, men virksomhederne har en stor omsætning, er forskningsintensive og globalt orienterede. Samtidig synes virksomhederne at agere på et marked, hvor der er stadig stigende efterspørgsel efter løsninger og teknologier, der i højere grad tager hensyn til sundhed og miljø.

Udviklingen af miljøeffektive alternativer til kemikalier og kemiske processer går stærkt. Mange virksomheder rundt om i verden kan se, at efterspørgslen er voksende i takt med en stigende offentlig regulering – og konkurrencen på området intensiveres.

Danske virksomheder i kemikalieklyngen indgår i denne globale konkurrence. Og for langt de fleste områder foregår konkurrencen på almindelige markedsvilkår. På en række områder kan det dog være tilfældet, at det offentlige er involveret.

Som det har været tilfældet på de to andre områder – energi/klima og vand – er virksomhederne gennem spørgeskema og interviews blevet spurgt, om der er særligt interessante områder inden for kemikalieområdet, hvor det kan være en fordel at løfte et miljø- og erhvervsmæssigt potentiale i en fælles offentlig/privat indsats.

Ét område inden for kemikalieklngen udpeger virksomheder og videninstitutioner som særligt interessant. Det drejer sig om området inden for industriel bioteknologi.

Industriel bioteknologi er kendetegnet ved, at en gruppe af virksomheder og videninstitutioner beskæftiger sig med den samme grundlæggende teknologi, men at teknologien via ny viden og forskning kan anvendes på en lang række forskellige områder – både inden for og udenfor kemikalieområdet. Gruppen af virksomheder inden for området udgør som nævnt omkring halvdelen af den identificerede miljøklynge inden for kemikalieområdet.

I det følgende beskrives industriel bioteknologi, og der gives en første vurdering af de danske styrker inden for området på de 3 kriterier: kritisk masse, viden og potentiale.

### **Industriel bioteknologi**

Det miljømæssige potentiale inden for industriel bioteknologi ligger først og fremmest i at lave enzymer, der kan substituere forskellige kemiske processer. Derved fjernes de skadelige effekter, som de kemiske stoffer kan have på miljøet, og samtidig forbedres ressourceudnyttelsen og energiforbruget, da processer med enzymer generelt er mere effektive end kemiske processer.<sup>45</sup>

I dag anvendes enzymer inden for mange forskellige områder, hvor de erstatter kemikalier og sikrer en bedre ressourceudnyttelse af vand, energi og råstoffer.

Enzymer anvendes i vaskemidler, hvor de både erstatter kemikalier og muliggør en energibesparende nedsættelse af vasketemperaturen. Også inden for papirproduktion bruges enzymteknologi. Her har brugen af enzymer medført markante miljøforbedringer ved at reducere kemikalie- og energiforbruget.

I tekstilindustrien har brugen af enzymer betydet store miljømæssige fremskridt blandt andet i forbindelse med denimproduktion. Også inden for landbruget bruges enzymer til miljøforbedringer. Her tilsættes foderstoffer enzymer, der sikrer en bedre fosfoptagelse hos husdyr og dermed en mindre

*45) Danmarks Tekniske Universitet og Forskningscenter Risø (2005)*

udledning af fosfor fra svineproduktionen.<sup>46</sup>

### *Kritisk masse*

Gennem snowball, interviews og litteraturstudier er der identificeret 22 virksomheder, der i dag arbejder med industriel bioteknologi. Heraf findes der tilgængelig regnskabsstatistik for 17 virksomheder. De 17 virksomheder har en samlet omsætning på 13 mia. kr. og beskæftiger ca. 7.700 personer. Deres samlede eksport er på lidt under 9 mia. kr. årligt.<sup>47</sup> Det skal igen understreges, at de 17 virksomheder også arbejder inden for andre bioteknologiske områder – og at beskæftigelses- og regnskabstal derfor ikke alene kan henføres til industriel bioteknologi.

En række større danske virksomheder er dominerende på markedet for enzymer. Novozymes, Danisco og Chr. Hansen sidder i dag på godt 60 pct. af verdensmarkedet for enzymteknologi. Derudover eksisterer der en række mindre virksomheder, som arbejder med at anvende enzymer til forskellige miljøformål fx biobrændsel. Den største udenlandske konkurrent er DSM i Holland.

### *Viden*

Det offentlige danske forskningsniveau er på et højt niveau ved blandt andet DTU Bio-centrum og SDU Center for Proteomanalyse. Begge steder arbejdes bredt med bioteknologi og ikke kun med anvendelsen af bioteknologi på det industrielle område.

Den private forskning inden for industriel bioteknologi er markant og voksende, og kompetenceniveauet hos de største danske spillere er på absolut topniveau. Dette understreges blandt andet af, at det amerikanske energiagentur i deres udvikling af biobrændsler har investeret i bioteknologier udviklet af danske virksomheder.

### *Potentiale*

EU's forskningsplatform for kemikalieteknologi vurderer, at industriel bioteknologi er et af de helt store satsningsområder for den europæiske kemikalieindustri.<sup>48</sup> Det bliver fremhævet, at Europa på dette område har en styrkeposition, som skal fastholdes og videreudvikles.

Ved at erstatte forurenende kemikalier skønnes det, at enzymteknologien i 2020 vil overtage 10 pct. af den europæiske produktion af kemikalier.<sup>49</sup> I 2004 var kemikaliebranchens samlede omsætning 586 mia. euro.<sup>50</sup>

46) Miljøstyrelsen (2004c)

47) Danmarks Statistik, Regnskabsstatistikken 2005

48) Suschem (2005)

49) Suschem (2005)

50) CEFIC (2005)

Det understøttes af McKinsey & Co., som vurderer, at verdensmarkedet for industriel bioteknologi i 2010 vil ligge på mellem 82 og 164 mia. kr. og udgøre 10-20 pct. af den kemiske industri. Det understreges, at den kemiske industri står overfor en total forvandling inden for de næste årtier, hvor en lang række af de kemiske processer, som vi kender i dag, erstattes af enzymer.<sup>51</sup>

Det er tydeligt, at danske virksomheder har en klar erhvervsposition inden for industriel bioteknologi. De danske virksomheder er store og teknologisk førende, og alt tyder på, at der også i de kommende år vil være et stort erhvervmæssigt potentiale på området.

Virksomheder og videninstitutioner har peget på en række områder, hvor de vurderer, at et dansk potentiale inden for industriel bioteknologi kan løftes i et samspil mellem offentlige myndigheder, private virksomheder og offentlige forskningsinstitutioner. Det skal understreges, at potentialerne ikke kun er relateret til kemikalieområdet, men breder sig ud over andre miljøområder som energi/klima og vandforurening. 3 eksempler er:

#### *Jord og vandrensning*

I forhold til jord- og vandrensning vil enzymteknologi kunne erstatte eller understøtte de nuværende rensningsteknikker med markante miljøforbedringer til følge. Virksomheder peger på, at området har et enormt miljø- og erhvervmæssigt potentiale, men at området i dag er for stort til at virksomheder kan løfte det alene.

#### *Bio-raffinaderier og biobrændsel*

Enzymer spiller en stor rolle i forbindelse med omdannelsen af biologisk materiale til energi og andre produkter som fx plast. På dette område er det kommercielle og miljømæssige potentiale stort. Som nævnt i afsnittet om energi/klima, er der allerede i dag en række danske virksomheder og videninstitutioner, der arbejder inden for området, men det kræver et koordineret offentligt/privat samarbejde at udnytte potentialet.

#### *Foderstoffer i landbruget*

Der kan være et potentiale i at anvende enzymteknologier til at sikre en bedre optagelse af en lang række stoffer i forbindelse med husdyrproduktion. Også på dette område er der allerede i dag en del forskning på området, men det er et stort område, og der er behov for et koordineret samarbejde på tværs af virksomheder og videninstitutioner, der beskæftiger sig med bioteknologi, landbrug og klima.

<sup>51</sup>) *Ingeniøren* (2004)



Udover den industrielle bioteknologi har de interviewede virksomheder og videninstitutioner nævnt en række alternative teknologiområder inden for kemikalier - herunder udvikling af alternativer til miljøbelastende maling- og plastproduktion, erstatning af phatalater og biologiske bekæmpelsesmidler til erstatning af fx pesticider.

### **Den danske miljøklynge**

Danmark har et meget stort antal virksomheder, der definerer sig som miljøvirksomheder, og Danmark har mange videnmiljøer med betydelig viden om et bredt felt af miljøteknologier.

Opfattes alle miljøvirksomheder og videnmiljøer inden for miljøteknologi, som én erhvervsklynge, er den med ca. 420 virksomheder og 60.000 ansatte blandt Danmarks store erhvervsklynger.

Den danske miljøklynge er i dette studie delt op i 8 områder, der er afgrænset efter det miljøproblem eller den miljøudfordring, som virksomheder og videninstitutioner arbejder med.

De 2 største miljøområder målt på antal virksomheder og beskæftigelse er energi/klima og vand. Et tredje stort dansk miljøområde er kemikalier. De 3 områder er udvalgt til nærmere analyse med det formål at identificere mulige erhvervsmæssige styrkepositioner.

Inden for alle 3 områder kan det konstateres, at Danmark har en stærk erhvervsposition. Der er mange virksomheder og heriblandt også store globale virksomheder med betydelig konkurrencekraft. Der er mange forskere og videnarbejdere inden for alle 3 områder, og flere af videnmiljøerne hører til blandt verdens førende.

Inden for alle 3 områder arbejdes der med spændende nye miljøteknologiske løsninger, som alle kan have et stort erhvervsmæssigt potentiale, hvis det lykkes at udvikle konkurrencedygtige løsninger. Men konkurrencen er hård.

Miljøteknologi er et af de teknologiske områder, hvor der ventes de største globale vækstrater i de kommende årtier, hvorfor der satses stort mange steder i verden. Mange danske virksomheder deltager i denne konkurrence, som er

helt afgørende for deres overlevelse. Der er imidlertid flere eksempler på, at det offentlige er en del af konkurrencen. Stadig flere steder i verden sker satsningen på miljøteknologier i et forpligtende og strategisk samarbejde mellem virksomheder, universiteter, forskningslaboratorier og offentlige myndigheder.

Det er et kritisk spørgsmål, om de danske myndigheder overhovedet skal engagere sig i konkurrencen om at skabe styrkepositioner inden for nye miljøteknologiske løsninger. Det spørgsmål skal ikke besvares i dette pilotprojekt. Derimod har det været formålet at identificere områder, hvor Danmark synes at have en realistisk mulighed for at skabe nye erhvervmæssige styrkepositioner inden for miljøteknologi, og beskrive de erhvervmæssige rammer der skal være til stede, hvis en satsning skal have gode muligheder for at lykkes.

### **Nye erhvervmæssige styrkepositioner inden for miljøteknologi**

3 betingelser skal være opfyldt for at et område identificeres som en mulig ny erhvervmæssig styrkeposition.

- Der skal være kritisk masse af virksomheder, som allerede har skabt en stærk erhvervsposition inden for det pågældende miljøområde.
- Der skal være en stærk videnbase, som allerede har vist forskningsresultater af verdensklasse.
- Området skal have et stort erhvervmæssigt vækstpotentiale.

Endvidere vurderes det, om udnyttelsen af det erhvervmæssige potentiale kræver offentlig involvering i form af et strategisk samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder – et såkaldt triple helix samarbejde.

Inden for de 3 miljøområder energi/klima, vand og kemikalier er der identificeret 5 områder, som opfylder de 3 kriterier og dermed har muligheden for at udvikle sig til nye erhvervmæssige styrkepositioner. Det vurderes samtidigt, at realiseringen af potentialet kræver triple helix samarbejde.

Områderne har forskellig karakter. Der er områder, hvor udnyttelsen af potentialet kræver et nyt teknologisk spring inden for en kendt teknologi, andre

områder kræver nye teknologiske løsninger ved at kombinere kendte teknologier på en ny måde og endelig er der områder, hvor udnyttelsen af det erhvervsmæssige potentiale kræver udvikling af helt nye teknologier.

Fælles for alle områderne er imidlertid, at der er tale om en betydelig satsning, som er større end en enkelt eller nogle få danske virksomheder kan løfte, og som derfor kræver et forpligtigende og strategisk samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner, forskningslaboratorier og offentlige myndigheder for at lykkes.

De identificerede erhvervsmæssige styrkepositioner eller potentielle styrkepositioner inden for miljøteknologi er:

*Vindenergi fra megamøller*

*Vandrensning*

*Industriel bioteknologi*

*Biobrændsler*

*Brændselsceller*

Vindenergi, vandrensning og industriel bioteknologi bygger på etablerede stærke erhverv, der allerede har udviklet løsninger og teknologier, der danner grundlag for en egentlig industri. Arbejdet med biobrændsler og brændselsceller udspringer også af stærke erhverv, men teknologien er endnu ikke så udviklet, at der findes en egentlig industri.

*Vindenergi fra megamøller*

Det er vurderingen, at det inden for de nærmeste år vil være muligt at udvikle megamøller med en sådan kapacitet og effektivitet, at de vil overtage markedet for vindenergi på land. Det er ligeledes vurderingen, at der inden for de næste par årtier kan udvikles og opsættes konkurrencedygtige havvindmøller, som efterhånden vil dominere markedet for vindenergi.

Ved at danne en velfungerende dansk vindklynge anses det for muligt at udvikle en konkurrencedygtig megamølle og konkurrencedygtige havvindmøller, så Danmark kan bevare og udbygge sin erhvervsmæssige styrkeposition inden for vindenergi.

*Vandrensning*

Det vurderes, at det inden for de nærmeste år vil være muligt at udvikle helt nye løsninger til vandrensning ved at kombinere og videreudvikle teknologier inden for flere forskellige discipliner, som ikke hidtil har været koblet sam-

men. Det gælder både nye kombinationer af eksisterende teknologier til vandrensning og kombinationer med miljøeffektive teknologier inden for andre områder som industriel bioteknologi.

Danmark har stærke erhvervsmæssige styrkepositioner inden for både vand og industriel bioteknologi, hvorfor det er vurderingen, at dannelsen af en dansk vandklynge vil gøre det muligt at udvikle nye konkurrencedygtige løsninger til vandrensning, så Danmark kan bevare og udvikle den erhvervsmæssige styrkeposition, vi allerede har inden for vandområdet.

### *Industriel bioteknologi*

De nye miljømæssige muligheder inden for industriel bioteknologi falder i 2 grupper.

Der bruges i dag mange kemikalier i produktionen, som har en uheldig miljøbelastning. Hidtil er problemet søgt inddæmet ved anvendelsesbegrænsning af kemikalier. Det er vurderingen, at en videreudvikling af industriel bioteknologi vil kunne frembringe stadig flere organismer med ingen eller begrænset miljøeffekt, som kan erstatte eller mindske brugen af visse kemikalier.

Det anses endvidere for muligt, at videreudvikle industriel bioteknologi, så teknologien - måske i kombination med andre teknologier - kan løse miljøproblemer, som det hidtil har vist sig svært at løse på en tilfredsstillende måde. Det kan - som allerede nævnt - være inden for vandrensning, men det kan også være inden for områder som jordrensning og foderproduktion.

Ved at danne en erhvervsklynge inden for industriel bioteknologi, anses det for muligt at udvikle nye miljøløsninger baseret på industriel bioteknologi, som har store erhvervsmæssige potentialer.

### *Biobrændsler*

Flere steder i verden udvikles biobrændsler, og der forskes intensivt i flere miljøer for at udvikle stadig mere konkurrencedygtige biobrændsler. Der er et stort potentiale inden for biobrændstoffer til biler og biobrændsler til energiproduktion.

Det vurderes, at et strategisk samarbejde mellem danske virksomheder, universiteter og videninstitutioner kan gøre det muligt at skabe en konkurrencedygtig teknologi, og dermed lægge grunden til en ny erhvervsmæssig styrkeposition inden for biobrændsler.

### *Brændselsceller*

Verden over udvikles og forskes der intensivt for at skabe konkurrencedygtige brændselsceller. Der arbejdes på at udvikle forskellige teknologier, som er målrettet forskellige formål.

Inden for enkelte områder, som brændselsceller til opvarmning, kan et strategisk samarbejde mellem danske virksomheder, universiteter og videninstitutioner gøre det muligt at skabe konkurrencedygtige løsninger, som kan danne grundlag for en ny erhvervmæssig styrkeposition.

### *Andre mulige styrkepositioner*

Der er identificeret en række andre områder, hvor det bestemt ikke kan udelukkes, at der i det kommende år kan opbygges erhvervmæssige styrkepositioner baseret på nye miljøteknologiske styrkepositioner. Når områder ikke er med på denne liste, kan det skyldes flere forhold.

Det kan være, at områdets potentiale synes at kunne realiseres uden et nyt triple helix samarbejde. Det vil sige, at markedet, de eksisterende samarbejdsrelationer mellem virksomheder og universiteter, det eksisterende innovationssystem og etablerede forskningsprogrammer giver tilstrækkelig gode rammer til at realisere potentialet.

En anden årsag kan være, at området endnu ikke vurderes at opfylde de 3 kriterier, enten fordi der ikke er kritisk masse, at videnbasen ikke hører til verdens førende, eller fordi de teknologiske muligheder er så usikre, at der kan rejses betydelig tvivl om det mulige erhvervmæssige potentiale.

At de 3 kriterier ikke er opfyldt, er ikke ensbetydende med, at der ikke bør arbejdes videre med at udvikle teknologien. Al begyndelse er jo usikker. Men i dette studie har det været formålet at identificere et begrænset antal områder, hvor det vurderes, at et triple helix samarbejde inden for overskuelig tid kan skabe en ny stærk dansk erhvervmæssig styrkeposition.

Det skal endelig understreges, at det kun er 3 af de 8 miljøområder, der er undersøgt. Det kan bestemt ikke udelukkes, at der inden for andre miljøområder end energi/klima, vand og kemikalier er erhvervmæssige styrkepositioner med store potentialer, hvor et triple helix samarbejde også kunne være velbegrundet.

## Principper for strategisk erhvervsudvikling

De 5 identificerede erhvervsmæssige eller potentielle erhvervsmæssige styrkepositioner er af ret forskellig karakter, og de strategier, der skal lægges for at udnytte mulighederne vil også være forskellige.

Denne rapport er første skridt på vejen til at faktabasere de muligheder og potentialer, der ligger for danske virksomheder inden for det miljøteknologiske område. Det skal understreges, at der inden for alle 5 områder er brug for yderligere analyser som grund for en egentlig strategi.

Det anbefales, at der tages stilling til følgende principielle forhold i forbindelse med strategiudviklingen:

- Karakteren af triple helix samarbejdet
- Konkurrentanalyser
- Konkurrence mellem forskellige videncenter og teknologier
- Betydningen af iværksættervirksomheder

### *Karakteren af triple helix samarbejdet*

Det er vigtigt, at beslutningen om at satse på et område og udviklingen af den rigtige strategi sker i samarbejde mellem de parter, der til sin tid skal gennemføre strategien. Det anbefales derfor, at der på de 5 identificerede områder nedsættes konsortier bestående af de interesserede virksomheder, universiteter, videninstitutioner og relevante offentlige myndigheder.

Konsortierne skal vurdere de teknologiske og kommercielle muligheder, danne de nødvendige samarbejder inden for området og udvikle egentlige strategier.

Inden for alle 5 områder er der allerede kontakt mellem parterne, så der er et godt udgangspunkt at bygge på, jf. fx de innovations accelererende platforme inden for vedvarende energi, vand og industriel bioteknologi, som er under etablering, og som er omtalt kort i boks 4.

#### Boks 4

#### Innovationsaccelererende forskningsplatforme

Det strategiske forskningsråd har taget initiativ til at danne 10 innovationsaccelererende platforme (IAFP). Her mødes offentlige forskere, private virksomheder og offentlige reguleringsmyndigheder til en dialog på en række udvalgte områder.

En af disse platforme er IAFP vand, der har udpeget en række delområder og initiativer, der kunne medvirke til at fastholde og udvikle den danske styrkeposition på vand. Se [www.iafp-vand.dk](http://www.iafp-vand.dk).

#### *Konkurrentanalyser*

Som et væsentligt element i vurderingen af de fremtidige muligheder og den rigtige strategi bør der indgå en nærmere kortlægning af de globale konkurrenter inden for området. Hvordan er samarbejdet organiseret? Hvilke ressourcer råder de over? Hvad er deres videnbase? Hvor er det offentlige rolle? Og hvilke løsninger tilstræbes der?

Denne viden skal ikke bruges til at efterligne andres løsninger, men for at lægge en realistisk strategi må man have et godt kendskab til konkurrenterne.

#### *Konkurrence mellem forskellige videnmiljøer og teknologier*

Det er altid meget risikofyldt at udvikle nye teknologier. Succeserne er velkendte, men historien er også rig på fejlslagne projekter, hvor både det offentlige og private virksomheder har satset stort, men fejlet.

Der er ikke en simpel formel på succes, men det kan anbefales, at det overvejes, om der er mulighed for at udnytte konkurrencen mellem forskellige videnmiljøer om at udvikle teknologier eller elementer i teknologier.

Der vil ofte være tale om et trade off. Samarbejde giver flere ressourcer til en bestemt satsning, men også en større risiko, mens konkurrence kan betyde færre ressourcer til det enkelte projekt, men mindre risiko fordi flere forskellige veje forsøges samtidigt.

Det er næppe et enten eller. I nogle faser og situationer er samarbejde bedst, mens der kan være andre tilfælde, hvor konkurrence er den rigtige strategi. Det må overvejes grundigt i de konkrete tilfælde.

Hvis der er flere store agenter involveret, er der større muligheder for at udnytte konkurrencen.

Den federale regering i USA har en lang tradition for at udnytte konkurrence



mellem forskellige videnmiljøer, som ofte er konsortier mellem universiteter og private virksomheder. Fx sker USA's satsning på brændselsceller i en konkurrence, hvor der i dag er 5 konsortier tilbage.

### *Betydningen af iværksættervirksomheder*

Strategisk samarbejde om udvikling af nye teknologier og erhvervsmæssige styrkepositioner har en natur, hvor der kan være risiko for at favorisere store virksomheder og store forskningsinstitutioner. Det er naturligt vigtigt at udnytte ressourcerne hos store stærke spillere, men det er også vigtigt at udnytte kreativitet og risikovillighed hos mindre virksomheder og iværksættere.

Heller ikke på dette område er der en simpel formel, som viser den rette vej. Men erfaringerne viser, at det ikke nødvendigvis er størrelsen af de økonomiske ressourcer, der afgør, hvem der udvikler de konkurrencedygtige teknologier. Der er et element af held, men det er formentlig vigtigt, hvordan arbejdet organiseres, og om mange agenter herunder iværksættervirksomheder har mulighed for at deltage.

Udviklingen af vindteknologien er i den forbindelse et lærerigt eksempel. USA's føderale regering satsede i 1980'erne 100 gange mere end den danske regering på udvikling af vindteknologi. USA satsede primært på de store virksomheder som Boeing og General Electric og de etablerede universiteter. Mens Danmark også gav plads til små virksomheder, iværksættere og opfindere og fik etableret både videndeling og konkurrence mellem de mange agenter.<sup>52</sup>

Men igen er det næppe et enten eller. Spørgsmålet om inddragelsen af mindre virksomheder og iværksættere må afgøres i de konkrete tilfælde.

### **Erhvervsmæssige rammer**

Det er efterhånden veldokumenteret, at de vilkår for erhvervsudviklingen, som det offentlige har ansvaret for, har stor betydning for erhvervsudviklingen. Erhvervsvilkårene eller de erhvervsmæssige rammer er imidlertid et komplekst område, som ikke kan defineres entydigt, og betydningen af de erhvervsmæssige rammer kan variere fra område til område.

I en indledende interviewrunde er udvalgte virksomheder blevet spurgt om, hvilke rammevilkår de mente havde betydning for virksomhedens udvikling af miljøeffektive teknologier. På det grundlag er udvalgt 8 rammevilkår, som dækker de områder, virksomhederne pegede på.

52) Se bilag 2 for kort beskrivelse af udviklingen af vindmølleindustrien

De 8 rammevilkår er:

- Den offentlige regulering inden for det pågældende miljøområde.
- Mulighed for at afprøve nye teknologier.
- Samarbejdet mellem virksomheder og tilsynsmyndigheder.
  
- Samarbejde mellem virksomheden og den offentlige forskning.
- Omfang og kvalitet af offentlig forskning med relevans for miljøområdet.
- Antal og kvalitet af videninstitutioner med fokus på den pågældende miljøeffektive teknologi.
  
- Innovation og kreativitet blandt iværksættere.
- Samarbejde med andre virksomheder.

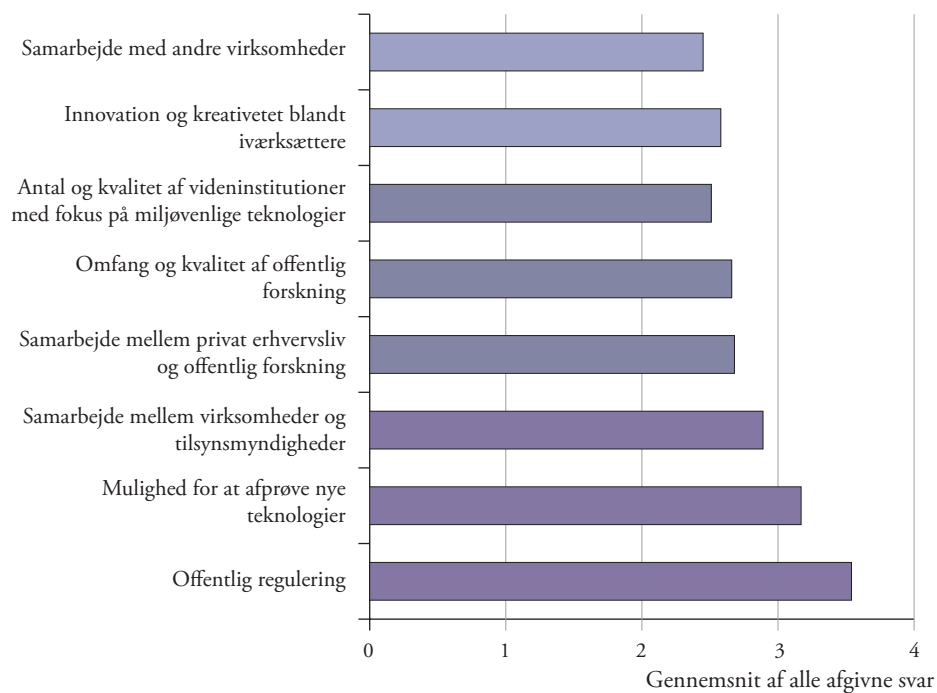
Det må ventes, at de strategier, der kan anvendes til at udvikle erhvervsmæssige styrkepositioner, vil indeholde forskellige kombinationer af de 8 rammevilkår. Det kan derfor have betydning at kende virksomhedernes opfattelse af rammevilkårenes betydning.

I spørgeskemaundersøgelsen er virksomhederne blevet bedt om at angive betydningen af de 8 rammevilkår. Virksomhederne er således stillet følgende spørgsmål: I hvor høj grad mener du, at nedenstående rammer har betydning for din virksomheds udvikling af miljøløsninger eller miljøeffektive teknologier med stort kommercielt potentiale. Virksomhederne skulle angive betydningen på en skala fra 0–4, hvor 0 er ingen betydning og 4 er meget høj grad af betydning.

To områder skiller sig ud som særligt betydningsfulde. Det er den offentlige regulering og muligheden for at afprøve nye teknologier. At den offentlige regulering og mulighederne for at afprøve nye miljøteknologier anses for de vigtigste rammevilkår er måske ikke overraskende, men det understreger, hvorfor triple helix samarbejdet mellem virksomheder, videninstitutioner og offentlige myndigheder kan være kritisk for udviklingen af erhvervsmæssige styrkepositioner inden for miljøteknologi.

De øvrige områder anses imidlertid også for vigtige. Den gennemsnitlige værdi ligger på 2,8, og da 2 angiver i nogen grad og 3 i høj grad, må alle 8 områder anses for betydningsfulde. jf. figur 20.

I hvor høj grad mener du, at nedenstående rammer har betydning for din virksomheds udvikling af miljøløsninger eller miljøvenlige teknologier med et stort kommercielt potentiale?



0 = Ingen betydning, 1 = I mindre grad, 2 = I nogen grad, 3 = I høj grad, 4 = I meget høj grad

Vurderingen er opgjort for hvert af de 3 miljøområder: energi/klima, vand og kemikalier, men der er en forbløffende ens vurdering på tværs af de 3 områder.

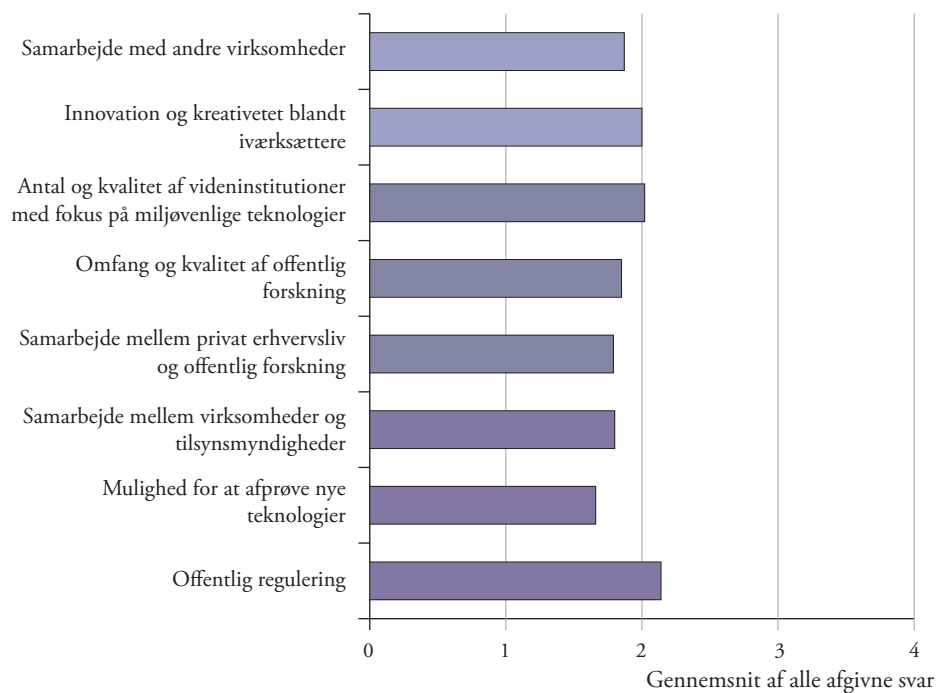
For at perspektivere virksomhedernes angivelse af betydningen af de forskellige rammevilkår er de også blevet bedt om at vurdere de nuværende rammevilkår. Virksomhederne er således stillet følgende spørgsmål: I hvor høj grad vurderer du, at nedenstående rammer er velfungerende i dag?

Det må desværre konstateres, at der kun er begrænset tilfredshed med de eksisterende erhvervsmæssige rammer inden for miljøområdet. Også på dette felt er der stor overensstemmelse mellem de 3 miljøområder. Den gennemsnitlige værdi ligger på 1,9, og da 1 angiver i mindre grad og 2 i nogen grad, må det konstateres, at der er gode muligheder for forbedringer, jf. figur 21.

**Figur 20**  
**Betydning af de erhvervsmæssige rammer inden for miljøteknologi**

**Figur 21**  
**Vurdering af de erhvervs-**  
**mæssige rammer inden**  
**for miljøteknologi**

I hvor høj grad vurderer du, at nedenstående rammer er velfungerende i dag?



0 = Slet ikke, 1 = I mindre grad, 2 = I nogen grad, 3 = I høj grad, 4 = I meget høj grad

Det er specielt iøjnefaldende, at mulighederne for at afprøve ny teknologi, som blev anset for et rammevilkår med meget stor betydning, samtidig er det rammevilkår, som virksomhederne mener, fungerer ret dårligt. Det er faktisk det rammevilkår, virksomhederne giver den laveste vurdering.

Den markante forskel på virksomhedernes angivelse af betydning af rammevilkår og vurdering af, hvordan rammerne fungerer i dag illustrerer, at der er god grund til en tættere dialog mellem myndigheder og erhverv, hvis det skal lykkes at udvikle nye konkurrencedygtige miljøteknologier.

I en sådan dialog er det vigtigt, at grundlaget er klart. Den offentlige regulering skal sikre fair og stabile rammer for erhvervsudviklingen, men først og fremmest skal reguleringen forbedre miljøet. Alligevel kan det være betydningsfuldt at vurdere, hvordan alternative reguleringsmuligheder kan påvirke erhvervsudviklingen, og en sådan vurdering er vanskelig uden dialog mellem erhvervsliv og myndigheder.

Der er en god tradition i Danmark for dialog mellem myndigheder og erhvervsliv. Det gælder også inden for miljøområdet. Den konstruktive dialog hænger sammen med, at der er en høj grad af tillid mellem myndigheder og

erhverv. Det kan ikke udelukkes, at denne tillid og tradition for konstruktiv dialog er en styrke, som Danmark kan udnytte bedre i den fremtidige globale konkurrence om at udvikle konkurrencedygtige miljøteknologier.

### **Eksempler på behov for bedre rammevilkår**

Hvis det vælges at danne konsortier inden for de danske styrkepositioner, så vil det blive et vigtigt element i udformning af strategier for udvikling af nye miljøteknologiske styrkepositioner at tage stilling til konkrete muligheder for at forbedre rammevilkårene.

I interviews og spørgeskemaer har virksomheder og videninstitutioner fremsat en række forslag til bedre rammevilkår. I de nedenstående bokse gengives enkelte eksempler for at illustrere og konkretisere problemstillingen.

En nærmere afklaring og prioritering af virksomhedernes konkrete forslag til bedre rammebetingelser vil kræve en mere systematisk analyse med hovedfokus på udviklingen af rammebetingelser.

De erhvervsmæssige rammevilkår – som de er defineret i denne analyse – falder i 3 hovedgrupper:

- Offentlig regulering og afprøvning af nye teknologier.
- Offentlig forskning og samarbejde om forskning.
- Netværk mellem virksomheder og samspil med iværksættere.

#### *Offentlig regulering og afprøvning af nye teknologier*

Det er en uomtvistelig kendsgerning, at restriktive offentlige miljøkrav har været med til at igangsætte en innovativ udvikling i mange erhverv, som siden har vist sig at give erhvervsmæssige styrkepositioner.

På kortere sigt kan restriktive miljøkrav, der ikke er globale, dog skade konkurrenceevnen. Der er således tale om et trade-off.

Allerede i dag er der i Danmark et veludviklet system for udveksling af synspunkter og argumenter mellem myndigheder og erhvervsliv på dette område, så det er næppe her, der er brug for afgørende nye samarbejdsflader.

Et vigtigt område, hvor der tilsyneladende er behov for et bedre samspil mellem erhverv og offentlige myndigheder er mulighederne for at afprøve nye teknologier og løsningsmuligheder.

**Boks 5****Test og demonstrationsanlæg til mega-vindmøller**

For eksempel er vindmølleindustrien afhængig af at kunne afprøve nye vindmøller. Ikke kun prototyper, men også de første eksemplarer i en ny serie. Det har vist sig stadig vanskeligere at finde muligheder for det i Danmark, hvilket på længere sigt kan have alvorlige konsekvenser, jf. boks 5.

På vindmølleområdet er der behov for test- og demonstrationsanlæg til afprøvning af de nye mega-vindmøller. Når en vindmølle er produceret og eventuelt afprøvet som prototype på Risø, er der supplerende behov for en testfase. Her overvåges, hvordan vindmøllen virker i praksis over en længere periode under særlige vindforhold. Derved kan fejl og mangler udbedres og effektiviteten øges. Vindmølleproducenterne mangler i dag tilladelser til at opstille testanlæg for deres største vindmøller.

Også på vandområdet er der behov for nye og bedre muligheder for afprøvning af nye teknologier, jf. boks 6.

**Boks 6.****Nye miljøeffektive teknologier på vandområdet**

På vandområdet ønsker virksomhederne, at offentligt ejede rensningsanlæg i højere grad investerer i og demonstrerer nye teknikker til fx slamhåndtering og u/v-rensnings. Forsøgsordninger kan evt. finansieres ved, at en del af vandafledningsafgiften øremærkes til dette formål (PSO-midler).

Udviklingen af en konkurrencedygtig teknologi inden for brændselsceller kræver også kostbare forsøgsanlæg. Udover godkendelser til afprøvning er der også her en betydelig finansieringsudfordring, jf. boks 7.

**Boks 7****Test og demonstrationsanlæg for brændselsceller**

Som på andre områder er demonstrationsanlæg også inden for brændselsceller vigtige for videreudvikling og udnyttelse af et fremtidigt kommercielt potentiale. Der er initiativer i gang med ansøgning om bl.a. PSO-midler til mikrokraftvarme-demonstrationsanlæg, for såvel lavtemperatur- som højtemperaturbrændselsceller, med Danfoss som koordinator for en gruppe med Topsøe, IRD-fuel cells, Dantherm, Cowi, Dong m.fl. Støtte til test- og demonstrationsanlæg er en af de oplagte muligheder for en offentlig indsats.

Hvis et område er helt nyt, og en egentlig industriproduktion knap nok er i gang, vil der på miljøområdet ofte være brug for at udvikle nye standarder og godkendelsesprocedurer. Her kan et godt samarbejde mellem myndigheder og erhvervsliv være af kritisk betydning, jf. boks 8.

Brændselsceller er et forholdsvist nyt område, hvor der endnu ikke er veletablerede standarder og godkendelsesprocedurer. Med en proaktiv indsats i samarbejde med det danske udviklingsmiljø på dette område kunne myndighederne medvirke til en proces, hvor der på internationalt plan blev fastsat normer og procedurer for godkendelse.

Et godt samspil mellem offentlige myndigheder og erhvervsliv kan ofte føre til nye idéer til løsning af miljøproblemer. Det er derfor interessant, hvis flere offentlige miljøvirksomheder og myndigheder, får mulighed for samarbejde med virksomheder om at definere problemstillinger og overveje løsninger. Et eksempel er den fremtidige renovering af det danske afløbs- og kloaksystem, jf. boks 9.

Det danske afløbs- og kloakeringssystem skal i de kommende år renoveres betydeligt. Det forventes, at kommunerne tilsammen skal bruge 1,8 milliarder kr. årligt i 5 år. Det offentlige kan her gå ind strategisk og samarbejde med private virksomheder og offentlige forskere om nye teknologier og løsninger. Det kunne være at lave separate kloakstrømme til fx regnvand og industrispildevand, da rensningsteknikkerne her er grundlæggende forskellige. En anden mulighed er, at decentralisere spildevandsrensningen og udvikle teknologier, der i højere grad genanvender industrispildevandet.

### *Offentlig forskning og samarbejde om forskning.*

Det er velkendt, at et højt niveau af offentlig forskning og et veludviklet system eller netværk for deling af viden mellem offentlige forskere og virksomheder har kritisk betydning for en regions innovationskapacitet.

Danmark har både mange offentlige forskere inden for miljøområdet og forskning af endog meget høj kvalitet. Og virksomheder udtrykker betydelig tilfredshed med både omfanget og kvaliteten af den offentlige miljøforskning.

Men der synes at være muligheder for at forbedre og udbygge samarbejdet på flere områder.

Et eksempel er vindmølleindustrien, hvor der foregår vigtig og kvalificeret forskning på især 3 offentlige videninstitutioner, men hvor der er ønske om et endnu stærkere samarbejde, jf. boks 10.

### **Boks 8**

#### **Standarder på brændselscelleområdet**

### **Boks 9**

#### **Strategisk tænkning i renovering af afløbs- og kloakeringssystem**

**Boks 10**

**Vindmølleproducenter  
har behov for stærk og  
fokuseret offentlig  
forskning**

Der er behov for offentlig forskning på områder, som er centrale for vindmøllebranchen. Det gælder fx aerodynamik, materialelære og nanoteknologi, som vil være relevante i forhold til udviklingen af vindmøllevinger. I dag har offentlige forskere stærke kompetencer på området, men der er behov for en bedre offentlig koordination og samspil med vindmølleproducenterne. På længere sigt kan det blive aktuelt at skabe et egentligt vindmølleinstitut, som samler de offentlige kompetencer på området.

Også inden for vandrensning og biobrændsel er der ønsker om et mere udbygget forskningssamarbejde, jf. boks 11.

**Boks 11**

**Slam fra rensningsanlæg  
kan anvendes som bio-  
brændsel**

Slam fra rensningsanlæg kan potentielt benyttes som et biobrændsel i energisektoren. Forsyningsvirksomheder og offentlige forskere fra forskellige forskningsinstitutioner kan gennem et tæt samarbejde lave en strategisk satsning på området. Dette bør ske i samarbejde med private virksomheder med kompetencer inden for industriel bioteknologi og slambehandling.

***Netværk mellem virksomheder og samspil med iværksættere***

Et af formålene med at danne erhvervsklynger og klyngekonsortier er at styrke netværksdannelsen og videndelingen mellem virksomheder, der har en fælles interesse i videnopbygning m.v. Erfaringsmæssigt kan det være vanskeligt for private virksomheder at indlede mere forpligtigende og strategisk samarbejde med andre virksomheder især i de tilfælde, hvor virksomhederne også er konkurrenter. Der kan derfor være behov for, at andre, herunder det offentlige, er med til at skabe neutrale netværksorganisationer, der kan facilitere samarbejdet.

De accelererende innovationsplatforme, der er igangsat på initiativ af Videnskabsministeriet er et godt eksempel på et sådant initiativ. Men der findes flere måder at gøre det på, og der er også interessante udenlandske erfaringer at bygge på.<sup>53</sup>

53) FORA, 2005





Definitionen af en erhvervsklynge som en gruppe virksomheder i samme region, der trækker på de samme regionale ressourcer, og har vigtige indbyrdes relationer, er ikke præcis nok til at danne grundlag for statistisk funderede erhvervsanalyser af erhvervsklynger. Hvad vil det sige at trække på de samme regionale ressourcer og have vigtige indbyrdes relationer? Og hvordan afgrænses en økonomisk region?

Det er naturligvis muligt at lave en definition, der er præcis nok til statistiske opgørelser, men der kan ikke kun laves én definition, som kan bruges i alle sammenhænge. Der er behov for, at der kan laves flere forskellige definitioner. Hvilken mere præcis definition, der anvendes på erhvervsklynger, må afhænge af formålet med analysen.

En økonomisk region kan fx defineres som et sammenhængende område, hvor arbejdskraften er parat til at arbejde uden at skifte bopæl. Det vil ofte være et område, hvor også virksomhederne kan praktisere et tættere samarbejde med jævnlig og spontan kontakt. Det vil også være et område, som borgere og lokale politikere vil opfatte som et sammenhængende område med mange fælles interesser og dermed grundlag for fælles handling.

Men til nogle erhvervspolitiske analyser af erhvervsklynger vil denne definition af en økonomisk region være for snæver. I denne rapport defineres den økonomiske region for miljøklyngen som hele Danmark.

Det er ligeledes vanskeligt at definere, hvad det mere præcist betyder, at virksomhederne trækker på de samme ressourcer.

I industrisamfundet var adgangen til ressourcer som råvarer, energi og transportforhold vigtige for virksomhedernes lokalisering.<sup>54</sup> Det er forhold, som stadig kan have betydning, men i videnøkonomien har adgangen til viden og kompetencer fået stadig større betydning for virksomhedernes lokalisering.

*54) Porter (1989), Marshall (1890)*

Den brede og noget uklare afgrænsning af erhvervsklynger kan få et lidt mere præcist indhold, hvis der indføres et begreb, der kunne kaldes klyngestruktur.

Hvis der tages udgangspunkt i en bred definition af både økonomisk region og økonomiske ressourcer, kan Danmark fx opfattes som én region og økonomiske ressourcer kan defineres så bredt, at der kun er 10 -15 globalt konkurrerende erhvervsklynger i Danmark.<sup>55</sup>

Ved en sådan definition vil fx fødevareerhvervet blive opfattet som én klynge.

En overordnet og bred definition af region og klynger kan være et nyttigt redskab til nogle erhvervsøkonomiske analyser og kan lede til vigtige erhvervspolitiske konklusioner, men til andre formål er en sådan definition for bred.

Det er imidlertid muligt at opdele de bredt definerede klynger i en række underklynger. Fødevareerhvervet kan således opdeles efter arten af slutprodukt fx kød, mælkeprodukter, og vegetabiliske produkter, og til nogle formål kan der endda være behov for en yderligere opdeling.

Ligesom en erhvervsklynge kan opdeles på undergrupper kan den også opdeles geografisk. Hvis de globale erhverv i Danmark opdeles i 10-15 store erhvervsklynger, vil næsten alle klyngerne være repræsenteret i stort set alle regioner, men det gælder ikke nødvendigvis for underklyngerne.

Fx er den danske fødevareklynge repræsenteret i stort set alle regioner i Danmark, men dog med den største koncentration i Syddanmark og Nordjylland.<sup>56</sup> Nogle af fødevareklyngens underklynger vil derimod være ret forskelligt lokaliseret. Fx findes der en frøklynge på Sjælland og en blomsterklynge på Fyn.

En sådan detaljeret og afgrænset definition af klynger og økonomiske regioner kan være et nyttigt redskab til nogle erhvervsøkonomiske analyser og kan lede til vigtige erhvervspolitiske konklusioner.

Udgangspunktet for klyngeanalyser er den økonomiske specialisering, som er en følge af konkurrencen på det globale marked. En regions specialisering er dermed en følge af fortidens hændelser. Men specialiseringen er ikke statisk. Nye teknologiske muligheder, nye behov og nye konkurrenter betyder, at

55) FORA (2005)

56) Copenhagen Economics, 2005

den globale konkurrence hele tiden ændrer ved regionernes specialisering. Det viser sig ved bl.a. ved dynamikken i erhvervsklyngerne, der hele tiden er under forandring. Delklynger skrumper og forsvinder måske helt, mens andre delklynger tager en ny bane og vokser og helt nye delklynger kan opstå.

De delklynger, der vokser og er i stærk fremgang, kaldes *erhvervmæssige styrkepositioner*.



# Vindteknologi - kan erfaringer generaliseres?<sup>57</sup>

Det tog ca. 20 år at udvikle en konkurrencedygtig teknologi, der kan om-danne vindkraft til anvendelig energi. USA, Tyskland og Danmark var de to-neangivende lande, som alle satsede store summer på at udvikle teknologien, men der var mange fejltagelser og mislykkede projekter undervejs.

Den teknologi, der viste sig anvendelig, blev udviklet i Danmark. Teknolo-gien blev ikke skabt på grundlag af traditionel videnskabelig forskning og store investeringer, men af opfindere og entusiaster i samarbejde med forskere og støttet af staten.

Statsstøtten i Danmark var imidlertid langt mindre end i USA og Tyskland. USA anvendte igennem 1970'erne og 80'erne 100 gange mere end Danmark, og Tyskland 3-4 gange så meget som Danmark.

I USA oprettede den føderale regering omfattende programmer, der gav meget betydelige tilskud til store amerikanske virksomheder og anerkendte forskningscentre. Det var virksomheder som Boeing, McDonald-Douglas og General Electric, der fik næsten alle midlerne. I den amerikanske admini-stration var der således en tro på, at den viden, som de store virksomheder og offentlige forskningscentre besad, var vejen til at udvikle vindteknologien. Også i Tyskland bevilgede regeringen og EU midler til store virksomheder og toneangivende forskningscentre.

Både i USA og Tyskland blev der satset på meget store vindmøller med be-tydelig kapacitet. Flere møller blev opsat, men ingen af dem klarede de afgø-rende test for holdbarhed og økonomisk effektivitet, og programmerne blev stoppet i slutningen af 80'erne. I Tyskland stoppede udviklingen helt, men i USA fortsatte en enkelt stor virksomhed, som havde vist nogenlunde lovende resultater.

I Danmark byggede bestræbelserne på at udvikle vindteknologien på tidlige

*57) Baseret på Matthias Heyman, Technology and Culture, 39.4 (1998) 641-670*

erfaringer med en særlig dansk teknologi. Det var en teknologi, som var opfundet ved århundredets begyndelse, og anvendt på små møller.

I Danmark var der under landbrugskrisen i begyndelsen af 1900-tallet udviklet en lille vindmølle, som gjorde den enkelte landmand i stand til at producere energi til eget brug. Teknologien blev blandt andet udviklet af opfinderen, forfatteren og højskolemanden Poul La Cour.

Der blev allerede før Anden Verdenskrig opstillet et stort antal små møller, men de forsvandt igen i 50'erne, da vindenergi blev udkonkurreret af energi fra rigelige mængder af billig olie.

Under indtryk af oliekrisen i 70'erne blev arbejdet med at udvikle en brugbar vindteknologi genoptaget. Også denne gang var det opfindere og ildsjæle, der udviklede små lette møller. Langt de fleste projekter byggede videre på den teknologi, der var udviklet af blandt andet Poul La Cour før krigen. Og teknologien adskilte sig fra den teknologi, som de tyske og amerikanske forskere anvendte.

I Danmark blev der også givet støtte fra regering og EU til et enkelt stort projekt, som satsede på at udvikle en mølle med en betydelig kapacitet, men også her fejlede projektet.

Den danske regering fortsatte imidlertid med at støtte de mange små projekter. Der blev givet tilskud til udvikling af møllerne, og det statslige Forskningscenter Risø fik midler til at forske i vindenergi, og rådgive opfindere og forskere. Endvidere blev det muligt for producenter af vindenergi at sælge energi til elselskaber til subsidierede priser, hvilket også var tilfældet i Californien. I Danmark var det imidlertid en betingelse for salg til subsidieret pris, at vindmøllen var autoriseret.

Godkendelsen blev givet af Risø, og en af betingelser for godkendelse var, at vindmølleproducenterne byggede på de erfaringer, som andre vindmølleproducenter havde høstet. Denne procedure medvirkede til en nyttig videndeling mellem de enkelte producenter.

Der blev også dannet en forening af vindmølleproducenter, der medvirkede til at skabe et stærkt netværk af opfindere og forskere, som delte viden og erfaringer om vindmølleteknologi.

I starten var det som nævnt små og lette møller, som blev udviklet. De opnåede med tiden en betydelig stabilitet, og efterhånden blev møllerne også mere

energieffektive.

Med tiden blev møllerne større og større uden, at det gik udover stabiliteten, og effektiviteten blev samtidig bedre. I slutningen af 80'erne og begyndelsen af 90'erne var de danske møller så store og effektive, at de kunne konkurrere med den efterhånden dyrere olie. Og i dag har de danske vindmøller en kapacitet, som overgår de store møller som amerikanske og tyske forskere satsede på for 30 år siden.

Den danske vindmølleteknologi er i dag overtaget af alle vindmølleproducenter, men den danske vindmølleindustri har stadig en stor del af et hastigt voksende verdensmarked, og den danske vindmølleindustri er i dag Danmarks største industri.

### *Kan erfaringerne generaliseres?*

Af mange årsager er miljøteknologi et af de teknologiområder, hvor der ventes den mest ekspansive udvikling. Det er derfor et område, der overalt i verden anses for at have et kæmpe erhvervspotentiale. De voksende miljøproblemer og det erhvervsmæssige potentiale er stærke drivkræfter for betydelige investeringer i miljøteknologi. Det gælder både offentlige og private investeringer.

Et interessant spørgsmål er derfor, hvordan erfaringerne fra udviklingen af vindmølleteknologien kan bruges, når der skal udvikles andre miljøteknologier. Selvom spørgsmålet er interessant, kan der næppe gives et simpelt svar. Spørgsmålet og hele problemstillingen om udviklingen af nye teknologier er for komplekst til at give enkelte og entydige svar, men det er ikke det samme som, at erfaringerne slet ikke kan bruges.

Historien om udviklingen af vindmølleteknologien belyser et interessant dilemma ved udvikling af ny teknologi. Skal der satses stort og med udgangspunkt i de mest anerkendte forskningsmiljøer, eller skal der satset mere spredt på opfindere, ildsjæle og små forskningsmiljøer, der kan afprøve flere forskellige veje og lære af hinandens erfaringer?

Nogle hævder, at landes historiske og kulturelle forudsætninger betyder, at de er forudbestemt til at vælge enten en forkromet top-down strategi, som USA og Tyskland gjorde i forbindelse med vindmølleteknologien eller en mere intuitiv bottom-up strategi, som Danmark fulgte i udviklingen af vindmølleteknologien.

Vindmølle eksemplet viser, at bottom-up strategien er den bedste, men at det



altid skulle være tilfældet, og at bottom-up strategien skulle være forbeholdt lande med Danmarks kulturelle forudsætninger kan man næppe slutte.

Der er givetvis både amerikanske og tyske eksempler på, at bottom-up processer er anvendt med gode resultater. Fx har udviklingen af microchips i Silicon Valley betydelige elementer af bottom-up, idet mange iværksættervirksomheder konkurrerede om at udvikle teknologien.

Der er formentlig også mange danske eksempler på, at top-down processer har ført til udvikling af succesfulde teknologier.

Alligevel kan vindmølleeksemplet indeholde erfaringer, som kan indgå i fremtidige overvejelser. Det kan i hvert fald anbefales, at spørgsmålet om top-down eller bottom-up vejen overvejes grundigt inden der satses. I nogen tilfælde kan der være stærke argumenter for den ene af strategierne, og i andre tilfælde kan der være argumenter for en blandet strategi. Det må således komme an på det konkrete tilfælde, men selvom det overvejes grundigt, er der ingen garanti for succes.

Den eneste sikre erfaring, der formentlig kan drages af vindmølleeksemplet, er en opfordring til ydmyghed og grundige overvejelser før der satses på en bestemt strategi ved udviklingen af nye teknologier. En ydmyghed og grundighed, der ikke blev vist i de amerikanske og tyske eksperimenter med at udvikle vindteknologien, men måske var det mere tilfældigheder end ydmyghed og grundighed, der lå bag den danske strategi. At det så alligevel har noget med kultur at gøre, kan ikke helt afvises.

Snowball-metoden benyttes til at identificere og kortlægge bestemte grupper og respondenter, der ikke umiddelbart er tilgængelige ud fra eksisterende data eller opgørelser. I denne analyse er metoden især attraktiv, da formålet er at stratificere virksomheder i erhvervsklynger inden for miljø. En erhvervsklynge som ikke tidligere er kortlagt eller kan identificeres gennem den traditionelle branchestatistik.

Metodens grundelement er forespørgsler sendt til relevante virksomheder og videnpersoner inden for miljøteknologi angående referencer til andre virksomheder og videnpersoner, der falder ind under de fastlagte kriterier for en miljøteknologisk virksomhed eller videninstitution. De nye indkomne referencer spørges tilsvarende, og således fortsættes snebolden, indtil det vurderes, at populationen er tilstrækkeligt identificeret. For at minimere bias i data, er det vigtigt, at personer og virksomhederne, der tilspørges i første runde i snowball'en, spænder bredt mht. branche og arbejdsområde.

Nedenfor fremgår deskriptiv statistik fra snowball-undersøgelsen:

**Udsendelsesfrekvens:** 916 virksomheder, vidensinstitutioner, videnpersoner, organisationer og foreninger samt offentlige myndigheder, som menes at have kendskab til miljøteknologier.

**Svarfrekvens:** 308 virksomheder, vidensinstitutioner, videnpersoner, organisationer og foreninger samt offentlige myndigheder, som menes at have kendskab til miljøteknologier.

**Procentfordeling af de refererende kilder:**

64,29 pct. virksomheder

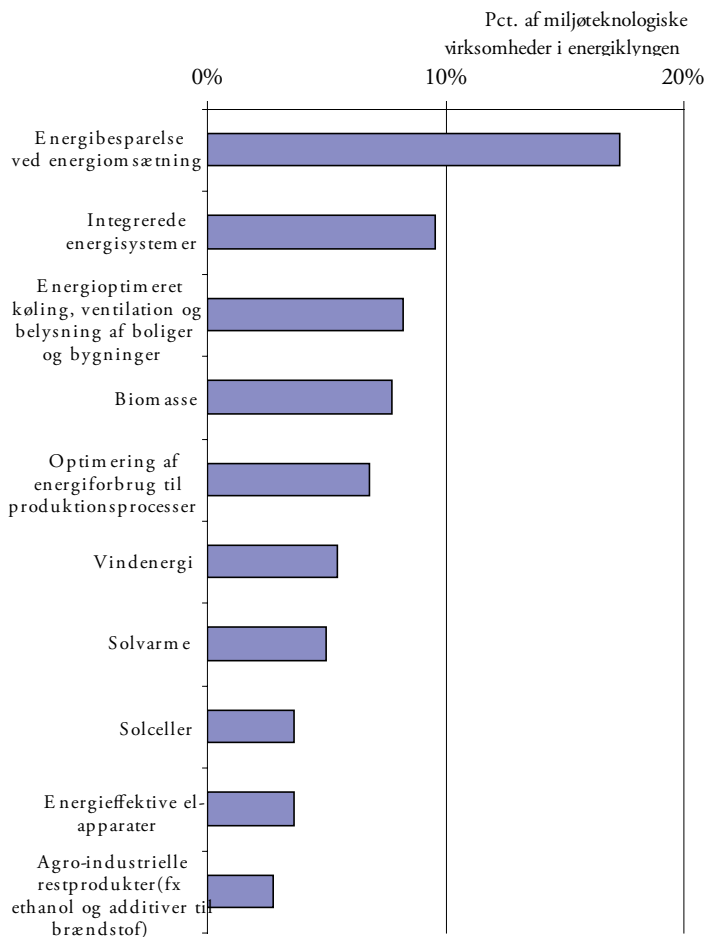
25,98 pct. videninstitutioner

7,14 pct. organisationer og foreninger

2,27 pct. offentlige myndigheder

Der blev alene fra snowball'en identificeret 198 miljøteknologiske virksomheder. Af disse 198 miljøteknologiske virksomheder ligger 112 virksomheder inden for vandklyngen, 90 inden for energiklyngen og 37 inden for kemikalieklyngen. I snowball undersøgelsen blev hver virksomhed bedt om at præcisere, hvilke miljøteknologier, de beskæftiger sig med. Hver virksomhed har haft mulighed for at afkrydse op til tre forskellige miljøteknologier, som virksomheden primært beskæftiger sig med.

Det skal bemærkes, at nogle teknologier dækker bredt, mens andre er mere specifikke, og derfor kan indgå under de bredere dækkende teknologier. Det har blandt andet medført, at nogle virksomheder har sat kryds i de bredere dækkende og undladt de mere specifikke. Det kan betyde, at nogle af de mere specifikke teknologier ikke træder frem som områder, virksomhederne beskæftiger sig med. I de nedenstående figurer ses fordelingen af virksomhedernes svar fordelt på de 8 miljøområder.

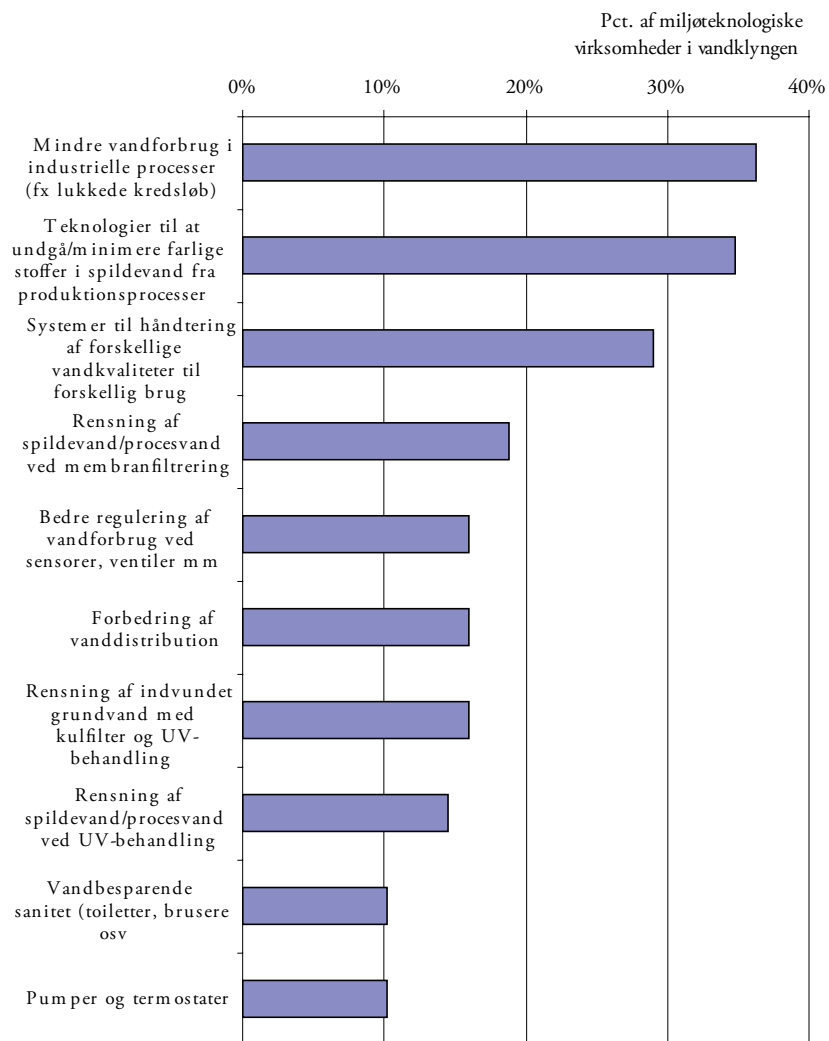


Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

**Figur 3a**  
**Energiklyngen - top-10**  
**miljøteknologier**

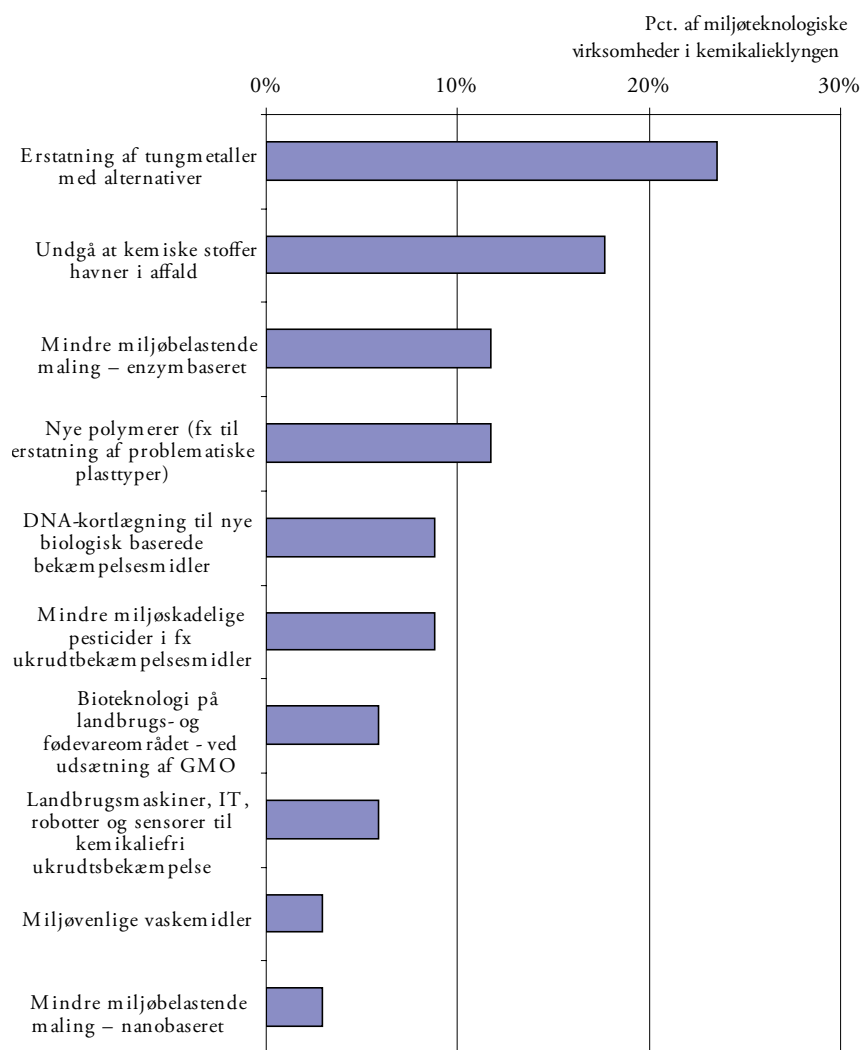
**Figur 3.b**  
**Vandklyngen – top 10**  
**miljøteknologier**



Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

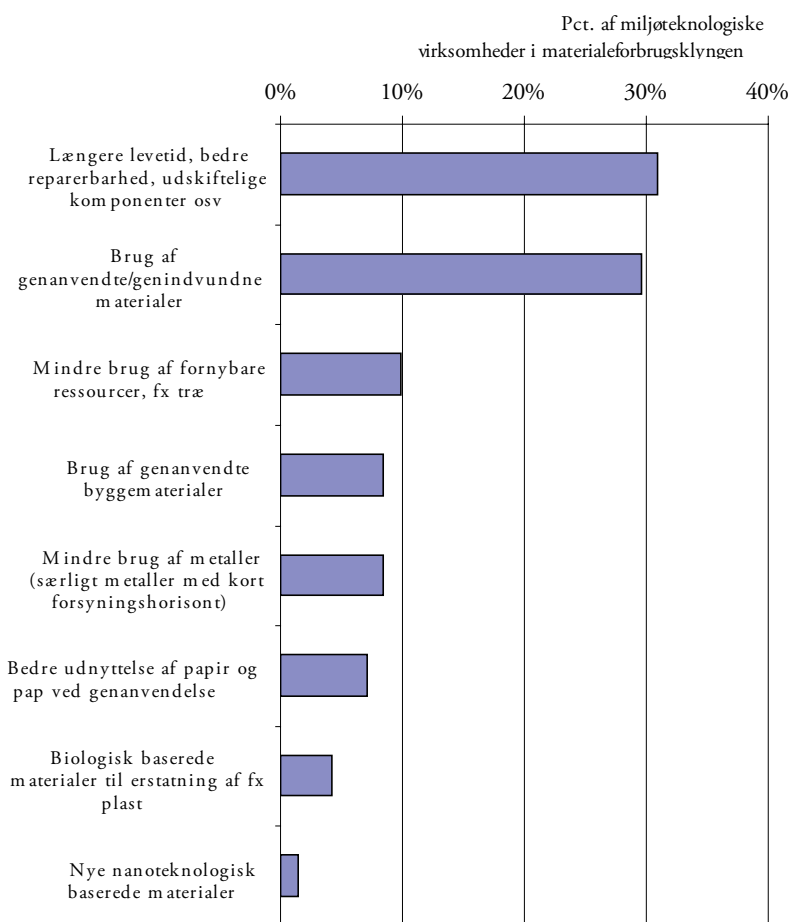
**Figur 3.c**  
**Kemikalieklyngen – top 10**  
**miljøteknologier**



Kilde: Snowball-undersøgelsen

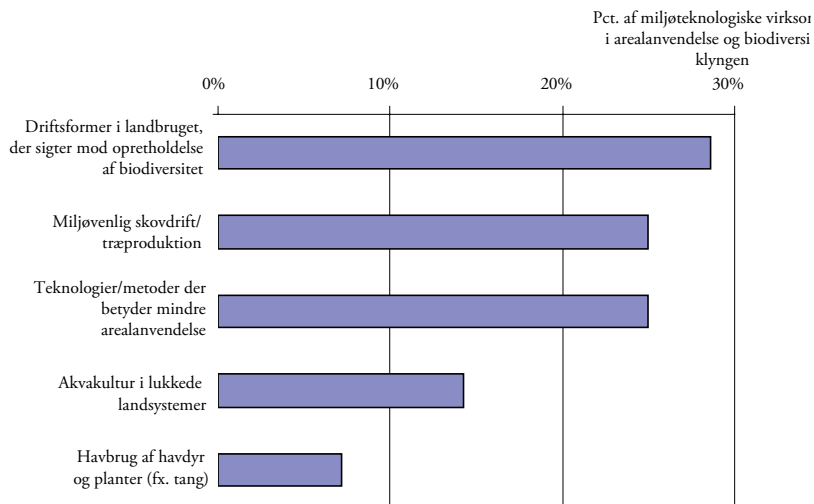
Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

**Figur 3.d**  
**Materiale- og**  
**ressourceforbrugs-**  
**klyngen**



Kilde: Snowball-undersøgelsen

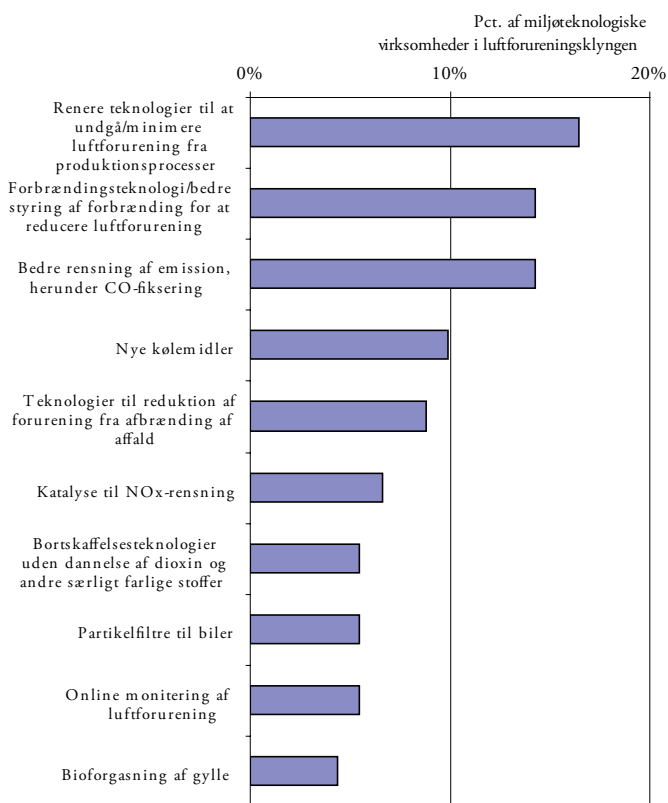
Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.



**Figur 3.e**  
**Arealanvendelse og biodiversitetsklyngen**

Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

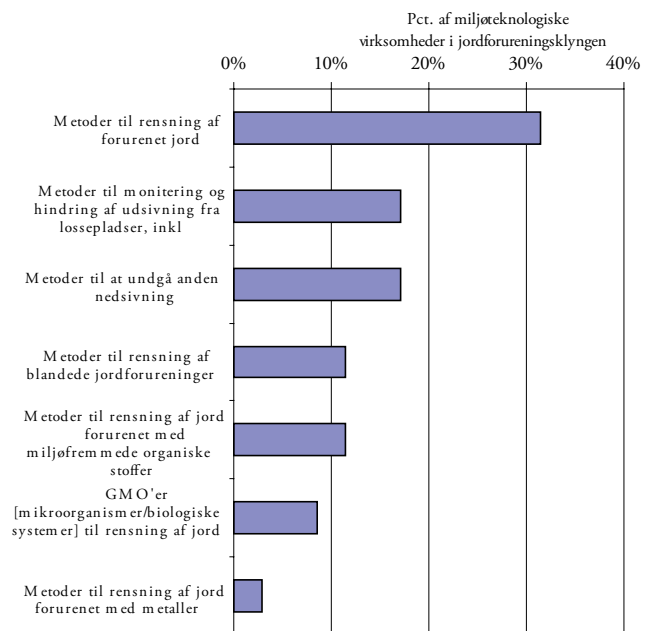


**Figur 3.f**  
**Luftforureningsklyngen**  
**– top 10 miljøteknologier**

Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

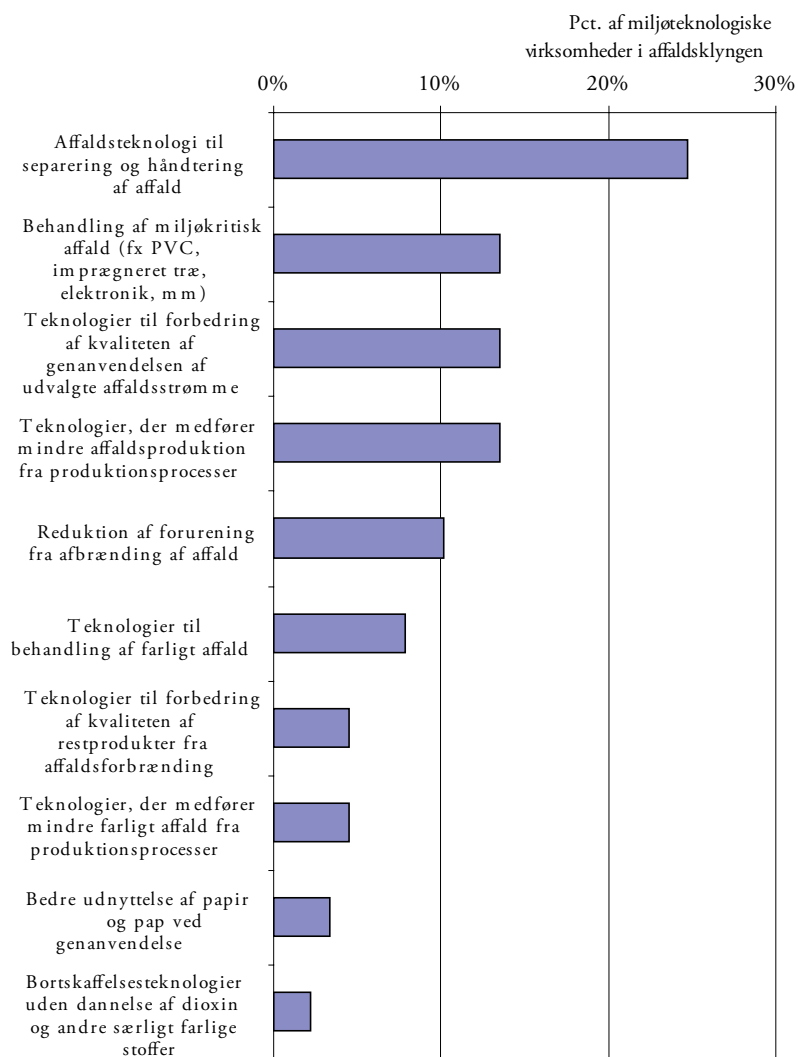
**Figur 3.g**  
**Jordforureningsklyn-**  
**gen**



Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.





**Figur 3.h**  
**Affaldsklyngen – top 10 miljøteknologier**

Kilde: Snowball-undersøgelsen

Note: Virksomhederne har afkrydset op til 3 teknologier, og det skal understreges at nogle teknologier er bredere dækkende og derfor kan mere specifikke teknologier indgå under disse.

### **Virksomheder**

Ole Thorkildsen, Testcenterchef; Anhydro  
Birgit W. Nørgaard, Koncernchef; Carl Bro Energi og Miljø  
Hans Henrik Fischer, Vice President, Corporate M&A; Danfoss  
Ditlev Engel, Koncerndirektør, Vestas  
Leif Kjærgaard, Senior Vice President; Danisco  
Anders Eldrup, Direktør; DONG  
Torkil Bentzen, Adm. Direktør; Energi E2  
Charles Nielsen, Leder af F&U-afdeling; Elsam  
Søren Brønd, Medejer; Envidan  
Dennis Aarø, Adm. Direktør; Gaia Solar A/S  
Kim Klastrup, Leder af International Branding og Marketing; Grundfos  
Mads Bertelsen, Leder af udviklingsafdeling for miljøteknologi; Grundfos  
Christina Monrad Andersen, Leder af Intern Miljøafdeling; Grundfos  
Frands Jensen, Manager, Environmental Technology Sales Group; Haldor  
Topsøe  
Henrik Forslund, Adm. direktør; HOH water technology  
Laila Grahl Madsen, Seniorforsker; IRD Fuel Cells A/S  
Erik Bundgaard, Vice President; Krüger  
Jens Kampmann, Direktør; Miljø Invest  
Humphrey Lau, Director of Grain Processing; Novozymes  
Kirsten Stær, Director External Affairs; Novozymes  
Lene Lange, Forskningschef; Novozymes  
Henrik Ravnkjær, Adm. Direktør; Power Lynx  
Peter Hauge Madsen, Forskningschef; Siemens Wind Power  
Aidan Cronin; Udviklingschef; Vestas  
Erik Friss-Madsen, Medejer; Wave Dragon  
Hans Martin Friis Møller, udviklingschef, Carl Bro  
Jens R. Rostrup-Nielsen, forsknings- og udviklingschef; Haldor Topsøe  
Helge Holm Larsen, direktør; Topsoe Fuel Cells  
Poul Erik Bak, direktør; Zees Aps

### **Organisationer/GTS-institutter**

David Tveit, Direktør; Teknologisk Institut - Materialer

Henrik Morgen, Direktør; GTS-institutterne

Jørn Rasmussen, Direktør; DHI - Vand og Miljø

Kim G. Kristensen, Centerchef; Teknologisk Institut - Køle- og varmepumpe-  
peteknik

Lisbeth Valentin Hansen, Direktør; Dansk Toksikologi Center

Jacob Juul, Direktør; Øresund Environment Academy

Bjarne Lundager, Adm. Direktør; Vindmølleindustriens Brancheforening

Anders Sandbergh Stouge, Branchedirektør; Dansk Industri, Energi Indu-  
strien

Jørn Borup, Forskningskoordinator, ELFOR

### **Videninstitutioner/andre videnpersoner**

Birgitte Ahring, Professor; DTU – Bio-Centrum

Britt Hvolbæk Larsen, Vice-Centerleder; DTU - NANO

Erik Lundtang Petersen, Professor, Vindmøllecenter, Forskningscenter Risø

Frede Blaabjerg, Professor; Aalborg Universitetscenter,

Jan Madsen, Professor; DTU – Institut for Informatik og Matematisk Mo-  
dellering

Kim Pilegård, Fung. afdelingschef, Afdelingen for Biosystemer, Forsknings-  
center Risø

Michael Laustsen, Informationschef, Danmarks Jordbrugsforskning

Mogens Henze, Professor, Instituttleder; DTU Institut for Miljø og Ressour-  
cer

Morten Busk, Fuldmægtig, Københavns Universitet, Det Naturvidenskabe-  
lige Fakultet

Niels Peter Revsbech, Professor; Århus Universitet

Oli B.G. Madsen, Direktør; DTU - Center for Trafik og Transport

Per Halkjær Nielsen, Professor; AUC, Sektion for miljøteknologi

Peter Mose Larsen, Instituttleder; SDU - Proteomisk Insitut

Poul Bjerg, Professor; DTU - Institut for Miljø og Ressourcer

Irina Angelidaki, Lektor; DTU - Institut for Miljø og Ressourcer

Søren Hansen, Specialkonsulent; DTU - Afdeling for Forskning og Innova-  
tion

Tyge Kjær, Lektor; RUC - Institut for Miljø, Teknologi og Samfund

Nedenfor fremgår tekniske detaljer for spørgeskemaundersøgelsen.

**Tabel 5.a**  
**Svar pct. på spørgeskema**

Alle miljøvirksomheder	30 pct.
Energi/klima	41 pct.
Vand	34 pct.
Kemikalier	52 pct.

Det undersøges, hvorvidt de 3 styrkeområder optræder på samme vis i spørgeskemaet som i vores database indeholdende de 420 identificerede miljøvirksomheder. Der ses en overrepræsentation af styrkeområderne i spørgeskemaet i forhold til databasen, jf. tabel 5.b.

**Tabel 5.b**  
**Procentvis fordeling af virksomheder i styrkeområde**

	Database	Spørgeskema
Energi/klima	53 pct.	69 pct.
Vand	40 pct.	39 pct.
Kemikalier	13 pct.	22 pct.

Repræsentativiteten undersøges yderligere ved at se på sammensætningen af virksomhedernes størrelse målt på antal beskæftigede. Sammensætningen for spørgeskemaundersøgelsen sammenlignes med databasen for miljøteknologiske virksomheder, jf. tabel 5.c.

		Database	Spørgeskema
Alle	Små virksomheder (1-5 besk.)	32 pct.	32 pct.
	Mellemstore virksomheder (6-100 besk.)	43 pct.	41 pct.
	Store virksomheder (>100 besk.)	25 pct.	27 pct.
Energi/klima	Små virksomheder (1-5 besk.)	31 pct.	32 pct.
	Mellemstore virksomheder (6-100 besk.)	37 pct.	41 pct.
	Store virksomheder (>100 besk.)	32 pct.	27 pct.
Vand	Små virksomheder (1-5 besk.)	27 pct.	36 pct.
	Mellemstore virksomheder (6-100 besk.)	48 pct.	36 pct.
	Store virksomheder (>100 besk.)	26 pct.	28 pct.
Kemikalier	Små virksomheder (1-5 besk.)	28 pct.	23 pct.
	Mellemstore virksomheder (6-100 besk.)	35 pct.	54 pct.
	Store virksomheder (>100 besk.)	37 pct.	23 pct.

**Table 5.c**  
**Representativeness of company size**

Det fremgår ligeledes, at det sammenlignet med populationen i databasen i høj grad er mellemstore og store miljøvirksomheder, der har medvirket i spørgeskemaundersøgelsen.

## Bilag 6

# Oversigt med relevante videninstitutioner

Navn	Aktiviteter/ ydelse	Miljøområder
<b>Energiforbrug</b>		
Byggeri Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol
DTF Danmarks Transportforskning	Forskning	Transportsikkerhed og -risiko Transportøkonomi og modellering
DTU Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion	Forskning Uddannelse	Energisystemer Energiomsætning Indeklima Konstruktion Produktudvikling
DTU Center for Trafik og Transport	Forskning Uddannelse	Intelligente trafiksystemer Design af transportnetværk Logistik og transport Geografiske informationssystemer Trafikplanlægning
DTU BYG	Forskning Uddannelse	Bygningsmaterialer Bygningsinstallationer Byggeriets ressourcebelastning Varmeisolering Solvarme
DTU Institut for Kemiteknik	Forskning Uddannelse	Katalyse Forbrænding og forebyggelse af forurening Procesregulering og -simulering Miljøbeskyttelse Polymerer Olie- og gasteknologi Design af kemiske og bioteknologiske produkter
DTU Kemisk Institut	Forskning Uddannelse	Brintlagring Brændselsceller
GEUS Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse	Forskning Rådgivning Overvågning	Seismologi Geofysik Geokemi Stratigrafi Reservoir geologi Hydrologi Maringeologi Olie Klima
Industri & Energi Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Certificering og kontrol Energi Industriel produktion og udvikling
Risø		Vindenergi Brændselsceller Bioenergi Solceller
Videncenter for Husdyrgødnings- og biomasseteknologi	Forskning	Biomasse Husdyrgødning
SBI Statens Byggeforskning Institut	Forskning	Boliger Byfornyelse Byggeteknik og Design Energi og Miljø
KVL	Forskning Uddannelse	Bioenergi

<b>Vand</b>		
DHI Institut for vand og miljø	Forskning Rådgivning	Økologi Miljøkemi Vandressourcer
DMU Danmarks Miljøundersøgelser  Marin økologi Ferskvandsøkologi	Forskning Rådgivning	Jordkvalitet Vandmiljø Luftforurening Dyrearter og naturtyper
DTU Institut for Miljø & Ressourcer	Forskning Uddannelse	Vandressourcer Jord- og grundvandsforurening Miljøteknologi Miljømikrobiologi Økotoxikologi Miljøkemi
GEUS Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse	Forskning Rådgivning Overvågning	Seismologi Geofysik Geokemi Stratigrafi Reservoir geologi Hydrologi Marinegeologi Olie Klima
Miljøcenter Østjylland I/S	Tilsyn Overvågning	landbrug, vandforsyning, jordforurenin
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
AAU Institut for Vand, Jord og Miljøteknik	Forskning Uddannelse	Geoteknik og Fundering Hydraulik og Havnebygning Naturgeografi Strukturel Dynamik og Mekanik
AAU Sektion for Miljøteknologi	Forskning Uddannelse	Biodegradation of Environmental Poll Biological Wastewater Treatment Biofouling and Biocorrosion Pathogens in the Environment Sediments Characterization of new enzymes
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
<b>Arealanvendelse</b>		
Danmarks Fiskeriundersøgelser	Forskning Rådgivning	Marine økosystemer Fiskeriteknologi
DJF Danmarks Jordbrugsforskning Jordbrugsteknik	Forskning Rådgivning	Genetik og Bioteknologi Husdyrsundhed Velfærd og Ernæring Jordbrugsproduktion og Miljø Jordbrugsteknik Plantebeskyttelse og Skadedyr Råvarekvalitet

AAU Institut for Energiteknik	Forskning Uddannelse	Elektriske Forsyningssystemer Effektelektroniske Systemer Elektriske Maskiner Hydrauliske Systemer Fluidmekanik og Forbrændingsteknik Termiske Energisystemer
<b>Vand</b>		
DHI Institut for vand og miljø	Forskning Rådgivning	Økologi Miljøkemi Vandressourcer
DMU Danmarks Miljøundersøgelser  Marin økologi Ferskvandsøkologi	Forskning Rådgivning	Jordkvalitet Vandmiljø Luftforurening Dyrearter og naturtyper
DTU Institut for Miljø & Ressourcer	Forskning Uddannelse	Vandressourcer Jord- og grundvandsforurening Miljøteknologi Miljømikrobiologi Økotoxikologi Miljøkemi
GEUS Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse	Forskning Rådgivning Overvågning	Seismologi Geofysik Geokemi Stratigrafi Reservoir geologi Hydrologi Maringeologi Olie Klima
Miljøcenter Østjylland I/S	Tilsyn Overvågning	landbrug, vandforsyning, jordforurening
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriel Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
AAU Institut for Vand, Jord og Miljøteknik	Forskning Uddannelse	Geoteknik og Fundering Hydraulik og Havnebygning Naturgeografi Strukturel Dynamik og Mekanik
AAU Sektion for Miljøteknologi	Forskning Uddannelse	Biodegradation of Environmental Pollutants Biological Wastewater Treatment Biofouling and Biocorrosion Pathogens in the Environment Sediments Characterization of new enzymes
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriel Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik



<b>Arealanvendelse</b>		
Danmarks Fiskeriundersøgelser	Forskning Rådgivning	Marine økosystemer Fiskeriteknologi
DJF Danmarks Jordbrugsforskning Jordbrugsteknik	Forskning Rådgivning	Genetik og Bioteknologi Husdyrsundhed Velfærd og Ernæring Jordbrugsproduktion og Miljø Jordbrugsteknik Plantebeskyttelse og Skadedyr Råvarekvalitet
KVL Institut for jordbrugsvidenskab	Forskning Uddannelse	Jordbrugsvidenskab Økologi
KVL Skov & Landskab	Forskning Uddannelse	Skovprodukter Natur- og landskabsforvaltning Planlægning Anvendt økologi Genetik
<b>Materiale- og råvareforbrug</b>		
Riso	Forskning	Biosystemer Materialeforskning Optik og Plasmaforskning Polymerer Strålingsforskning Systemanalyse Vindenergi
Teknologisk Institut Materialer	Rådgivning Certificering Kurser	Certificering og Kontrol Industriel Produktion og Udvikling
<b>Kemikalier</b>		
DTU BioCentrum	Forskning Uddannelse	Molekyler mikrobiologi og pathogenicitet Mikrobiel bioteknologi Fermenteringsteknologi Procesoptimering Bioinformatik Levnedsmiddelteknologi Mikrobiel fysiologi, genetik og taxonomi Miljømikrobiologi Biokemi Ernæring og sundhed
Riso	Forskning	Biosystemer Materialeforskning Optik og Plasmaforskning Polymerer Strålingsforskning Systemanalyse Vindenergi

Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
AAU Sektion for Bioteknologi	Forskning Uddannelse	Molecular biology Protein chemistry Biophysics Bioinformatics Microbial ecology Microbial physiology
<b>Luftforurening</b>		
DMI Danmarks Meteorologiske Institut	Forskning Overvågning	Vejr Klima og relaterede miljømæssige forhold i atmosfæren
DMU Danmarks Miljøundersøgelser Atmosferisk miljø	Forskning Rådgivning	Jordkvalitet Vandmiljø Luftforurening Dyrearter og naturtyper
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
<b>Jordforurening</b>		
DJF Danmarks Jordbrugsforskning Jordbrugsproduktion og Miljø	Forskning Rådgivning	Genetik og Bioteknologi Husdyrsundhed, Velfærd og Ernæring Jordbrugsproduktion og Miljø Jordbrugsteknik Plantebeskyttelse og Skadedyr Råvarekvalitet
DMU Danmarks Miljøundersøgelser Terrestrisk økologi	Forskning Rådgivning	Jordkvalitet Vandmiljø Luftforurening Dyrearter og naturtyper
DTU Institut for Miljø & Ressourcer	Forskning Uddannelse	Vandressourcer Jord- og grundvandsforurening Miljøteknologi Miljømikrobiologi Økotoxikologi Miljøkemi
GEUS Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser	Forskning Rådgivning Overvågning	Seismologi Geofysik Geokemi Stratigrafi Reservoir geologi Hydrologi Maringeologi Olie Klima
KVL Institut for jordbrugsvidenskab	Forskning Uddannelse	Jordbrugsvidenskab Økologi
Miljøcenter Østjylland I/S	Tilsyn Overvågning	Landbrug Vandforsyning

Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
AAU Institut for Vand, Jord og Miljøteknik	Forskning Uddannelse	Geoteknik og Fundering Hydraulik og Havnebygning Naturgeografi Strukturel Dynamik og Mekanik
AAU Sektion for Miljøteknologi	Forskning Uddannelse	Biodegradation of Environmental Pollutants Biological Wastewater Treatment Biofouling and Biocorrosion Pathogens in the Environment Sediments Characterization of new enzymes
<b>Affald</b>		
Miljøcenter Østjylland I/S	Tilsyn Overvågning	Landbrug Vandforsyning Jordforurening
Teknologisk Institut	Rådgivning Certificering Kurser	Bygge og Anlæg Certificering og Kontrol Energi Industriell Produktion og Udvikling Miljø og Indeklima Transport og Logistik
Videncenter for Affald	Fagbibliotek Videncenter	Indsamling og transport Genanvendelse Forbrænding Deponering
<b>Andet</b>		
COM DTU	Forskning	Nanofotonik Fiber- & ulinear optik Transmissionssystemer Kommunikationsnetværk Kodning Teleinformation & applikationer (CICI)
Danmarks Farmaceutiske Højskole		
Danmarks Fødevareforskning  Toksikologi og Risikovurdering		Kemiske Fødevareundersøgelser Toksikologi og Risikovurdering Ernæring Mikrobiologisk Fødevarerikkerhed Epidemiologi og Risikovurdering Veterinær Diagnostik og Forskning Virologi
Dansk Fundamental Metrologi	Forskning Rådgivning Måling	Måleteknik Kalibrering

Dansk Standard	StandardiseringCertificering	Standarder
Delta	Rådgivning Måling Certificering	Elektronik Mikroelektronik Softwareteknologi Lys Optik Akustik Vibration Sensorsystemer
DPC Dansk Polymercenter	Forskning	
DTU DTV – Danmarks Tekniske Videnscenter	Forskning Uddannelse	Forskningsanalyse Universitetsbenchmarking
KU Geologisk Institut		Hydrogeologi Miljøgeokemi
KU Geografisk Institut		Hydrologi Klimatologi Jordbundsgeografi Landskabsgeografi og forvaltning Bygeografi og -planlægning Økonomisk geografi
KU Kemisk Institut		Analytisk Miljøkemi Atmosfærisk fysisk Organisk kemi
KU Biologisk Institut		Biodiversitet Jordbiologi Økologi
KVL Institut for Økologi	Forskning Uddannelse	Ecology Botany Genetics Microbiology Zoology
Syddansk Universitet Kemisk Institut	Forskning Uddannelse	Miljøkemi
Aarhus Universitet Kemisk Institut		
Aarhus Universitet Biologisk Institut		Økologi Marin biologi
Aarhus Universitet Geologisk Institut		Hydrogeology Ground-water modelling



Dette bilag skitserer kort sammenhængen mellem kriterier for udvælgelse af virksomheder og virksomhedernes vurdering af betydningen af miljøhensyn i spørgeskemaet.

Kriterierne for udvælgelse af miljøteknologiske virksomheder er beskrevet i kapitel 4 – se gengivelse i nedenstående boks.

En del af de adspurgte miljøteknologiske virksomheder svarer i det fremsendte spørgeskema, at miljøhensyn kun i nogen grad er en del af virksomhedernes værdigrundlag.

Baggrunden er, at analysen er lavet i to steps.

I step 1 er der identificeret 420 miljøteknologiske virksomheder. Identifikationen er sket på baggrund af de tre kriterier beskrevet i ovenstående boks og kriterierne er effektueret på følgende 2 måder:

- 1) Ved at en virksomhed i snowball-skeamet har svaret, at den ser sig selv som en miljøteknologisk virksomhed
- 2) Ved en kvalitativ vurdering af de virksomheder, der ikke har svaret på snowball via tilgængelig information fra internet og tlf.samtaler for hver enkelt virksomhed har vurderet, om et af de tre kriterier var opfyldt.

I step 2 blev et spørgeskema sendt ud til de 420 identificerede miljøteknologiske virksomheder. Først her skulle virksomheder svare på de to spørgsmål: (1) i hvor høj grad er miljøhensyn en del af virksomhedens værdigrundlag? og (2) i hvor høj grad er miljøhensyn af betydning for virksomhedernes produktudvikling og markedsføring?

At nogle af de virksomheder, som i step 1 blev identificeret som miljøteknolo-

giske virksomheder, svarer, at miljøhensyn kun i nogen grad/mindre grad/slet ikke er en del af virksomhedens værdigrundlag kan dække over flere ting:

Virksomheden har i snowball-runden sagt, at de ser sig selv som en miljøvirksomhed, men de mener samtidig, at miljøhensyn kun i nogen grad præger virksomhedens værdigrundlag og markedsføring.

Virksomheden har ikke svaret på snowball, men det er via kvalitative undersøgelser i step 1 vurderet, at der er tale om en miljøvirksomhed - i sådan et tilfælde er det nødvendigt at undersøge virksomheden nærmere.

En nærmere undersøgelse af data viser, at der er 4 typer af virksomheder, hvor der kan være tale om en vis inkonsistens:

*Type 1:* En virksomhed, der i snowball har sagt, at de er en miljøteknologisk virksomhed, men har svaret ”i nogen grad” til spørgsmålet i spørgeskemaet: ”i hvor høj grad er miljøhensyn en del af virksomhedens værdigrundlag” – dette gælder for 3 af de identificerede virksomheder.

*Type 2:* En virksomhed, der i snowball har sagt, at de er en miljøteknologisk virksomhed, men har svaret ”i nogen grad” til spørgsmålet i spørgeskemaet: ”i hvor høj grad er miljøhensyn en del af virksomhedens produktudvikling og markedsføring” – dette gælder for 6 af de identificerede virksomheder.

*Type 3:* En virksomhed, der ikke har svaret på snowball, men som er vurderet som en miljøteknologisk virksomhed og som har svaret ”i nogen grad” til spørgsmålet i spørgeskemaet: ”i hvor høj grad er miljøhensyn en del af virksomhedens værdigrundlag” – dette gælder 3 af de identificerede virksomheder.

*Type 4:* En virksomhed, der ikke har svaret på snowball, men som er vurderet som en miljøteknologisk virksomhed og som har svaret ”i nogen grad” til spørgsmålet i spørgeskemaet: ”i hvor høj grad er miljøhensyn en del af virksomhedens produktudvikling og markedsføring” – dette gælder for 12 af de identificerede virksomheder.

Det er først og fremmest i forbindelse med type 3 og type 4 virksomheder, der kan være tvivl om deres status som miljøvirksomheder - dvs. i alt 15 virksomheder. Ud af de 15 virksomheder er der dog kun 3 virksomheder, som svarer

”i nogen grad/mindre grad/slet ikke” på begge spørgsmål i spørgeskemaet. Det vil sige, at resten 12 virksomheder svarer ”i høj grad” på mindst ét af de to spørgsmål.

Samlet er der altså kun tre virksomheder, der kan være tvivl om. Det vurderes, at alle tre virksomheder beskæftiger sig med miljøteknologiske kompetencer.





## Litteraturliste

Akademiet for de tekniske videnskaber (ATV) (2004). Regn- og spildevand i byer – På vej mod fremtidens afløbssystemer.

BTM Consult APS (2005). World Market update 2004-2005.

CEFIC (2005). Information hentet fra [http://www.cefic.org/factsandfigures/level02/profile\\_index.html](http://www.cefic.org/factsandfigures/level02/profile_index.html) d. 13/12-2005.

Danmarks Eksportråd (2002): Miljø- og energiekспорт: Katalog over danske eksportvirksomheder. Danmarks Eksportråd, Udenrigsministeriet.

Det Strategiske Forskningsråd (2005). Innovationsaccelerende forskningsplatforme. – se [http://forsk.dk/portal/page?\\_pageid=407,947925&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://forsk.dk/portal/page?_pageid=407,947925&_dad=portal&_schema=PORTAL)

DTV / D'ARC (2002). Ranking, ISI publikationer 1998-2000.

EBST (Erhvervs- og byggestyrelsen) (2002). Kompetenceklyngen Vand – en analyse af virksomheder og deres rammebetingelser.

Energistyrelsen (2003). Overordnet strategi for udvikling af brændselscelleteknologi i Danmark

Energistyrelsen (2005). Strategi for forskning og udvikling vedr. fremstilling af flydende brændstoffer.

Energistyrelsen (2005A). Energistatistik 2004, hentet på <http://www.ens.dk/sw11654.asp>

FORA (2005). kompetenceklynger – fremtidens vækstmotorer. [www.innovationsraadet.dk](http://www.innovationsraadet.dk)

FORA (2005): Innovative Danmark 2005 – Klyngeanalyse. Baggrundspapir til Innovative Danmark 2005. [www.innovationsraadet.dk](http://www.innovationsraadet.dk).

FORA (2005). Brugerdreven Innovation – resultater og anbefalinger, nr. 13 2005

Danmarks Tekniske Universitet og Forskningscenter Risø (2005), Green Technology Foresight about environmentally friendly products and materials, challenges from Nanotechnology, Biotechnology and ICT, draft 14 april 2005.

Hansen, Povl A., Anders Nilsson & Göran Serin (2003). Miljøsektoren i Øresundsregionen - en analyse af forskning, uddannelse og erhverv. Roskilde Universitetscenter.

Heyman, Matthias (1998), Signs og Hubris: The Shaping of Wind Technology Styles in Germany, Denmark and the United States, *Technology and Culture*, 39.4 641-670

IAFP (2005). En forskningsplatform for vand – Ideer og samarbejdsmuligheder fra vandsektoren.

IDA (2003) Teknologisk Fremsyn - Fremtidens Energi, Hovedrapport. Ingeniørforeningen i Danmark.

IEA (International Energy Agency) (2005). *Variability of Wind Power and other Renewables: Management Options and Strategies*. IEA PUBLICATIONS, France

Ingeniøren (2004), 6/5-04

Kent Nielsen (2005). Sektoranalyse for husdyrgødning og biomasseteknologi – foreløbig version, Handelshøjskolen i Århus.

Marshall, Alfred (1890). *Principles of Economics*, Vol. 1. London: Macmillan.

Miljøministeriet (2005). *Eco-innovation: Potentials and challenges of tomorrow's technologies. Perspectives for business, Europe and the environment – Backgroundpaper*. Hentet d. 13/12-2005 på <http://www.frontlinien.dk/eco/background.pdf>.

Miljøministeriet (2005). Joining technology, business & environment - 10 Danish enterprises show the way.

Miljøstyrelsen (2003) Erhvervsøkonomiske Effekter af REACH – opdatering. Hentet på <http://www.mst.dk/> d. 13/12-2005.

Miljøstyrelsen (2003). Eksport af produkter og rådgivningsydelser til miljøområdet 2002.

Miljøstyrelsen (2004). Undersøgelse af Kommunernes kloakfornyelse. Miljøstyrelsen og Kommunernes Landsforening. Miljøprojekt 919.

Miljøstyrelsen, (2004b) ”Reduceret fosforudskillelse ved anvendelse til fytasetilsætning til svinefoder” Miljøprojekt nr. 928.

Ministeriet for Videnskab Teknologi og Udvikling (2003). Grønt Teknologisk Fremsyn - om perspektivrige grønne teknologier med erhvervspotentiale.

OECD (2001). OECD Environmental Outlook. OECD Environment Directorate, Paris, France.

OECD (2004). OECD Key Environmental Indicators 2004. OECD Environment Directorate, Paris, France.

Porter, Michael. The Competitive Advantage of Nations. New York: The Free Press, 1990. Republished with a new introduction, 1998.

SusChem (European Technology Platform for Sustainable Chemistry) (2005). Innovating for a Better Future – Sustainable Chemistry Strategic Research Agenda 2005.

Sørensen, Bent (2004). A strategy for development of hydrogen technologies in Denmark - Final report from the committee on economy and perspectives commissioned by the Danish Energy Agency.

Transport- & Energiministeriet (2005). Energistrategi 2025 - Perspektiver frem mod 2025 og Oplæg til handlingsplan for den fremtidige el-infrastruktur. Transport- & Energiministeriet.

Vindmølleindustrien (2004) Vind eller forsvind i den globale økonomi – vindkraften i fremtidens energisystem.

Vindmølleindustrien (2005). Vind i vidensamfundet – Vision om Danmark som vindkraftcenter

Vækstfonden (2004). Kompetencerklynger i Danmark – Adgang til risikovillig kapital. Hentet på [www.vaekstfonden.dk/download\\_media.asp?media\\_id=1976](http://www.vaekstfonden.dk/download_media.asp?media_id=1976) d. 13/12-2005

World Water Council (2005). Information hentet fra <http://www.worldwater-council.org/index.php?id=25> d. 13/12-2005.

WSSTP (Water Supply and Sanitation Technology Platform) (2005). Water – safe, strong and sustainable. European vision for water supply and sanitation in 2030. [www.wsstp.org](http://www.wsstp.org)

Yale Center for Environmental Law and Policy (2005). 2005 Environmental Sustainability Index - Benchmarking National Environmental Stewardship, Yale University.

## Udgivelser fra FORA

Alle FORAs udgivelser findes på hjemmesiden [www.foranet.dk](http://www.foranet.dk) under menupunktet 'Publikationer'.

- #14 Quality Assessment of Entrepreneurship Indicators. December 2005  
*International Consortium for Dynamic Benchmarking of Entrepreneurship*
- #13 Brugerdreven Innovation - Resultater og anbefalinger. Oktober 2005  
*Jørgen Rosted*
- #12 Brugerdreven Innovation i elektronikbranchen. Oktober 2005  
*Casper Høgenhaven*
- #11 InnovationMonitor 2005. September 2005  
*Anders Hoffmann*
- #10 Brugerdreven Innovation i medicobranche. August 2005  
*Annemarie Munk Riis*
- #9 Brugerdreven Innovation i dansk mode - en surveyundersøgelse. August 2005  
*Casper Høgenhaven*
- #8 Brugerdreven Innovation i dansk mode - den 5. globale klynge? August 2005  
*Stine Hedegaard Jørgensen, Rasmus Bech Hansen, Casper Høgenhaven*
- #7 Et benchmarkstudie af menneskelige ressourcer - hvad kan Danmark lære? Oktober 2004  
*Alice Heegaard Klynge, Annemarie Munk Riis*
- #6 Digitalisering af erhvervslivet: et benchmarkstudie af IKT - hvad kan Danmark lære? Oktober 2004  
*Anders Hertz Larsen, Lotte Langkilde*
- #5 Et benchmarkstudie af venturemarkedet - hvad kan Danmark lære? Juni 2004  
*Tanja Bisgaard, Jørgen Rosted*

## Rapporter udgivet i samarbejde med andre

Alle FORAs udgivelser findes på hjemmesiden [www.foranet.dk](http://www.foranet.dk) under menupunktet 'Publikationer'.

The Nordic Model for Consumer and Customer Satisfaction - Policy Report. Oktober 2005  
*Marie Degn Bertelsen, Jørgen Rosted*

Iværksætter Indeks 2005. Oktober 2005  
*Anders Hoffmann, Morten Larsen, Niels May Nielsen*

Danmarks Erhvervsråds handlingsplan for Brugerdreven Innovation. Oktober 2005  
*Jørgen Rosted, Casper Høgenhaven*

Erhvervsstrategi - Trekantområdet. August 2005  
*Jørgen Rosted, Jens Bjerg Carlsen, Lotte Langkilde*

Faktablade - Trekantområdet. August 2005  
*Jørgen Rosted, Jens Bjerg Carlsen, Lotte Landkilde*

Målestystem - Trekantområdet. August 2005  
*Jørgen Rosted, Jens Bjerg Carlsen, Lotte Langkilde*

From benchmarking to policy priorities. Juli 2005  
*Anders Hoffmann*

Den nordiske model for forbruger- og kundetilfredshed. Marts 2005  
*Marie Degn Bertelsen*

Iværksætter Indeks 2004. November 2004  
*Morten Larsen, Niels May Nielsen*