

D A N S K  
F O R S K N I N G S  
K O N S O R T I U M  
FOR V I N D E N E R G I  
E N S T R A T E G I S K  
A N A L Y S E



F E B R U A R 2 0 0 2

F O R S K N I N G S C E N T E R R I S Ø  
D A N M A R K S T E K N I S K E U N I V E R S I T E T  
A A L B O R G U N I V E R S I T E T  
D H I - I N S T I T U T F O R V A N D O G M I L J Ø



## Forord

På vindenergiområdet har Danmark en stærk global erhvervmæssig position. Vindmølleindustrien forventer i 2001 at have realiseret en omsætning på 20 mia. kr., og en international markedsandel på knap 50% med udsigt til fortsat vækst. Danmark har et unikt industrielt, teknologisk, forskningsmæssigt og erfaringsmæssigt udgangspunkt for at kunne udnytte vækstperspektiverne for vindmølleindustrien.

Disse perspektiver rummer imidlertid en række udfordringer med hensyn til udvikling og effektivisering af teknologien, udnyttelse af vindressourcerne, integration af store mængder vindenergi i elsystemet samt uddannelse af kvalificeret arbejdskraft.

Med henblik på fremover at kunne bevare og videreudvikle den danske styrkeposition på vindenergiområdet, erhvervmæssigt såvel som inden for forskning og uddannelse (og på baggrund af indledende drøftelser i sommeren 2000 mellem Forskningsministeriet, Miljø- og Energiministeriet (Energistyrelsen) og Forskningscenter Risø) har fire institutioner med Risø i spidsen arbejdet på at etablere "Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi" (DFV) i form af et struktureret og formaliseret samarbejde mellem relevante danske forsknings- og

uddannelsesmiljøer. De fire institutioner er Forskningscenter Risø, Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og DHI, Institut for vand og miljø. Institutionerne supplerer hinanden i forskningskompetencer og i relation til uddannelse af kandidater og forskere samt samarbejde med erhvervsliv og myndigheder.


Som forarbejde til etableringen af forskningskonsortiet er udarbejdet denne strategiske analyse af centrale udviklingsbestemmende vilkår. Den er gennemført af en projektgruppe med deltagelse af Erik Lundtang Petersen, Peter Hauge Madsen, Flemming Rasmussen og Peter Hjuler Jensen, alle Risø, Jens Nørkær Sørensen, DTU, Frede Blåbjerg, AAU, Vagner Jacobsen, DHI og Tage Dræbye, Dræbye Rådgivning og Projektledelse. Tage Dræbye har været projektleder og hovedskribent.

Rapporten har været forelagt og diskuteret med ledelsesrepræsentanter fra tre af de førende virksomheder på vindmølleområdet og fra de fire institutioner. Denne rapport indeholder resultatet af arbejdet i form af en analyse af muligheder og trusler, styrker og svagheder og konkluderer med en præsentation af en række centrale udfordringer for et forskningskonsortium for vindenergi.




# Indhold





---

0. Indholdsfortegnelse	2	
------------------------	---	---






---

1. Sammenfatning	3	
------------------	---	---


---

2. Baggrund, synsvinkel og metode	10	
2.1 Baggrund	10	
2.2 Analyse af centrale udviklingsbestemmende vilkår	10	
2.3 Analysens formål	11	


---

3. SWOT-analysen	13	
3.1 Muligheder	13	
3.2 Trusler	25	
3.3 Styrker	29	
3.4 Svagheder	35	

---

4. De centrale udfordringer	39	
-----------------------------	----	---

---

Bilag: Deltagere og opgaver i Forskningskonsortiet	44	
--	----	---

---



# 1. Sammenfatning

Forskningscenter Risø, Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og DHI – Institut for Vand og Miljø, er ved at etablere ”Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi”.

Parterne vil:

- ▶ Styrke samspillet mellem den offentlige forskning inden for vindenergi og virksomhedernes forsknings- og udviklingsaktiviteter
- ▶ Skabe synergi mellem de danske kompetencemiljøer på vindenergiområdet, herunder styrke forbindelsen mellem forskning og uddannelse
- ▶ Udbygge det internationale vidensamarbejde på vindenergiområdet
- ▶ Bidrage til en styrkelse af det igangværende teknologiske løft på vindenergiområdet

Danmark har et helt unikt industrielt, teknologisk og erfaringsmæssigt udgangspunkt for udnyttelse af vækstperspektiverne for vindmølleindustrien. Disse perspektiver rummer imidlertid en række udfordringer med hensyn til udvikling og effektivisering af teknologien, udnyttelse af vindressourcerne, integration af store mængder vindenergi i elsystemet samt uddannelse af kvalificeret arbejdskraft.

Som led i etableringen af konsortiet er gennemført en strategisk analyse af centrale udviklingsbestemmende vilkår for det planlagte konsortium. Denne rapport udgør hovedresultatet af denne analyse.

Analysearbejdet har vist, at det er ganske svært at isolere konsortiet fra de øvrige aktører på vindenergiområdet. Der er tale om en betydelig gensidig afhængighed: Er der vækst og udvikling i vindenergiindustrien, vil konsortiet få nye muligheder, trues den danske vindmølleindustri af nye aktører på markedet, er dette også en trussel mod konsortiet.

Analysen er gennemført som en SWOT-analyse, hvor først muligheder og trusler, dernæst styrker og svagheder er nærmere belyst.

Med baggrund heri er der konkluderet i nogle centrale problemstillinger/strategiske udfordringer for konsortiet.



## Muligheder og trusler

De identificerede muligheder og trusler for forskningskonsortiet er sammenfattet i denne oversigt.

### Muligheder

---

Den internationale tendens går fortsat klart i retning af en fortsættelse/styrkelse af miljøsigtet i energipolitikken. Der er derfor også stor sandsynlighed for et fortsat og øget marked for vindenergi.

EU har således taget flere initiativer, der skal øge andelen af VE i specielt elforsyningen.

Der forventes i almindelighed to cifrede vækstrater på markederne for vindenergi.

Samtidig giver det nye muligheder, at perspektivet for vindenergien udvides til også at omfatte erhvervmæssige (og beskæftigelsesmæssige) hensyn. Endelig styrkes den vedvarende energi af sammenfaldet mellem hensyn til miljø og hensyn til forsyningssikkerhed.

---

Med en forventet omsætning i 2001 på 20 mia. kr., hvoraf mere en 90% sælges på udenlandske markeder, udgør den danske vindmølleindustri en meget væsentlig efterspørger af konsortiets ydelser på både forsknings- og uddannelsesområdet. Udviklingen går desuden i retning af en mere videnbaseret produktion, hvilket giver mulighed for en yderligere udvikling af samarbejdet, baseret på, at de mølle-nære løsninger udvikles af fabrikkerne.

---

Mulighederne for offentlig forskningsfinansiering er centrale for konsortiet. Der er her udviklingstendenser inden for de forskellige kilder til finansiering, hvis samlede effekt er lidt svær at vurdere.

Inden for EU vil der være en række muligheder i det nye 6. Rammeprogram, der dog ikke peger eksplicit på vindenergi som indsatsområde. Der lægges desuden mere vægt på netværksdannelse og "centres of excellence". Øgede muligheder kan være knyttet til evnen til international netværksdannelse.

Dannelsen af det nye ministerium for videnskab, teknologi og udvikling udgør en potentiel ny mulighed for konsortiet.

## Trusler

---

Eftersom vindenergiudviklingen fortsat er betinget af energipolitikken, kan væsentlige ændringer af de energipolitiske forudsætninger (på internationalt plan) udgøre en trussel mod udviklingen på vindenergimarkedet.

Dette er dog mere en sårbarhed end en trussel. Der er ikke i analysearbejdet identificeret konkrete trusler i form af ændringer i energipolitikken. Den nye danske regering har dog lagt øget vægt på energiprisernes udvikling og bremset investeringerne i havmølleparker. De overordnede hensyn, som er af betydning for vindenergiudviklingen, forekommer dog fortsat rimeligt faste.

En ændret politisk/folkelig holdning til anvendelse af a-kraft er en anden potentiel trussel. Udviklingen i retning af større afhængighed af import har givet større opmærksomhed omkring a-kraft. På den anden side er også sårbarheden i de moderne industrisamfund kommet meget i fokus.

En billigere anden "ren" elproducerende energiteknologi kan også blive en trussel, specielt hvis den er enklere at anvende i stor skala. I øjeblikket er en sådan teknologi imidlertid ikke i syne.

---

Vindmølleindustrien forventer ikke nogen stigning i beskæftigelsen vedrørende produktion af vindmøller i Danmark i de kommende år. Derimod forventes fortsat en udbygning af salg, marketing og udvikling.

Det centrale for vurderingen af tendenserne er, om dansk lokaliserede virksomheder vælger at lade deres kerneaktiviteter forblive i Danmark, og udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark.

En mulig trussel er, at virksomhederne i højere grad vælger at placere deres videnbaserede aktiviteter uden for Danmark. Et utilstrækkeligt fremtidigt udbud af kvalificeret arbejdskraft til at imødekomme industriens behov kan også blive en trussel.

---

Der er i de senere år sket en svækkelse af Energistyrelsens forskningsfinansiering, og der er tale om en markant yderligere svækkelse i den nye regerings forslag til finanslov.



## Styrker og svagheder

De identificerede styrker og svagheder for forskningskonsortiet er sammenfattet i denne oversigt.

### Styrker

---

Den danske energipolitik udgør set over en årrække og i sin helhed en klar styrkeposition for forskningen i vindenergi. Politikken har også været en af forudsætningerne for udvikling af vindmølleindustriens styrkeposition.

Vindenergi er desuden den mest konkurrencedygtige af VE-teknologierne.

---

Både nationalt og internationalt (markedsandel på over 50%) er den danske vindmølleindustri i en styrkeposition. Samtidig indebærer den løbende udvikling af industriens produktudvikling og videnanvendelse en stigende interesse for den grundlæggende forskning og anvendelsen af dens resultater.

---

Det har været centralt for udviklingen af vindenergi i Danmark, at der har været tale om parallel anvendelse af forskning og udvikling og markedspåvirkning (økonomiske incitament, godkendelsesregler). Der har desuden været lagt megen vægt på samspillet mellem virksomheder og forskning. Prøvestationen, godkendelsessystemet samt gennemførelsen af de konkrete typegodkendelser har desuden resulteret i en god kontakt mellem industrien og forskningen.

Industri og offentlig forskning/udvikling er endvidere i indgreb omkring f.eks. kontraktforskning, almene forskningsprojekter, ph.d.-projekter og eksamensprojekter for kandidater i ingeniøruddannelserne. Dette samspil udgør samlet en vigtig styrkeposition.

---

Forskningens meget betydelige volumen (konsortiet repræsenterer således ca. 150 forskerårsværk med relevans for vindenergi), den løbende uddannelse af kandidater og ph.d.'er, videnberedskabet i kraft af den offentlige forskning samt den brede internationale kontakt udgør andre vigtige styrker.

Endelig er der en styrke knyttet til traditionen for udvikling af egentlige værktøjer (f.eks. edb-værktøjer som Flex5 og WASP) som resultat af forskningsaktiviteterne.





## Svagheder

---

Uanset industriens stærke position på markedet, og uanset at markedspositionen synes at hvile på et sikkert grundlag, må den sårbarhed, som er en følge af afhængigheden af energipolitiske virkemidler, betragtes som en svaghed.

Politik er grundlæggende meget omskiftelig og påvirkelig af andre forhold end rationelle realiteter.

---

Der er tegn på, at industriens videnanvendelse ikke lever fuldt ud op til "state of the art" inden for knowledge management samt på, at der er et potentiale for forbedringer på innovationsområdet.

Antallet af udtagne patenter er således lavt, og der er eksempler på, at andres patenter udgør barrierer for den danske industri. En anden indikator er, at ansættelsen af medarbejdere med en ph.d.-baggrund indtil nu har været forholdsvis begrænset.

---

Energistyrelsens forskningsmidler syntes allerede inden den seneste reduktion at have vanskeligt ved at matche behovene i relation til en egentlig kommerciel teknologi som vindenergi, idet industriens udvikling har flyttet forskningens indsatsområder over mod de grundlæggende forskningsområder (og dermed lidt væk fra den projektilfilosofi, der er det centrale i EFP).

De ca. 100 mio. kr., der for tiden indgår i den forskning og udvikling, der finansieres af de systemansvarliges PSO-midler, må ikke anvendes til projekter, der har en kommerciel interesse for projektdeltagerne.

---

På det strukturelle område er der en ret stor afstand mellem videnudvikling på den ene side og uddannelse på den anden.

Det aktuelle stade i videnformidlingen er ikke fuldt ud på højde med de erkendelser, der er gjort i den nyeste innovationsteori og betydningen af samspillet mellem industri og forskning.

Der er meget samspil i dag, men der er samtidig et potentiale for forbedring.

## De centrale udfordringer

Analysen beskriver et meget væsentligt internationalt potentiale for udbygning af vindenergien i de kommende år.

Udnyttelsen af potentialet er afhængig af et løbende fald i kWh-prisen, således at vindenergi på almindelige markedsvilkår bliver konkurrencedygtig med nuværende og fremtidige energiformer. Samarbejdet mellem industri og forskning har derfor som et centralt mål at bidrage til denne omkostningsreduktion.

For forskningskonsortiet er der følgende centrale udfordringer:

1. Den løbende forskydning af rationalet bag den offentlige F&U-støtte på vindenergiområdet vil ændre vilkårene for forskning og udvikling. Forskydningen er forbundet med, at vindmølleindustrien får bredere erhvervs- og samfundsøkonomisk betydning og ikke blot energipolitisk. Dette repræsenterer en erhvervspolitisk udfordring.

Opgaven er at skabe sådanne betingelser for virksomhederne:

- at de dansk lokaliserede virksomheder vælger at lade deres kerneaktiviteter forblive i Danmark
- at de udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark.

2. Den danske vindenergiforskning har potentiale til at være en væsentlig faktor i udviklingen af en erhvervsmæssig styrkeposition. Samarbejdet mellem industri og (offentlig) forskning fungerer under forskellige former som en vekselvirkning med påvirkninger begge veje. Et væsentligt udviklingsperspek-

tiv ligger i at bevare og udbygge dette samarbejde.

Den vision, der ligger til grund for etablering af konsortiet, er:

- at udbygge og styrke sammenhængen i det danske videncenter for vindenergi, således at den internationale førerposition styrkes.

3. Sammenhængen mellem forskning og uddannelse rummer potentialer for forbedring. Strukturelt er der i dag en ret stor afstand mellem videnudvikling inden for vindenergi på den ene side og uddannelserne på den anden. Tyngdepunktet i videnudviklingen ligger på Risø, og tyngdepunktet for uddannelserne ligger på DTU og AAU. Etableringen af konsortiet kan bidrage til en mindselse/fjernelse af denne svaghed.
4. De igangværende ændringer af forskningsfinansieringen vil på lidt længere sigt nødvendiggøre et integreret internationalt samarbejde. Der er på den ene side tegn på en svækkelse af den traditionelle finansiering af vindenergiforskning fra Miljø- og Energiministeriet. På den anden siden foregår der en udvikling inden for EU's forskningsprogrammer i retning af, at etablerede forskningsnetværk får prioritet ved tildeling af midler.
5. Der er behov for at udvikle relationen mellem den offentlige forskning og brugerne i de private virksomheder. Forskningskonsortiets etablering og fremtidige udvikling må nødvendigvis først og fremmest ses i lyset af dets evne til at opfylde brugernes behov. Derfor udgør relationen til brugerne kernen i den kommende strategiudvikling for konsortiet.



## 2. Baggrund, synsvinkel og metode

### 2.1 Baggrund

Forskningscenter Risø, Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og DHI – Institut for Vand og Miljø, er i gang med at etablere ”Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi”. En nærmere beskrivelse af forskningskonsortiet findes i konsortiets faglige program og i det særlige kompetencekatalog for konsortiet.<sup>1</sup>

Parterne vil med etableringen af konsortiet:

- ▶ Styrke samspillet mellem den offentlige forskning inden for vindenergi og virksomhedernes forsknings- og udviklingsaktiviteter
- ▶ Skabe synergi mellem de danske kompetencemiljøer på vindenergiområdet, herunder styrke forbindelsen mellem forskning og uddannelse
- ▶ Udbygge det internationale vidensamarbejde på vindenergiområdet
- ▶ Bidrage til en styrkelse af det igangværende teknologiske løft på vindenergiområdet

Til at forestå etableringen har parterne nedsat en styregruppe, som også har deltagelse fra nøglevirksomheder i den danske vindmølleindustri.

Arbejdet med konsortiet er iværksat, fordi Danmark har et helt unikt industrielt, teknologisk og erfaringsmæssigt udgangspunkt for udnyttelse af vækstperspektiverne for vindmølleindustrien. Disse perspektiver rummer imidlertid en række udfordringer med hensyn til udvikling og effektivisering af teknologien, udnyttelse af vindressourcerne, integration af store mængder vindenergi i elsystemet samt uddannelse af kvalificeret arbejdskraft.

En yderligere udfordring kommer fra for-

ventningen om en øget international konkurrence såvel fra nye store ressourcestærke industrielle aktører (i både Europa, USA og Japan) som fra andre teknologier.

Det forskningsmæssige niveau inden for vindenergi har i takt med industriens udvikling udviklet sig i retning af en større grad af højteknologi. Forskningsemnerne kan bedst sammenlignes med emnerne inden for aeronautik. På flere områder er der desuden opnået samme dybde i den viden, der er til rådighed, ligesom perspektiverne for at opnå betydelige afledte effekter på andre teknologiområder svarer til i dag anerkendte effekter inden for aeronautik.

### 2.2 Analyse af centrale udviklingsbestemmende vilkår

Som led i etableringen af konsortiet har styregruppen ønsket gennemført en strategisk analyse af centrale udviklingsbestemmende vilkår for det planlagte konsortium. Analysen er gennemført som en SWOT-analyse<sup>2</sup>, hvor muligheder, trusler, styrker og svagheder er gennemgået og vurderet.

SWOT-analysen har det planlagte ”Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi” som fokus (eller genstand). Den valgte analysemetode har som udgangspunkt, at beslutningen om etablering af konsortiet er truffet. Analysen er derfor ikke egnet til at belyse alternativer vedrørende etableringen af konsortiet, f.eks. i konsortiets sammensætning eller karakteren af samarbejdet i konsortiet. SWOT-analysen kan heller ikke besvare spørgsmål fra den enkelte konsortiedeltager af typen: Vil vi have fordele af at tilslutte os konsortiet? Der analyseres muligheder og trusler for, samt styrker og svagheder ved det planlagte samlede konsortium.

1. Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi: Fagligt program, December 2001, og Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi: Kompetencekatalog, Oktober 2001.

2. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats.

### 2.3 Analysens formål

Analysens formål er at skabe et bedre grundlag for konsortiets strategiske beslutninger<sup>3</sup>, herunder:

- ▶ Udformning af mål og strategier for konsortiet
- ▶ Principper for samarbejdet mellem vindmølleindustrien og konsortiet
- ▶ Principper for samarbejde med danske beslutningstagere
- ▶ Principper for samarbejde med andre videninstitutioner nationalt, europæisk og globalt

Som led i analysen afprøves desuden en vigtig hypotese: Et dansk forskningskonsortium for vindenergi vil, ud over den selvfølgelig kontakt til sit ressortministerium, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, have behov for at styrke sine relationer til Økonomi- og Erhvervsministeriet. Hypotesens udgangspunkt er, at vindmølleindustrien har fået stor erhvervsøkonomisk betydning, og at denne betydning vil blive øget yderligere i de kommende år.

Analysearbejdet har vist, at det er ganske svært at gennemføre den "isolering" af konsortiet fra de øvrige aktører på vindenergiområdet, som analysemetoden principielt forudsætter. Der er tale om en betydelig gensidig afhængighed: Er der vækst og udvikling i vindmølleindustrien, vil konsortiet få nye muligheder, trues den danske vindmølleindustri af nye aktører på markedet, er dette også en trussel mod konsortiet. Den hidtidige offentlige opmærksomhed og finansieringsvillighed på vindenergiområdet

3. Tanken med at anvende en SWOT-analyse vil ofte være at bruge den som "motor" til udvikling af strategier. Der tages udgangspunkt i de via analysen identificerede muligheder, trusler, styrker og svagheder. Herefter diskuteres spørgsmål som:

Hvad kan der gøres for at udnytte mulighederne?



er i praksis i høj grad baseret på den "medvind", der har været for den danske produktion af vindmøller.

Gennemgangen af muligheder og trusler viser da også, at forskningskonsortiets fremtidige vilkår i meget høj grad er bestemt af den generelle markedsudvikling for vindenergi samt af, hvorledes de dansk lokaliserede virksomheder klarer sig i den fremtidige konkurrence. Analysens fire hovedafsnit er struktureret i en "tragt"-form: Der indledes med generelle forhold (dvs. forhold, der er fælles for hele vindenergiområdet), derefter ses på vindmølleindustrien som den centrale aftager af viden og endelig mere specifikt på konsortiets forhold.

Selv om konsortiet endnu ikke er formelt etableret, anvendes i notatet navnet "Dansk

Hvad kan der gøres for at undgå truslerne?

Hvad kan der gøres for at udvikle styrkerne?

Hvad kan der gøres for at fjerne eller reducere svaghederne?

Hvert af disse spørgsmål fører frem til elementer i en strategi.

Figur 1. Vigtige aktører i relation til Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi



Forskningskonsortium for Vindenergi”, forkortet DFV, konsortiet eller forskningskonsortiet, idet det ville blive for tungt, hvis der løbende skulle skrives “et eventuelt konsortium” eller “et muligt konsortium”.

Figur 1 beskriver de vigtigste aktører i relation til forskningskonsortiet. Figuren illustrerer herudover, at de centrale udviklingsbestemende vilkår for DFV især er knyttet til tre grupper af aktører:

- ▶ Brugere/aftagerne af den udviklede viden (omfatter også aftagerne af færdiguddannede)
- ▶ Videnmiljøerne (specielt selvfølgelig de institutioner, der deltager i konsortiet, men også eventuelle (internationale) strategiske partnere)
- ▶ De forskningsfinansierende myndigheder m.fl.

Grundlæggende vil “Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi” skulle måles på, om det i det lange løb er i stand til at imødekomme brugerens behov. Som det også fremgår af figur 1, er brugerkredsen bred, og der er desuden langt fra altid tale om direkte brug af konkrete forskningsresultater. F.eks. er der for de forskningsbaserede uddannelser en sammenhæng mellem kvaliteten af uddannelser og kvaliteten af forskningen ved de pågældende institutioner.

I analysen holdes som udgangspunkt fast ved, at det er evnen til på længere sigt at tilfredsstille brugerbehovene, der er det centrale. Konsortiets eksistens og udvikling er betinget af, at det i det lange løb er i stand til at levere videnydelser, der kan bidrage til, at den dansk baserede vindmølleindustri bevarer og udbygger sin konkurrenceevne.

I det efterfølgende kapitel beskrives resultatet af SWOT-analysen.

## 3. SWOT-analysen

### 3.1 Muligheder

#### Udviklingen af markedet for vindenergi, drivkræfter og teknologier

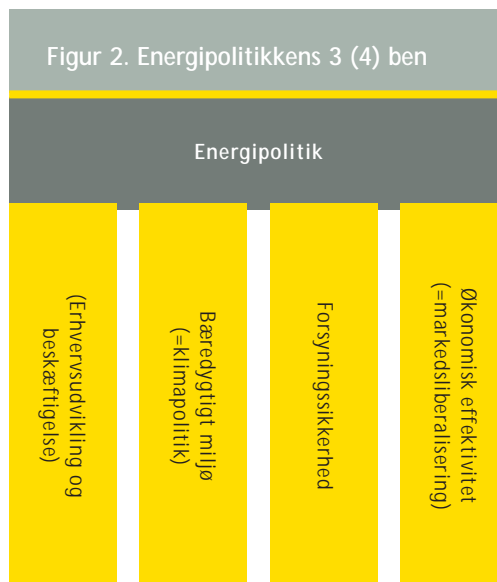
Som nævnt er det centralt for konsortiets fremtidsmuligheder, at markedet for vindenergi bevarer sin dynamik. Udviklingen af dette marked er i meget høj grad (energi)politisk bestemt, idet el fra vindenergi ikke – under de i dag herskende konkurrencevilkår<sup>4</sup> – er økonomisk konkurrencedygtig med fossile forsyningskilder.

Aktuelt (og formentlig nogle år frem i tiden) er de centrale drivkræfter for udvikling af markedet for vindenergi derfor knyttet til energipolitikken og dennes gennemslagskraft, både nationalt og internationalt. Energipolitikken har i denne sammenhæng mange virkemidler, spændende fra afregningsregler for el leveret til nettet, over skattemæssige forhold for energiproduktion, til støtte til forskning og udvikling.

Både den nationale og den internationale energipolitik synes i dag at blive bestemt af en afbalancering mellem tre politiske hovedmål: Bæredygtigt miljø, forsyningsikkerhed og økonomisk effektivitet, jf. figur 2. (National) erhvervsudvikling og beskæftigelse er ofte et væsentligt underforstået eller indirekte mål.

For så vidt angår opnåelse af større økonomisk effektivitet (der oftest sættes lig med markedsliberalisering) er virkemidlerne i høj grad underkastet internationale beslutninger (især EU's indre marked). For så vidt angår miljø (der oftest sættes lig med klimapolitik) og forsyningsikkerhed er virkemidlerne i overvejende grad nationale<sup>5</sup>. EU har ikke formelt grundlag for at

4. Det skal i denne forbindelse understreges, at de herskende konkurrencevilkår ikke er lige, idet der sker en direkte og indirekte subsidiering af fossile brændsler, især kul (direkte gennem tilskud til minedrift, indirekte gennem en manglende internalisering af miljøomkostningerne).



fastlægge og implementere en sammenhængende energipolitik.

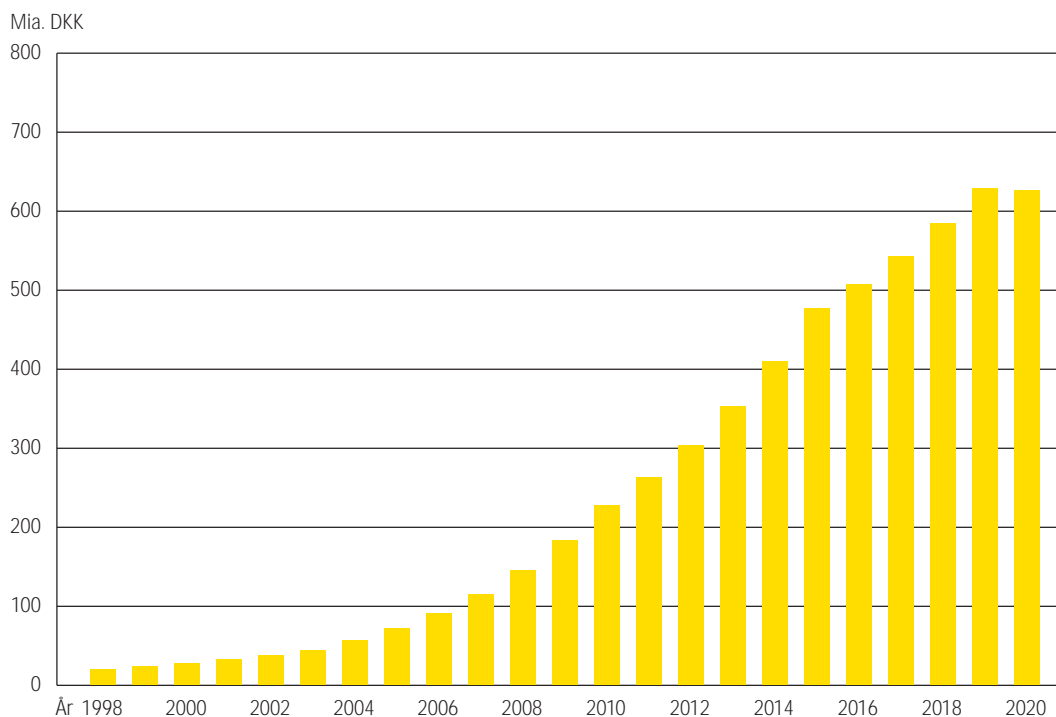
Såvel det miljømæssige som det forsyningsikkerhedsmæssige ben i energipolitikken trækker i retning af øget VE-anvendelse. Det samme gør hensynet til beskæftigelse og erhvervsudvikling.

Ingen af VE-teknologierne er imidlertid – under de nuværende vilkår – konkurrencedygtige i forhold til de fossile brændsler. Vindenergien er imidlertid den mest omkostningseffektive VE-teknologi, og samtidig kan en forøget mængde vindenergi relativt hurtigt implementeres i energiforsyningen. Satses der i energipolitikken på at opfylde de energipolitiske mål med effektive virkemidler, er yderligere initiativer til udbygning af vindenergien meget sandsynlige. Dette forhold afspejles i en række energipolitiske initiativer i Tyskland, Frankrig, Spanien og USA. Og det medfører, at prognoserne

5. I EU er der dog et direktiv om anvendelse af VE i elforsyningen på vej. Dette direktiv vil dog kun komme til at rumme meget svage forpligtelser for medlemslandene. Denne forskel mellem nationale og internationale virkemidler giver i EU-landene en række vanskeligheder med afbalanceringen mellem de 3-4 hovedmål.



Figur 3. Årlige investeringer i vindenergi globalt, 1998-2020



Baseret på data fra Wind Force 10: A Blueprint To Achieve 10% of the World's Electricity from Wind Power by 2020.

for afsætning af vindenergianlæg viser stadige stigninger.<sup>6</sup>

Internationalt er der i øjeblikket klare tendenser til, at den energipolitiske indsats på dette område fortsættes/forstærkes, og der er derfor også stor sandsynlighed for et fortsat og øget marked for vindenergi. I Danmark er signalerne derimod lidt mere blandede.

Dette perspektiv er afspejlet i et scenariestudie<sup>7</sup> fra oktober 1999, hvor tre internationale organisationer (European Wind Energy Association (EWEA), Greenpeace International og Forum for Energy and Development) dokumenterer, at det med vækstrater på mellem 10 og 30% årligt er muligt frem til år 2020 at nå frem

til en vindenergiandel af den samlede elproduktion på 10% på globalt plan.

I studiet er gennemført en vurdering af investeringsomfanget i vindenergi, hvis en sådan politik realiseres. De årlige investeringer vil være stærkt stigende sluttende med de – i en dansk målestok – astronomiske 540 mia. kr. årligt som sit toppunkt (i år 2020).

Wind Force 10-scenariet understreger, at den videre udvikling af vindenergiområdet kan blive styrket af, at hensynet til beskæftigelse og erhvervsudvikling bliver mere tungtvejende. Eftersom dette hensyn efter al sandsynlighed kommer til at fylde mere og mere, må det sam-

6. Bl.a. BTM Consults årlige prognose.

7. WIND FORCE 10: A Blueprint To Achieve 10% of the

World's Electricity from Wind Power by 2020. EWEA, Greenpeace and FED, 1999



tidig anses for overvejende sandsynligt, at det politisk/administrative tyngdepunkt for udvikling af vindenergiområdet vil flytte i retning af erhvervspolitikken. Dette gælder ikke mindst i en dansk sammenhæng, hvor vindmølleindustrien har et stort erhvervsøkonomisk volumen og en meget stor international markedsandel. Konkret betyder den nye ministerielle struktur i Danmark, at opgaven er fordelt mellem Økonomi- og Erhvervsministeriet og Videnskabsministeriet.

For DFV (og for vindmølleindustrien) rummer den forventet stigende erhvervs- og beskæftigelsesmæssige betydning mulighed for supplerende forankring i Økonomi- og Erhvervsministeriet (der jo også har ansvaret for energipolitikken). Denne forankring skal ses som en mulighed for at få en strategisk allianceparner mere end som en supplerende kilde til finansiering. Der kan dog godt tænkes en tidsafgrænset programindsats finansieret fra Økonomi- og Erhvervsministeriet (Erhvervs- og Boligstyrelsen).

Udviklingen af vindenergi i Danmark er opnået i en vekselvirkning mellem privat og offentligt initiativ. Kombinationen af

- ▶ en offentligt støttet strategisk forskning og udvikling
- ▶ en dynamisk og internationalt orienteret industri
- ▶ en kontinuert offentlig markedsstimulering
- ▶ en løbende tilpasning af plan- og reguleringsmæssige rammer

har gjort dansk vindenergi til en international succeshistorie.

Der må dog i fremtiden forventes en mindre dansk andel af verdensmarkedet, ligesom det må forventes, at en væsentlig større andel af de danske virksomheders produktion vil foregå uden for Danmark (dette perspektiv beskrives nærmere under "trusler", afsnit 2.2). Det cen-



trale erhvervspolitiske spørgsmål er imidlertid: Hvor vil kerneaktiviteterne inden for udvikling af nye vindmøller ligge?

Eller lidt anderledes formuleret: Er Danmark i stand til at skabe sådanne betingelser for virksomhederne

- ▶ at de dansk lokaliserede virksomheder vælger at fastholde deres kerneaktiviteter i Danmark
- ▶ at udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark.

Fremtidsudsigterne for DFV, vil klart afhænge af, hvorledes den erhvervmæssige udvikling på vindenergiområdet vil foregå. Samtidig er der tale om en udtalt gensidighed, idet udviklingen hen imod mere højteknologi på vindenergiområdet betyder, at en stærk dansk position på videnområdet kan blive en væsentlig faktor i skabelsen af disse betingelser for en dansk erhvervmæssig styrkeposition. (Behandles nærmere under styrker, afsnit 2.3).

### Udviklingen af den danske vindmølleindustri

For forskningskonsortiet vil en række af de fremtidige muligheder være tæt knyttet til udviklingen i den danske vindmølleindustri<sup>8</sup>. Med en omsætning på ca. 14 mia. kr. i år 2000<sup>9</sup> og en beskæftigelse på 16.000 personer i Danmark og 6.000 ved produktion af danske vindmøller i udlandet samt en eksport af vindmøller på ca. 10 mia. kr. på årsbasis<sup>10</sup>, udgør den danske vindmølleindustri allerede i dag en meget væsentlig efterspørger efter konsortiets ydelser på både forsknings- og uddannelsesområdet.

Omsætningen i 2001 forventes<sup>11</sup> at blive på ca. 20 mia. kr., og fremover forventes en årlig vækst på ca. 10%.

I vindmølleindustrien foregår en løbende udvikling af produktudviklingsindsatsen. Dels i kraft af den stadig større skala i virksomhederne, dels fordi produktionen generelt bliver mere videnbaseret, er der i industrien en stigende interesse for den videnudvikling, der sker i den offentlige forskning, ligesom væksten betyder en betydelig efterspørgsel efter nyuddannede (ingeniører) og en interesse i, at de nyuddannede har relevante kompetencer.

Boks 1 (side 17) rummer et kort signalement af vindmølleindustrien. Boksen er samtidig et eksempel på det daværende Erhvervsministeriums interesse for området, idet den stammer fra Erhvervsfremmestyrelsens analyse af danske kompetenceklynger<sup>12</sup>.

Boksen er et "citater" og giver ikke et fuldt dækkende billede af vindmølleindustriens situation, f.eks. har såvel vindmølle – som vin-

gefabrikanter etableret produktionsfaciliteter på væsentlige vindmøllemarkeder både af konkurrencemæssige hensyn, og fordi vindmølleleverancer ofte er betinget af et krav om lokal produktion.

#### *Samarbejde om forskning og udvikling*

Der er klare muligheder knyttet til et direkte samarbejde mellem industrien på den ene side og forskningskonsortiet på den anden.

Det har således vist sig muligt at dreje den programfinansierede forskning til at foregå i tæt relation til den enkelte fabrikant med en høj grad af fortrolighed, uden at det har skabt generel utilfredshed i målgruppen.

Denne erfaring understreger forskningskonsortiets muligheder for at indgå i et endnu tættere og målrettet samarbejde med industrien omkring programforskningen. Et sådant samarbejde vil skulle hvile på, at vindmøllefabrikanterne selv forestår den møllenære udvikling af løsninger. Industrien efterspørger især beregningsværktøjer baseret på de grundlæggende forskningsresultater.

#### Forskningsfinansiering

Der er en række forskellige kilder til finansiering af forskning. Disse kilder er såvel nationale (Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, Økonomi- og Erhvervsministeriet (herunder Energistyrelsen), Miljøministeriet, PSO, fonde) som internationale (især EU). Som udgangspunkt rummer disse kilder en række muligheder for konsortiet. (Figur side 12)

8. Kilderne til den efterfølgende beskrivelse er dels Danmarks Statistiks statistikbank, dels Vindmølleindustriens Vindformation nr. 25 (oktober 2001).

9. Tallet omfatter den samlede værdikæde ikke kun vindmølleproducenterne.

10. Tallet omfatter eksport af "hele" møller ikke særskilt eksport af mølledele udover generatorsæt.

11. Tallet stammer fra Vindmølleindustriens brev af 2001-12-27 til Økonomi- og Erhvervsminister Bendt Bendtsen.

12. Boksen er et citat fra "Kompetenceklynger i Dansk Erhvervsliv en ny brik i erhvervspolitikken" Erhvervsfremmestyrelsen, 2000. Selv om der er dele af beskrivelsen, som kan diskuteres, er det valgt at bringe den i sin helhed.

## Boks 1. Vind – teknologibaseret klynge med integrerede produktionskæder <sup>13</sup>

Danmark tegner sig for mere end 45 pct. af den globale afsætning af vindmøller målt i megawatt. Af verdens syv største vindmølleproducenter er de fire danske, og omsætningen har siden 1991 været støt stigende.

Kompetenceklyngen inden for vind er karakteriseret af en geografisk spredning af aktiviteterne i Danmark.

Kompetenceklyngen kan deles i tre hovedgrupper.

1. Vindmølle- og vingefabrikanter består af Danmarks fire vindmøllefabrikanter (NEG Micon A/S og Vestas A/S er de største) og vingefabrikanten LM Glasfiber A/S.
2. Større komponentleverandører er karakteriseret af mellemstore producenter af stålkomponenter, elektronikudstyr eller software til vindmøllefabrikanterne bl.a. AVN Hydraulik A/S, KK-electronics A/S, Nirbuhr Tandhjulsfabrik.
3. Tredje gruppe rummer en række mindre underleverandører af forskellig karakter. Ringkøbing Amt har en koncentration af virksomheder inden for metalindustri og produktionsteknologi relateret til vindmølleindustrien. Vindmøllefabrikanterne Vestas Wind Systems A/S og Bonus Energi A/S er også lokaliseret i Ringkøbing Amt. Komponentleverandørerne i området producerer bl.a. tandhjul, elektroniske styresystemer samt foretager galvanisering. Klyngens vigtigste konkurrenter ligger i Tyskland, England og USA.

Vindmølleindustrien har traditionelt opereret på et marked med en høj grad af politisk prisfastsættelse ud fra et ønske om lave priser på alternativ energi. Nationale og internationale politiske krav til anvendelse af alternativ energi og tilskud til etablering af vindmøller har betydet en stigende efterspørgsel på vindmøllerne. Offentligt drevet efterspørgsels- og innovationsfremme er dog afløst af en stigende deregulering på energiområdet og stigende markedsbaseret efterspørgsel efter "grøn energi", som har betydet en fortsat stigning i afsætningen af vindmøller. Som følge af den teknologiske udvikling er prisen (kr./kW) på vindmøller siden 1980 faldet mere end 80 pct.

Statslig medfinansiering af udviklingsprojekter har fremmet udviklingen af industri- og innovationssamarbejder og en effektiv teknologi. Forskning og udvikling i klyngen sker i dag i et tæt offentligt/privat samarbejde med Risø og DTU som de førende videninstitutioner, samt de store rådgivende ingeniørfirmaer Rambøll, COWI Consult og Carl Bro Gruppen.



13. Fra "Kompetenceklynger i Dansk Erhvervsliv en ny brik i erhvervspolitikken" Erhvervsfremme Styrelsen, 2000.



*EU's rammeprogrammer for forskning, teknologisk udvikling og demonstration*

EU har løbende gennemført en række 5-årige rammeprogrammer for forskning og udvikling. Det nuværende (5. Rammeprogram) afløses fra og med år 2002 af 6. Rammeprogram 2002-2006<sup>14</sup>.

Selv om 6. Rammeprogram ikke – ligesom det 5. – omtaler vindenergi som et eksplicit indsatsområde, så rummer det dog et indsatsområde om bæredygtigt udvikling, der i kommissionens forslag foreløbig har fået tildelt et beløb 1700 millioner ECU over de 5 år, programmet varer. Dette indsatsområde rummer eksplicitte henvisninger til vedvarende energi og til det store behov for udvikling af bæredygtige energiteknologier, der er nærmere behandlet i EU-kommissionens grønbog om forsyningssikkerhed.

14. Revideret forslag til Europaparlamentets og rådets afgørelse om det europæiske fællesskabs flerårige rammeprogram for forskning, teknologisk udvikling og demonstration

EU har også i nogle år arbejdet med tanken om særlige centres of excellence, der har til formål at skabe større synergi mellem EU's nationale forskningsaktiviteter. I en kommentar fra kommissionen til det seneste forslag til 6. Rammeprogram hedder det om andre nye virkemidler:

*Nye virkemidler i EU's forskningspolitik*

*On the instruments, the Commission accepts the principle of a smooth transition from "traditional" to "new" instruments and the idea of a "fourth instrument" in the spirit of the "escalier d'excellence", which would be in two forms, already allowed for in other parts of the framework programme: "specific targeted projects" and "networking of research activities" which would be applicable to all types of participants.*

2002-2006 som bidrag til realiseringen af det europæiske forskningsrum. Europakommissionen, 2001-02-21, KOM (2001) 94 endelig.

*To achieve this, while the FP will be implemented mainly through "integrated projects" and "networks of excellence", part of the research actions within the thematic priorities will be carried out through this "fourth instrument", and a degressive approach will be followed, ensuring a progressive increase in the utilisation of the new instruments.*

Det er endnu usikkert hvor hurtigt disse ændringer slår igennem i den konkrete prioritering af EU's forskningsmidler, men der er næppe tvivl om, at der bliver tale om, at forskellige typer af integreret samarbejde vil få en højere prioritet i årene fremover.

På VE-området, og her ikke mindst inden for vindenergi, har der været en betydelig dansk udnyttelse af EU's rammeprogrammer. Nogle forsøgmæssige søgninger på CORDIS databasen over gennemførte og igangværende projekter peger i retning af dansk deltagelse i omkring 25% af ca. 1000 registrerede projekter. I en række af disse projekter er danske forskere dog ikke projektansvarlige, men projektdeltagere.

#### *Økonomi- og Erhvervsministeriet*

Det nydannede Økonomi- og Erhvervsministeriet er ressortministerium for energipolitikken. Desuden varetager ministeriet opgaver vedrørende den erhvervsøkonomiske udvikling, de erhvervmæssige rammebetingelser samt innovation.

#### *Energistyrelsen*

Energistyrelsen administrerer programmer med forskningsfinansiering herunder Energiforsk-

ningsprogrammet (EFP) og Udviklingsprogrammet vedr. Vedvarende Energi (UVE).<sup>15</sup> Til forskning og udvikling har der i de to programmer været ca. 200 mio. kr. årligt. Hovedmålet for programmernes forsknings- og udviklingsindsats er at implementere den besluttede energipolitik. Til at forestå den faglige behandling af ansøgninger om støtte er nedsat forskningsfaglige udvalg, herunder et særligt vindkraftudvalg.

I denne sammenhæng skal fremhæves et par væsentlige træk i udviklingen af energipolitikken, som indvirker på anvendelse af programmer som EFP og UVE som virkemiddel:

- ▶ Udviklingen synes generelt (både i Danmark og i andre lande) at være på vej væk fra egentlige energiplaner som Energi 2000 og Energi 21. Mål og strategiske udviklingsretninger står for så vidt fast, men planlægningen går i retning af en mere tematisk planlægning, som bl.a. ses i lyset af markedsudviklingen: Hvordan løser vi CO<sub>2</sub> forpligtelsen? Hvordan får vi indpasset store mængder VE i elsystemet (eloverløbsudvalget<sup>16</sup>)
- ▶ Energipolitikken, som alle andre politikker, påvirkes i stigende udstrækning af det politiske systems meget korte tidshorisont. Der er tendens til, at markedsføringseffekter i højere grad styrer handlinger og beslutninger. Det er således svært på et analytisk grundlag at finde grundlaget for beslutningerne om særlige nye kasser til forskning i brint, bølgeenergi m.v.

Begge disse forhold ser ud til mere og mere at påvirke rammerne for den forskning og udvikling, der støttes af Energistyrelsen.

15. Ved udarbejdelsen af notatet var forslag til finanslov 2002 endnu ikke kendt. De fremtidige perspektiver for Energistyrelsens forskningsmidler er derfor kun i begrænset omfang behandlet.

16. Dette udvalg er på en måde symptomatisk for udviklin-

gen. Problemstillingen er en blandet teknisk/økonomisk problemstilling. Det er måske i sidste ende mere priser end teknik, der er problemet. En del af udvalgsarbejdet vil formentlig komme til at handle om, om de lave priser er et varigt eller et forbigående fænomen.





### *Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling*

Under dette ministerium hører flere enheder, som forestår forskningsfinansiering.

Den ene er Forskningsstyrelsen, som bl.a. omfatter de seks statslige forskningsråd, hvorunder Statens Teknisk Videnskabelige Forskningsråd (STVF) og Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd (SNF) er de mest relevante.

STVF støtter mere langsigtet grundlagsskabende forskning, som skal flytte grænserne for det teknisk mulige til at understøtte fremstilling af varer og tjenesteydelser. SNF støtter primært den rene grundforskning uden et nødvendigt endeligt sigte for anvendelsen.

Forskningsrådene administrerer<sup>17</sup> ca. 1 mia. kr. årligt, hvoraf de 600 mio. (SNF: 120 mio.; STVF: 90 mio.) er frie fondsmidler, som udbydes i åben konkurrence mellem forskerne to gange årligt. STVF opererer for tiden med tre forskellige virkemidler. Talentprojekter (yngre forskere), forskningsprojekter med en ramme op til 3 mio. og endelig rammeprogrammer, hvor flere forskergrupper samles om et projekt, med en ramme på 15 mio. kr. De resterende 400 mio. er strategimidler, som er initieret via finansloven. Det er eksempelvis Større Tværgående Forskergrupper, Innovations Post Doc og Scientific Computing, hvor Forskningsstyrelsen via programkomiteer udmønter de afsatte midler.

Den anden væsentlige enhed – efter omlægningen af ministerierne – er innovationssøjlen, der administrerer de ordninger, der er overtaget fra Erhvervsfremmestyrelsen, bl.a. centerkontrakter og erhvervsforskeruddannelsen.

Centerkontrakter består af et formelt samarbejde imellem virksomheder, universiteter/sektoforskninginstitutioner og GTS-institutter. Virksomhederne skal finansiere halvdelen af centerkontrakten specielt via eget arbejde. GTS

institutterne forestår videnspredning af forskningsresultaterne på kommercielle vilkår. Forskningsrådene har igennem de sidste år deltaget i denne proces ved en kvalitativ vurdering af forskningen i ansøgningen. For øjeblikket udgør centerkontrakter ca. 100 mio. kr. årligt.

Erhvervsforskerordningen er en formel ph.d. uddannelse, hvor ph.d.-studerende er ansat i virksomheden og indskrevet ved et universitet. Der igangsættes ca. 40 erhvervsforskere årligt på baggrund af ansøgninger.

Videnskabsministeriet administrerer lovgivningen om sektorforskning og er i denne forbindelse også ressortministerium for Risø (basisbevillingen til Risøs forskningsaktiviteter gives på grundlag af en resultatkontrakt mellem ministeriet og Risø).

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling har desuden fået tillagt administrationen af systemet for teknologisk service (GTS-systemet). Via dette system ydes basistilskud til ca. 10 institutter, herunder også DHI. Basistilskuddet er typisk mellem 10 og 20% af institutternes årlige omsætning, i gennemsnit ca. 14%.

Endelig er Videnskabsministeriet ressortministerium for universiteterne.

### *PSO*

De to systemansvarlige selskaber (ELTRA og Elkraft System) er gennem elforsyningsloven pålagt at forestå udførelsen af "sådanne forsknings- og udviklingsprojekter, som er nødvendige for udnyttelsen af miljøvenlige elproduktionsteknologier<sup>18</sup> (den såkaldte PSO-ordning)."

Forskning og udvikling, der støttes herfra, skal være ikke-kommerciel. Den udbydes en gang årligt. Samlet omfatter støtten ca. 100 mio. kr. årligt.

17. Der er tale om 2001 tal, idet finanslovsforslag 2002 ikke var kendt, da notatet blev udarbejdet.

18. Citat fra udkast til bekendtgørelse om systemansvar (høringsudgaven, august 2001).



#### Konklusioner vedrørende muligheder

Der er store muligheder for en fortsat stærk markeds­mæssig udvikling inden for vindenergiområdet. Vindenergien er i stand til at opfylde en række meget væsentlige samfundsmæssige mål: At levere bæredygtig energi, at bidrage til forsynings­­sikkerhed, at bidrage til beskæftigelses-, teknologi-<sup>19</sup> og erhvervsudvikling.

Eftersom den danske vindmølleindustri har en meget stærk placering internationalt med

store markedsandele (jf. dog også afsnittet om trusler, afsnit 2.2) vil der være en stor efterspørgsel efter viden, der kan bidrage til at sikre/udbygge denne markedsposition

Om mulighederne kan realiseres i det omfang, som beskrives i Wind Force 10 scenariet, afhænger både af det omfang, som det lykkes at nedsætte omkostningerne til produktion af vindenergi og politisk vilje til tiltag i retning af:

- Internalisering af alle omkostninger ved fossile brændsler og a-kraft

19. Jo mere omfattende og grundlæggende vindenergiforskningen bliver, jo mere øges mulighederne for spin-off til andre anvendelser af teknologien.



- Fortsat subsidiering af elproduktion baseret på VE og vindenergi

For forskningskonsortiet rummer disse perspektiver for vindenergiområdet i sig selv en række muligheder.

Nye muligheder er knyttet til, at perspektivet for vindenergien gradvis udvides til også at omfatte erhvervsmæssige (og beskæftigelsesmæssige) hensyn. Udover at varetage energipolitikken skal Økonomi- og Erhvervsministeriet også "foretage overvågning, analyser og politikudvikling inden for områder, der er centrale for væksten i dansk økonomi og dermed grundlaget for den fremtidige velfærd"<sup>20</sup>. Der er derfor muligheder i et nærmere samarbejde med dette ministerium.

Centralt for forskningskonsortiet er naturligvis også mulighederne for offentlig forskningsfinansiering. Den samlede effekt af udviklingstendenserne inden for de forskellige kilder til finansiering er svær at vurdere.

Selv om EU's 6. Rammeprogram for forskningen ikke eksplicit har vindenergi som indsatsområde, så er der en række muligheder i det nye 6. Rammeprogram (FP6). Der lægges i EU vægt på en stigende integration af forskningsressourcerne og FP6 rummer øget vægt på netværksdannelse og integrerede projekter, ligesom der tales om virtuelle "centres of excel-



lence". Samlet kan der være knyttet øgede muligheder til evne til international netværksdannelse.

*Nationalt bliver rammerne i Energistyrelsens F&U aktiviteter (EFP og UVE) løbende mindre. Der er dog i de seneste år kommet PSO-finansieret F&U til.*

Konsortiets planlagte forskerskole<sup>21</sup> kan blive et aktiv i rekrutteringen af højtuddannede til vindmølleindustrien, fordi den vil tiltrække udenlandske kandidater, hvoraf en del formentlig vil søge arbejde i Danmark.

20. Citatet stammer fra en beskrivelse af ministeriets opgaver, som er omdelt til medarbejderne.

21. DAWE, Danish Academy in Wind Energy, December 2001.



## 3.2 Trusler

### Udviklingen af markedet for vindenergi, drivkræfter og teknologier

Den meget store forventede markedsvækst for vindenergi er især baseret på to forhold:

- ▶ At de energipolitiske forudsætninger i de store linjer svarer til dem, der aktuelt er gældende, idet energipolitikken fortsat er en meget vigtig drivkraft for udviklingen
- ▶ At vindenergiteknologien er den mest konkurrencedygtige rene energiteknologi til elproduktion

#### *De energipolitiske forudsætninger*

Eftersom vindenergiudviklingen er betinget af energipolitikken, kan væsentlige ændringer af de energipolitiske forudsætninger udgøre en trussel mod udviklingen på vindenergimarkedet. Bonn-aftalen udgør således<sup>22</sup> en svækkelse (set i forhold til Kyoto-aftalen) af den internationale klimapolitikens betydning.

Det er imidlertid internationalt svært at identificere konkrete trusler i form af ændringer i energipolitikken retning. Nationalt er det svært at vurdere, i hvilken retning den nye danske regering vil gå. De overordnede hensyn, som er af betydning for vindenergiudviklingen, er samlet set rimeligt faste. Den stadig mere udtalte dobbelte forankring i både miljø og forsyningssikkerhed understreger dette.

En potentiel trussel i forhold til markedsudviklingen er en ændret politisk/folkelig holdning til anvendelse af a-kraft. I EU's grønne bog er beregnet, at a-kraft ved en høj udnyttelse (7000 driftstimer årligt) producerer væsentligt billi-

gere el (kr./kWh) end vindmøller. Dette ændrer sig, hvis udnyttelsen af a-kraftværket reduceres til 5000 eller 2500 timer.<sup>23</sup>

Der er ingen tvivl om, at udviklingen hen imod større afhængighed af import i energiforsyningen har fået nogle beslutningstagere til at tænke i retning af en revival for a-kraft. Det er derfor en trussel, der skal tages alvorligt. På den anden side er der efter den 11. september en stigende opmærksomhed omkring den sårbarhed, der repræsenteres af centraliseringen i de moderne industrisamfund. Det forekommer derfor lige nu meget lidt sandsynligt, at der skulle ske en sådan ændring i de nærmeste år. Tværtimod synes de aktuelle oplevelser af frygt – på grund af sårbarheden – at gå i den modsatte retning.

Centralt er også

- ▶ at a-kraft ikke indgår i Bonn-aftalen
- ▶ at der er en meget stærk folkelig modstand mod a-kraft, som ikke gør initiativer til fordel for a-kraft politisk "feasible"
- ▶ at a-kraft på trods af årtiers meget store subsidier ikke har opnået økonomisk konkurrencedygtighed<sup>24</sup>

#### *De teknologiske forudsætninger*

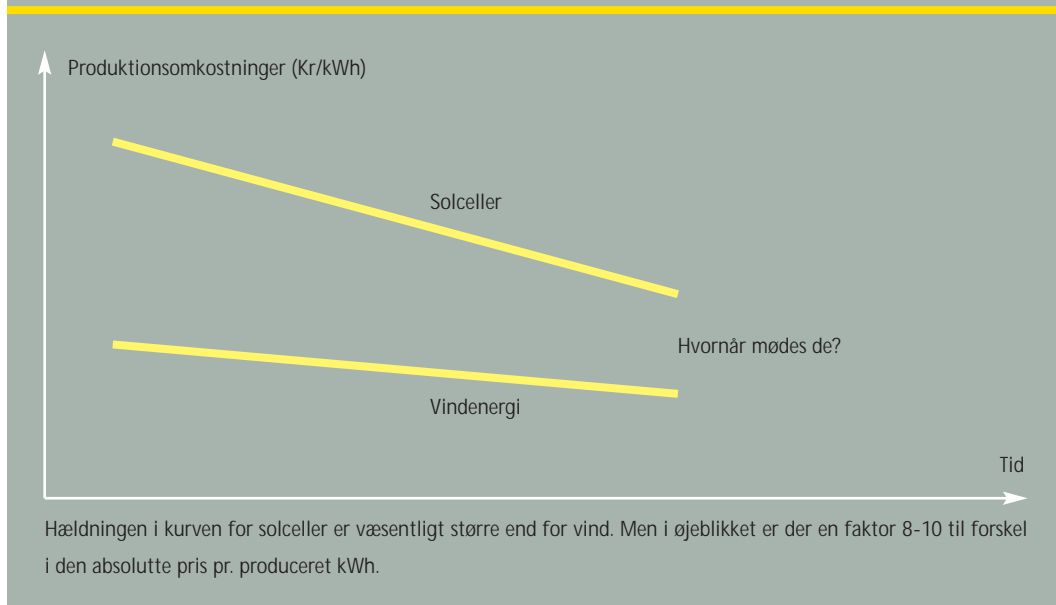
Den vigtigste potentielle trussel mod væksten i vindenergimarkedet er formentlig, at en anden "ren" elproducerende energiteknologi udvikler sig til at være mere konkurrencedygtig end vind. Truslen kan blive større, hvis der samtidig er tale om en teknologi, der ved anvendelse i stor skala ikke stiller de samme systemkrav, som vindenergien gør.

22. Dette er formentlig korrekt. Det er svært at konsekvensvurdere Bonn-aftalen, bl.a. i forhold til den sandsynlige udvikling såfremt Kyoto-aftalen ikke var blevet modificeret. Men alene USA's manglende deltagelse har en betydelig konsekvens.

23. Tallene skal ikke her diskuteres nærmere. Det centrale er, at de repræsenterer den aktuelle officielle opfattelse i EU.

24. Der henvises bl.a. til lederen i Economist fra den 17. maj 2001, som på et klart markedsøkonomisk grundlag afviser nye tilskud til udvikling af A-kraft.

Figur 4. Fra et seminar om technology foresight arrangeret af Risøs systemanalyseafdeling (foråret 2000).



I øjeblikket er en sådan teknologi ikke i syne. Der er desuden mulighed for yderligere økonomiforbedringer af vindenergien. Men det kan ikke udelukkes, at der om nogle år opstår konkurrence fra andre teknologier, jf. figur 4.

#### Den danske vindmølleindustri

Bla. i kraft af den vægt, der lægges på beskæftigelseshensynet, vil produktionen af vindmøller utvivlsomt i fremtiden blive fordelt på de fleste af de lande, der skal investere i udviklingen. Danmark har andel af verdensmarkedet for vindmøller på ca. 50% .

Det må forventes, at den danske markedsandel vil falde i de kommende år, og det må desuden antages, at virksomhederne udvikler sig i multinational retning, således at en større andel af produktionen af vindmøllerne vil foregå uden for Danmark, jf. også kommentarerne til boks 125. Vindmølleindustrien forventer ikke

nogen stigning i beskæftigelsen vedrørende produktion af vindmøller i Danmark i de kommende år. Derimod kan der forventes en vis stigning på funktionærsiden, idet i hvert fald de danske vindmøllefabrikanter forventes at udbygge salg, marketing og udvikling i Danmark.

Om denne udvikling set i forhold til forskningskonsortiet skal betragtes som en trussel er ikke givet.

Det centrale spørgsmål er, om

- ▶ de dansk lokaliserede virksomheder vælger at lade deres kerneaktiviteter forblive i Danmark
- ▶ de udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark.

En mulig trussel for DFV er derimod, at virksomhederne vælger at placere en større del af de videnbaserede aktiviteter uden for Danmark,



og/eller at Danmark ikke kan tiltrække nye videnbaserede aktiviteter på området.

En anden trussel kan være, at der ikke fremover vil være et tilstrækkeligt udbud af kvalificeret arbejdskraft til at imødekomme industriens behov. Dette kan både gælde faglærte arbejdere og (især) ingeniører<sup>26</sup>.

### Forskningsfinansiering

Der er både nationalt (Energistyrelsens område) og Internationalt (EU's 6. Rammeprogram) nogle trusler i sigte for så vidt angår forskningsfinansiering.

#### *Svækkelse af Energistyrelsens forskningsfinansiering*

Eftersom Energistyrelsens forskningsstøtte har været et vigtigt led i udviklingen af vindenergi i Danmark, så udgør de aktuelle tendenser i retning af en svækkelse af finansieringen herfra en mulig trussel for konsortiet. Såfremt de nuværende langsigtede forskningsaktiviteter skal gennemføres uændret er det en forudsætning, at konsortiets institutioners egne basismidler geares med andre midler. Denne gearing har

energiforskningsprogrammet, EFP, og udviklingsprogrammet for vedvarende energi, UVE, været de centrale led i. Programmerne har desuden også typisk udgjort et springbræt for deltagelse i EU-projekter.

De samlede F&U midler i Energistyrelsens regi har i de senere år – så vidt det kan vurderes – været nogenlunde konstante<sup>27</sup>. Men en række forhold medfører, at de midler, der er til rådighed for en langsigtet videnopbygning på områder, der kan danne grundlag for samarbejde med erhvervslivet, er for nedadgående.

For det første betyder anvendelsen af UVE til at give standardtilskud til forskellige typer af anlæg, at en stigende andel af et beløb, der i forvejen er for nedadgående, anvendes til disse standardtilskud. Tilpasningen af tilskudssatser sker ofte lidt for sent<sup>28</sup>. For det andet er midlerne til EFP løbende blevet reduceret i de senere år. En udvikling, der muligvis kan forventes accelereret fra og med 2002.

Beløbsmæssigt kompenseres<sup>29</sup> nedgangen inden for EFP og UVE af oprettelsen af særlige øremærkede kasser til f.eks. havvindmøller, brint, bølgeenergi, geotermi, solceller m.v. Det forhold, at der er særlige kasser gør det imidlertid vanskeligere at foretage en samlet plan-

26. Det er dog også muligt at påvirke udbuddet, jf. omtale af forskerskole, side 16.

27. Der ser dog ud til at være et fald i FFL 2002.

28. Sammenhængen mellem standardtilskud og udviklings-tilskud forventes at blive et hovedpunkt i den igangværende UVE evaluering.

29. Måske endda fuldt ud.



lagt prioritering af forskningsindsatsen, så målet om at understøtte energipolitikken kan fastholdes.

Den nye regering har med finanslovsforslaget for 2002 foreslået en væsentlig reduktion af den forskningsfinansiering, der administreres af Energistyrelsen. De omkring årlige 20 mio. kr., der samlet er ydet til vindenergi, har imidlertid udgjort et meget væsentligt bidrag til den danske forskning på området. Reduceres bidraget vil det på kortere sigt få konsekvenser for forskningsindsatsen. Den planlagte reduktion er derfor en alvorlig trussel.

#### Sammenfattende om trusler

Eftersom vindenergiudviklingen fortsat er betinget af den førte energipolitik, kan væsentlige ændringer på internationalt plan af de energipolitiske forudsætninger udgøre en trussel mod udviklingen på vindenergimarkedet. Dette må indtil videre dog betragtes mere som en sårbarhed end som en trussel.

Der er ikke i analysearbejdet identificeret

konkrete trusler i form af ændringer i energipolitikens retning. Den nye danske regering har dog lagt øget vægt på energiprisernes udvikling og bremset investeringerne i havmølleparker, hvilket understreger afhængigheden af nationale energipolitiske beslutninger.

De overordnede energipolitiske hensyn, som bestemmer vindenergiudviklingen, forekommer fortsat rimeligt faste.

En ændret politisk/folkelig holdning til anvendelse af a-kraft er en anden potentiel trussel. Udviklingen i retning af større afhængighed af (fossil) energiimport har givet større opmærksomhed omkring a-kraft. På den anden side er også sårbarheden i de moderne industrisamfund kommet meget i fokus. En billigere anden "ren" elproducerende energiteknologi kan også blive en trussel, specielt hvis den er enklere at anvende i stor skala. I øjeblikket er en sådan teknologi imidlertid ikke i syne.

Det centrale for vurderingen af tendenserne i vindmølleindustrien er ikke beskæftigelse ved produktion af vindmøller i Danmark, men om dansk lokaliserede virksomheder vælger at lade deres kerneaktiviteter forblive i Danmark, og udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark. En mulig trussel er, at virksomhederne i højere grad vælger at placere de videnbaserede aktiviteter uden for Danmark.

Herudover kan et utilstrækkeligt fremtidigt udbud af kvalificeret arbejdskraft i forhold til industriens behov, også blive en trussel.

Der er i de senere år sket en vis svækkelse af Energistyrelsens forskningsmidler. Der er en betydelig yderligere svækkelse i den nye regerings forslag til finanslov.



### 3.3 Styrker



#### Energipolitikken

Set over en længere periode og sammenlignet med andre lande, har Danmark i perioden siden 1970-erne (1. og 2. oliekrise) ført en meget målrettet energipolitik.

De vekslende energiplaner og energiaftaler (senest Energi 21 og aftalen om elreformen fra marts 1999) har udgjort fundamentet for en udvikling af den danske energiforsyning med en stigende andel af vedvarende energi.

Energipolitikken har rummet en række bredspektrede virkemidler sigtende mod både udvikling af nye forsyningsteknologier og støtte til udvikling af markedet for disse nye teknologier, herunder også direkte og indirekte økonomiske subsidier.

30. En af de løbende problemer forbundet med teknologiudviklingens stærke afhængighed af energipolitikken har været mange stop-go situationer.

Denne politik udgør i sin helhed en klar styrkeposition for forskningen i vindenergi og har også udgjort en del af forudsætningen for udvikling af vindmølleindustrien til en erhvervs-mæssig styrkeposition<sup>30</sup>.

#### Vindmølleindustrien

Vindmølleindustrien havde i år 2000 et salg på 2.100 MW og en markedsandel på små 50% af verdensmarkedet. Industrien omsatte ca. 13 mia. kr., beskæftigede 12.000 personer i Danmark og 6.000 ved produktion af danske vindmøller i udlandet og havde samme år en eksport af vindmøller på ca. 10 mia. kr. på årsbasis<sup>31</sup>. I 2001<sup>32</sup> er omsætningen steget til ca. 20 mia. kr.

31. Tallet omfatter eksport af "hele" møller ikke særskilt eksport af mølledele udover generatorsæt.

32. Oplyst af Vindmølleindustrien. Øvrige data for 2001 foreligger endnu ikke.



Industrien repræsenterer således en meget klar dansk styrkeposition og desuden en forventet øget efterspørgsel efter et forskningskonsortiums ydelser.

Der sker i industrien en løbende udvikling i den måde produktudviklingen sker på. Dels i kraft af den stadig større skala i virksomhederne, dels fordi produktionen generelt bliver mere videnbaseret, er der i industrien en stigende interesse for den videnudvikling, der sker inden for forskningen.

#### Forskningspolitik og -finansiering

Det har været centralt for udviklingen af vindenergi i Danmark, at der har været tale om parallel anvendelse af forskning og udvikling og markedspåvirkning (økonomiske incitamenter, godkendelsesregler). Mere abstrakt udtrykt har der været tale om både technology push og market pull. Denne kombination repræsenterer som udgangspunkt en styrkeposition.

Det har desuden været et centralt vilkår for Energistyrelsens støtte til forskning og udvikling, at de støttede aktiviteter skulle understøtte den førte energipolitik. F&U er blevet set som et virkemiddel til implementering af denne politik. De formelle formuleringer af forskningens mål, jf. boks 3, lægger imidlertid også en betydelig vægt på erhvervsudvikling som mål.

I forvaltningen af både UVE- og EFP-midlerne har man lagt vægt på, at der skulle være

#### Boks 3.

#### Citater fra Energi 21 om forskningen

Regeringen ønsker gennem en bevidst kobling mellem energipolitikken, forskningen og den teknologiske udvikling at benytte de energipolitiske satsninger som et udgangspunkt for en styrkelse af danske virksomheder.

Side 15

Energiforskningen og den tilknyttede teknologiske udvikling skal dels fremme de langsigtede målsætninger for energipolitikken, dels medvirke til en styrkelse af eksporten af dansk energiteknologi og -viden.

Side 52

tale om projektf finansiering (gerne større projekter), ikke om basistilskud til forskning. I praksis er der dog støttet forskningsområder (f.eks. inden for rammen af større, fortløbende projekter).

I EFP har der desuden været lagt megen vægt på samspillet mellem virksomheder og forskning. Tilknytningen til energipolitikken har også gjort det muligt at kombinere forskningsindsats med forskellige former for anlægstilskud (som de tidligere tilskud til opstilling af vindmøller eller den aktuelle værktøj).

Som udgangspunkt repræsenterer forskningspolitikken derfor en styrkeposition for konsortiet.

#### Dansk vindenergiforskning

##### *Struktur og institutioner*

Den danske vindenergiforskning har et meget betydeligt volumen. Alene det af konsortiet udarbejdede kompetencekatalog indeholder ca.



Tabel 1.

Konference	Antal artikler	Artikler med dansk deltagelse	Artikler med Risø-deltagelse
EWEC '97 Dublin	188	20 %	16 %
EWEC '99 Nice	308	23 %	18 %
EWEC '01 København	377	27 %	16 %

Det skal her bemærkes, at Risø var kraftigt engageret i Nice-konferencen både i komiteer og med formand.

150 forskerårsværk, enten knyttet til konkret forskning i vindenergi eller til forskning i generiske områder med vindenergi som eksempel. Hertil kommer forskning i institutioner og virksomheder uden for konsortiet.

I en international sammenhæng kan størrelsen af den danske vindenergiforskning også ses af den væsentlige andel af papirer fra Danmark ved de store europæiske vindenergikonferencer. Betragtes alene de sidste tre EWEC-konferencer, fås tabel 1, der foruden antal papirer viser andelen af papirer med danske forfattere eller med Risø-forfattere.

Konsortiets forskningsmiljøer uddanner løbende ph.d-kandidater, hvilket har en klar positiv effekt på såvel uddannelse som forskning.

*Evnen til at tilfredsstille brugernes behov*

Det er i indledningen understreget, at "Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi" grundlæggende skal måles på, om det er i stand til at imødekomme brugernes<sup>33</sup> behov. Vigtigst er i denne sammenhæng vindmølleindustrien.

Imidlertid er dette en vanskelig måling. Der kan derfor kun peges på indikatorer i form af eksempler.

Det videnberedskab, som den offentlige forskning repræsenterer, opleves som vigtigt af industrien, fordi den forskningsmæssige basis giver vindmøllefabrikanterne mulighed for at analysere specifikke fænomener og sammenhænge, som har betydning for vindmøllens ydeevne og problemfri drift.

I forløbet omkring problemet kantsvingninger på nogle rotorers konstateredes en meget stor (og lidt pludselig) interesse for, om a) fænomenet kunne forklares b) om der kunne gives anvisninger, så kantsvingningerne kunne undgås. Andre eksempler på, at videnberedskabet er kommet i spil i forbindelse med konkret problemløsning er "dobbelt-stall" og "vortex-generatorer".

Det er karakteristisk for disse eksempler, at netop det forhold, at de opståede problemer blev vendt i en række forskellige sammenhænge (og videnmiljøer) var medvirkende til, at der meget hurtigt af fabrikanterne blev fundet strategier til håndtering af problemerne.

På flere områder har der været en tradition

33. I denne udgave af notatet behandles kun vindmølleindustrien (forstået som det samlede leverancesystem, der frembringer møllerne).

for udviklingen af egentlige værktøjer (f.eks. edb-værktøjer som Flex5 og WASP), som resultat af forskningsindsatsen. Værktøjer er et vigtigt middel til videnspredning, idet de kan anvendes uden at forudsætte en dybtgående viden om de sammenhænge, som værktøjet er baseret på. Dette område må karakteriseres som en ud-talt styrke.

Samtidig bidrager den umiddelbare anvendelighed også til forståelse for betydningen af videnopbygningen.

Den tætte forbindelse mellem forskning og udvikling på Risø og udviklingen af godkendelsessystemet samt gennemførelsen af de konkrete typegodkendelser har resulteret i en god kontakt mellem industrien og forskningen og kan derfor også karakteriseres som en styrke.

#### *International kontakt*

De danske aktører i vindenergiforskningen, herunder deltagerne i forskningskonsortiet, har et omfattende internationalt netværk og internationale kontakter (dette er nærmere beskrevet i bilaget).

Inden for forskningsverdenen indeholder netværket både andre universiteter og forskningsinstitutioner. Heraf udgør de nationale forskningscentre med fokus på vindenergi en særlig gruppe, som specielt Risø har kunnet trække på i forbindelse med strategiske såvel som projektsamarbejder.

Af formaliserede vindenerginetværk eller internationale organisationer, som Risø deltager i, skal nævnes: IEA (vindenergi R&D), som initierer forskningsamarbejder ud over Europa med blandt andre USA, Canada, Japan, Mexico og New Zealand, EUREC, som er en europæisk interesseorganisation for vedvarende energiforskningsinstitutioner, MEASNET, som er et netværk af centre, der udfører vindmøllelin-

ger, IEC og CENELEC, som er internationale standardiseringsorganisationer samt EWEA, som er den europæiske vindenergiforening.

#### **Videnspredning**

Et centralt virkemiddel til spredning og anvendelse af den viden der udvikles, er uddannelse, såvel grunduddannelse som efteruddannelse.

Selv om der p.t. ikke er nogen formel uddannelse, som direkte sigter mod vindenergiområdet<sup>34</sup>, har de tekniske universiteter, Danmarks Tekniske Universitet i Lyngby og Aalborg Universitet kurser på centrale emner såvel som kurser specifikt om vindenergiteknologi. På DTU og AaU er der også etableret internationale M.SC. uddannelser i henholdsvis vindenergi og vedvarende energi. Også ingeniørhøjskolerne er opmærksomme på vindenergiområdet uden dog at have udviklet specifikke uddannelsesprogrammer.

På teknikerniveau har Tønder Tekniske Skole haft et program for uddannelse af vindmølle-montører, en uddannelse som dog ikke længere eksisterer, da virksomhederne selv har overtaget uddannelsen af montører.

Der er i dag en række forskellige områder, hvor industri og offentlig forskning/udvikling er i indgreb. Det gælder kontraktforskning, almene forskningsprojekter, ph.d-projekter og i stor udstrækning eksamensprojekter for kandidater i ingeniøruddannelserne. En sådan tæt kontakt er af stor betydning for videnspredningen.

Det repræsenterer en styrke, at der er viden om vindenergi i uddannelsesinstitutionerne.

#### *Efteruddannelse*

Efteruddannelse med et specifikt indhold rettet mod vindenergisektoren har været gennemført

34. Dette hænger først og fremmest sammen med, at vindenergiteknologien er tværfaglig og indeholder elementer fra alle traditionelle ingeniørdiscipliner.



af Forskningscenter Risø og Energi- og Miljødata, mens GTS-institutterne har gennemført kurser af mere generelt indhold, men henvendt til vindmølleindustrien.

#### Sammenfattende om styrker

Vindmølleindustriens internationale erhvervs-mæssige styrkeposition repræsenterer i sig selv en styrke.

På konkrete områder er der imidlertid også klare styrkepositioner for forskningskonsortiet og dets aktiviteter.

For det første er den tætte forbindelse mellem forskning og udvikling på Risø og udviklingen

af godkendelsessystemet samt gennemførelsen af de konkrete typegodkendelser resulteret i en god kontakt mellem industrien og forskningen.

For det andet har der på flere områder været en tradition for udviklingen af egentlige værktøjer (edb-værktøjer), som resultat af forskningsindsatsen. Værktøjer er et vigtigt middel til videnspredning, idet de kan anvendes uden at forudsætte en dybtgående viden om de sammenhænge, som værktøjet er baseret på.

For det tredje udgør vindenergiforskningen i Danmark et vidnemiljø af en betydelig størrelse med en solid international kontakt og anerkendelse.



## 3.4 Svagheder

### Vindenergis sårbarhed på energimarkedet

Uanset vindmølleindustriens stærke position på markedet er det en klar svaghed, at vindenergiens konkurrenceposition er afhængig af energipolitiske virkemidler. Det giver en sårbarhed overfor politiske<sup>35</sup> omskiftelser.

Selv om de langsigtede tendenser, som vindmølleindustriens markedspostion hviler på, forekommer ret så sikre, er en politisk forankring af en markedspostion i sig selv en svaghed. Politik er grundlæggende meget omskiftelig og påvirkelig af andre forhold end realiteter, og skift kan komme meget hurtigt.

Svagheden er snævert forbundet med, at vindenergien i sig selv ikke er konkurrencedygtig på markederne, men forudsætter energipolitisk støtte.

### Vindmølleindustrien

Den danske vindmølleindustriens førende markedspostion viser, at industrien har været bedre til videnanvendelse og innovation end sine konkurrenter. Dette er en væsentlig del af grundlaget for de meget store markedsandele.

Der er imidlertid også tegn på, at industriens videnanvendelse i dag ikke fuldt ud lever op til "state of the art" inden for knowledge management samt tegn på, at der er et væsentligt potentiale for forbedringer på innovationsområdet.

Antallet af udtagne patenter er således meget lavt, mens der på den anden side er eksempler på, at andres patenter kan udgøre barrierer for den danske industri. En anden indikator er, at ansættelsen af medarbejdere med en ph.d.-ud-



35. Aktuelt er der to eksempler på dette, dels den nye danske regerings forslag til ændringer og dels USA's manglende forlængelse af skattesubsidierne til vindenergi.





dannelse indtil nu har været forholdsvis begrænset.

Virksomhedernes hurtige vækst har formentlig betydet, at det har været svært at nå at opbygge moderne systemer for knowledge management, videndeling, beskyttelse af viden m.v. Der er imidlertid også klare tendenser til en udvikling på dette område.

Det har været diskuteret, om vindenergisektoren som følge af disse svagheder ligger helt åbent for andre og nye aktører (lave adgangsbarrierer). Dette må imidlertid anses for tvivlsomt. Selv om der ikke er tale om beskyttelse i form af patenter og selv om teknikens udspring ikke er højteknologisk, så er der i dag en betydelig mængde tavs viden knyttet til produktionen.

## Forskningspolitik og -finansiering

Energistyrelsens midler til forskning og udvikling har en størrelse og karakter (opsplitning i efterhånden ganske mange kasser), som gør dem meget velegnede til at understøtte teknologier, som ikke er i en egentlig kommerciel fase (teknologier i svøb).

Det ser imidlertid ud til, at Energistyrelsens forskningsmidler har vanskeligt ved at matche behovene i relation til en egentlig kommerciel teknologi som vindenergi.

Udviklingen i vindmølleindustrien har helt naturligt flyttet Risøs indsatsområde over på mere grundlæggende forskningsområder, (og dermed lidt væk fra den projektilfilosofi, der er det centrale i EFP).

Der har derfor løbende været stillet spørgsmålstegn ved, om EFP-tilskuddene til Risøs forskning var basistilskud. Der har også i Energistyrelsen været ønsket om at substituere statslige midler med midler fra industrien, dog med meget klare afvisninger fra industrien til følge.

De ca. 100 mio. kr., der for tiden indgår i den forskning og udvikling, der finansieres af de systemansvarliges PSO midler, må ikke anvendes til projekter, der har en kommerciel interesse for projektdeltagerne.

Det skulle være muligt at justere indholdet af EFP og UVE i lyset af, at PSO-midlerne skal gå til ikke-kommercielle forhold. I praksis har det vist sig svært at opnå en egentlig arbejdsdeling mellem de to systemansvarlige virksomheder, som forestår PSO-udviklingen og Energistyrelsen.

## Vindenergiforskningen

Eftersom vindenergiforskningen er multidisciplinær og eftersom en stor del af forskningen foregår i faglige miljøer, der er disciplinorienterede, skal der for at orientere videnudvikling mod vindenergi samarbejdes på tværs af discipliner. Det sker i dag. Samlet set må det dog be-

tragtes som en svaghed, (som bl.a. dannelsen af konsortiet skal bidrage til at mindske).

### Videnspredning

Videnspredningen fra den offentligt støttede forskning og udvikling repræsenterer i sit udgangspunkt svagheder<sup>36</sup> på to områder.

For det første er der strukturelt en ret stor afstand mellem videnudvikling på den ene side og uddannelse på den anden. Tyngdepunktet i videnudviklingen ligger på Risø, og selv om der er mange vigtige samarbejdsflader mellem universiteterne og Risø, så udgør afstanden til uddannelserne en barriere for videnspredningen. Dette er et af de områder, hvor etableringen af konsortiet kan bidrage til en mindskelse/fjernelse af en svaghed.

For det andet afspejler det aktuelle stade for videnformidlingen ikke fuldt ud de erkendelser, der er gjort i den nyeste innovationsteori og betydningen af samspillet mellem industri og forskning. Der er meget samspil i dag, men der er samtidig et potentiale for forbedring.

Vindmølleindustrien peger herudover på, at den geografiske placering af uddannelserne ikke er optimal. Der ønskes flere uddannelser i Jylland. Dette kan godt repræsentere en svaghed, eftersom der er en klar tendens til, at mobiliteten efter endt uddannelse ikke er så stor.<sup>37</sup>

### Sammenfattende om svagheder

På trods af vindmølleindustriens stærke og sikre position på markedet, er afhængigheden af energipolitiske virkemidler en svaghed. Poli-

tik er grundlæggende meget omskiftelig og påvirkelig af andre forhold end realiteter og dette medfører en væsentlig sårbarhed.

Der er desuden tegn på, at industriens videnanvendelse ikke fuldt ud lever op til "state of the art" inden for knowledge management samt på, at der er et potentiale for forbedringer på innovationsområdet. Antallet af udtagne patenter er således lavt og der er eksempler på, at andres patenter udgør barrierer for den danske industri. En anden indikator er, at ansættelsen af medarbejdere med en ph.d.-baggrund indtil nu har været forholdsvis begrænset.

Forskningsfinansieringen er ikke gearret til et samspil med en forskning af den størrelse og langsigtethed, der er behov for på vindenergiområdet. Således synes energiforskningsprogrammet at have vanskeligt ved at matche behovene i relation til en egentlig kommerciel teknologi som vindenergi, idet forskningens indsatsområder flytter i retning af mere grundlæggende forskningsområder (og dermed væk fra EFP's projektilosofi). Desuden må de systemansvarliges PSO midler ikke anvendes til projekter, der har en kommerciel interesse for projektdeltagerne.

På det strukturelle område er der ret stor afstand mellem videnudvikling på den ene side og uddannelse på den anden. Dette udgør en barriere for videnformidlingen.

Det aktuelle stade i videnformidlingen er ikke fuldt ud på høje med de erkendelser, der er gjort i den nyeste innovationsteori og betydningen af samspillet mellem industri og forskning. Der er meget samspil i dag, men der er samtidig et potentiale for forbedring.

36. På dette område har det været svært at gøre konsortiet til genstand i analysen. I praksis er det nok mere blevet summen af konsortiets parter inden dannelsen af konsortiet.

37. Det er derimod tvivlsomt om manglende nærhed også er et problem i relation til samspillet mellem virksomheder og forskning.





## 4. De centrale udfordringer

En række af vurderinger, der er foretaget i SWOT-analysens afsnit 2, kan sammenfattes i nogle problemstillinger, som rummer centrale udfordringer.

*Disse udfordringer bygger på, at der i analysen er beskrevet et meget væsentligt internationalt potentiale for udbygning af vindenergien i de kommende år. Udnyttelsen af dette potentiale vil imidlertid være afhængig af en stadig faldende kWh pris med det mål, at vindenergi på almindelige markedsvilkår bliver konkurrencedygtig med nuværende og fremtidige energiformer.*

Samarbejdet mellem industri og forskning må derfor som centralt mål have, at der skal skabes resultater, der kan bidrage til denne omkostningsreduktion.

I det følgende beskrives udfordringer, som især er centrale for forskningskonsortiet. I et vist omfang omfatter beskrivelsen også de aktører i Danmark, der har ansvaret for rammebetingelserne for vindmølleindustrien.

### A. Den løbende forskydning af rationalet bag den offentlige F&U-støtte på vindenergiområdet ændrer vilkårene for forskning og udvikling

Den iagttagede forskydning er til dels knyttet til, at vindmølleindustrien får en stadig stigende erhvervs- og samfundsøkonomisk betydning, og det øger behovet for en forankring, som omfatter mere end blot energipolitikken.

Der er ikke umiddelbart noget, der peger imod en opbremsning af den meget hastige ud-

vikling på området med omsætningsfordobling hvert 3-4 år. Fortsætter denne udvikling yderligere 10 år vil vindmølleindustrien måske kunne karakteriseres som en dansk parallel til automobilindustrien. Som for automobilindustrien vil det dog ikke være national beskæftigelse, der er det dominerende træk i denne udvikling. Tværtimod må man forvente en behersket udvikling i den samlede beskæftigelse i Danmark.

Den forventede udvikling repræsenterer derfor først og fremmest en erhvervspolitisk udfordring for Danmark. Opgaven er at skabe følgende betingelser for virksomhederne:

- ▶ at de dansk lokaliserede virksomheder vælger at lade deres kerneaktiviteter forblive i Danmark
- ▶ at de udenlandsk lokaliserede virksomheder vælger at etablere sig i Danmark.

### Et erhvervspolitisk mål for vindenergi-sektoren

Der er mulighed for, at Danmark kan sætte sig som mål at blive et internationalt kraftcenter for udvikling af vindenergi med en vision om at skabe en dansk "Wind Power Valley". Der er ikke megen tvivl om, at en del af forudsætningerne for visionen vil være knyttet til forskning og udvikling, bl.a. fordi det synes at være de virksomhedsspecifikke rammebetingelser og ikke de generelle (som selskabsskat m.v.), der er afgørende for virksomheders internationale lokaliseringer<sup>38</sup>.

Også den danske indsats for at tiltrække udenlandske investeringer er baseret på denne

38. I forbindelse med Biogens beslutning om at etablere sig i Danmark, (og dermed yde et væsentligt bidrag til et dansk Medicon Valley), udtalte direktør Paul Coleman til Mandag Morgen, at det har været et dusin forretningsmæssige karakteristika, der har domineret scorecard'et. "Nogle har været virksomheds- og branchespecifikke, andre har ikke: Hvad koster anlæg og drift – herunder selvfølgelig arbejds-

kraft? Har man de rigtige uddannelsesprofiler, eller nogle der ligner? Er infrastrukturen på plads til lands, vands og i luften? Virker myndigheder, lokalsamfund og fagforeninger fornuftige og leveringsdygtige, når det gælder efteruddannelse og byggetilladelser." Samtidig har mulige synergieffekter med det øvrige Medicon Valley spillet en meget væsentlig rolle.

#### Boks 4. Danske erhvervsmæssige styrkepositioner ifølge Invest Denmark

Invest in Denmark We have identified four main Danish stronghold sectors, which are the subjects of special attention:

- ▶ IT/Telecom/Electronics (New Media in Denmark, Power Electronics)
- ▶ Hub Denmark (Distribution and Call Center, Shared Services Center E-business Center, Regional Headquarter)
- ▶ Food (Food processing equipment)
- ▶ Medico

Fra websider

nuancerede tankegang og specielt på mulige synergieffekter, jf. boks 4.

Visionen kan derfor også udtrykkes mere jordnært: Vindenergi skal med på denne liste over danske styrkepositioner.

#### Samarbejde med Økonomi- og Erhvervsministeriet

Dette perspektiv gør det i sig selv naturligt at søge den fremtidige udvikling på området, herunder videnuviklingen, bedre forankret i Økonomi- og Erhvervsministeriet.

Økonomi- og Erhvervsministeriet skal fremover varetage erhvervsøkonomiske analyser og politikudvikling på erhvervsområdet. Det tidligere Erhvervsministerium fandt det naturligt at samarbejde med andre ministerier om en sådan opgave, (bl.a. med Miljø- og Energiministeriet og med By- og Boligministeriet).

Man kunne forestille sig et fælles analyseprojekt mellem Økonomi- og Erhvervsministeriet og Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling omkring vindenergisektoren, herunder videnuvikling i relation til industriens udvikling. En naturlig problemformulering kunne være: Hvad skal der til for at vi kan få et dansk "Wind Power Valley"? I et sådant analyseprojekt kunne også indgå en kvantificering af

vindenergisektorens nuværende og fremtidige betydning for dansk økonomi.

Økonomi- og Erhvervsministeriet vil formentligt anse det for meget vigtigt, at Vindmølleindustrien (organisation og/eller virksomheder) bakker om et sådant initiativ. Det ligger i forlængelse af dialogtankegangen.

#### B. Den danske vindenergiforskning har potentiale til at være en væsentlig faktor i udviklingen af en erhvervsmæssig styrkeposition – vindenergi

Samarbejdet mellem industriel og offentlig forskning fungerer under forskellige former som en vekselvirkning med påvirkninger begge veje. Et væsentligt udviklingsperspektiv ligger i at bevare og udbygge dette samarbejde. Der er behov for koordination mellem den kortsigtede og den langsigtede forskning, og det samme gælder mellem konsoliderende forskning og forskning på forkant af udviklingen.

Virkemidlet til at skabe en sådan koordination er ikke formel styring, men tæt og åben dialog mellem de involverede. En af vejene til at skabe en sådan åbenhed er øget konkret projektsamarbejde om forskning og udvikling.

Effekten af forskningen er knyttet til dens omsætning til anvendelse. Denne omsætning

består af en række diffuse, kontinuerte og langvarige processer. De omfatter konkret samarbejde, løbende dialog og påvirkning gennem bl.a. publicering, information, ideudveksling, konkrete forslag og provokation. Denne proces kan gøres mere effektiv. Også dette peger i retning af behovet for et øget konkret projektsamarbejde.

Konsortiet bør derfor, som led i målet om at skabe baggrund for industriel udvikling, aktivt bearbejde formerne for videreudvikling (anvendeliggørelse) og implementering af forskningsresultater. Her er forskningens direkte kobling til eksperimentel verifikation vigtig, og der er for forskningskonsortiet et betydeligt perspektiv i at indgå i et tæt udviklingssamarbejde med virksomheder med udgangspunkt i egne forskningsresultater.

Der er behov for, at konsortiet i samspil med industrien gennemarbejder fladen for samspil mellem virksomhederne, profilering og positionering af forskningen i forhold til industrien, herunder også spørgsmål som patentpolitik m.v.<sup>39</sup>

Et nøglespørgsmål i relation til den fremtidige forskning er, hvorvidt der i forhold til den fremtidige teknologiske udvikling er videnområder, hvor de centrale danske miljøer "har huller". Emnet har været drøftet som led i analysen, men der er ikke klare svar. Det er dog fornemmelsen, at viden om omsætningen fra mekaniske kræfter (på rotorakslen) til el, der sendes ind i systemet (gear, generator, effektelektronik) ikke forskningsmæssigt udgør den samme styrkeposition som det aerodynamiske område.

Styrken på det aerodynamiske område er en naturlig følge af, at udviklingen af vinger her er forestået af danske virksomheder. Noget stilsvarende gør sig gældende på det styringstek-



niske område. Andre hovedkomponenter udvikles af udenlandske leverandører og har følgelig især skabt styrkepositioner ved de (udenlandske) universiteter og forskningsinstitutioner, som har et tæt samarbejde med disse leverandører. På den anden side er vindmøllen en helhed, hvis optimering afhænger af samspillet mellem de forskellige komponenter og elsystemet.

Den vision, der ligger til grund for etablering af konsortiet er:

- ▶ at udbygge og styrke sammenhængen i det danske videnmiljø for vindenergi således at den internationale førerposition styrkes.

Dette miljø skal primært rumme en central forskning og en decentral udvikling, der også på længere sigt skaber den teknologiske baggrund for en dansk industriel udvikling, som kan opfylde danske energi-, miljø- og erhvervspolitiske mål. Samtidig skal der være en

39. Patenter repræsenterer resultatet af en selvstændig forskningsmæssig satsning, hvilket betyder at forskningsmiljøet kan fremstå som en ligeværdig samarbejdspartner.

På den anden side er der en tradition for, at resultaterne af den offentlige forskning er "fællesejede." Der er derfor behov for en afbalancering.



tæt kobling til de uddannelser, der udgør en væsentlig del af videnspredningen.

Denne vision repræsenterer en symbiose mellem basisforskning, anvendt forskning, uddannelse og industriudvikling. Konsortiets ønske er at understøtte vindmølleindustriens egne udviklingsaktiviteter så effektivt som muligt.

Som basis er det i et samspil mellem industri og forskningsmiljø derfor vigtigt både at skabe en arbejdsdeling og at sikre en kontinuitet i udbygningen og anvendelsen af de discipliner (og værktøjer), som er af grundlæggende betydning for udvikling af vindmøller.<sup>40</sup>

Sammenhængen mellem forskning og uddannelse rummer potentialer for forbedring.

Strukturelt er der i dag en ret stor afstand mellem videnudvikling inden for vindenergi på den ene side og uddannelserne på den anden. Tyngdepunktet i videnudviklingen ligger på

Risø og tyngdepunktet for uddannelserne ligger på DTU og AAU.

Der er allerede i dag mange vigtige samarbejdsflader mellem universiteterne og Risø, men afstanden mellem de to tyngdepunkter udgør også en barriere for videnspredningen. Etableringen af konsortiet kan bidrage til en mindskelse/fjernelse af denne svaghed.

Forskningskonsortiet vil have potentialet til at blive et førende internationalt center for uddannelse.

C. De igangværende ændringer af forskningsfinansieringen vil på lidt længere sigt nødvendiggøre et integreret internationalt samarbejde

Der er på den ene side tegn på en svækkelse af den traditionelle finansiering af vindenergi-

40. Der har indtil nu været et på mange måde udmærket samspil. Visionen er baseret på, at der skal ske en styrkelse.

## Boks 5. Relationen mellem den offentlige forskning og brugerne

### Forskningskonsortiet skal

- ▶ Bidrage til dansk vindenergiteknologi og vindmølleindustri's fremtidige internationale position ved at sikre et forskningsmiljø som kan skabe den langsigtede forskningsmæssige og teknologiske baggrund
- ▶ Skabe den nødvendige kontinuitet i videndannelsen
- ▶ Gennem et udbygget samspil at der i industriens design- og udviklingsproces kan indgå en stadigt stigende mængde forskningsbaseret viden, bl.a. gennem den vigtige udvikling af beregningsværktøjer
- ▶ Sikre, at den forskningsmæssige viden er koblet til den erfaringsbaserede viden
- ▶ Bidrage til, at den erfaringsbaserede viden formaliseres i metoder, som gør det lettere at overføre til andre, hvorved design og udviklingsprocessen bliver mindre afhængig af de personer, som har opbygget erfaringen
- ▶ Indtage en aktiv rolle på forkant i forbindelse med udvikling af det industrirelevante koncept. (Evolution)
- ▶ Undersøge og vise mulighederne i helt nye koncepter. (Revolution)
- ▶ Bidrage til, at industriens kan implementere den nyeste viden ved at indgå i tætte udviklingsprojekter

forskning fra Miljø- og Energiministeriet. På den anden siden foregår der en udvikling inden for EU's forskningsprogrammer i retning af at etablerede forskningsnetværk bliver prioriteret ved tildeling af midler.

EU's forskningsprogrammer skal lige som andre af EU's indsatsområder bidrage til integration. Forskningskonsortiet har, igennem sit brede internationale netværk og sin stærke deltagelse i igangværende forskningsprojekter med EU-støtte, gode forudsætninger for at blive kernen i et evt. "Centre of Excellence" støttet af EU.

Den prioritering af netværksdannelse, der vil komme til at indgå i EU's 6. Rammeprogram rummer potentielle muligheder for konsortiet.

D. Der er behov for en udvikling af relationen mellem den offentlige forskning og brugerne i de private virksomheder

Forskningskonsortiets etablering og fremtidige udvikling må nødvendigvis først og fremmest ses i lyset af dets evne til at opfylde brugernes behov. Derfor udgør relationen til brugerne kernen i den kommende strategiudvikling for konsortiet.

Som et spin-off af arbejdet med SWOT-analysen har arbejdsgruppen givet et bud på elementerne heri. Dette bud er beskrevet i boks 5. Det skal understreges, at dette ikke er et direkte resultat af analysen, men nogle overvejelser, der bygger på arbejdet med analysen.

## Bilag: Deltagere og opgaver i Forskningskonsortiet

I dette bilag beskrives forskningskonsortiets parter, Forskningscenter Risø, Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og DHI, Institut for vand og miljø. Disse fire institutioner supplerer hinanden fagligt og ønsker at udvikle det eksisterende samarbejde til et forskningskonsortium for vindenergi i form af et struktureret og formaliseret samarbejde mellem relevante danske forsknings- og uddannelsesmiljøer.

### Parterne

Forskningscenter Risø er en statsvirksomhed under Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling med egen bestyrelse.

Risø udfører natur- og tekniskvidenskabelig forskning, der kan give det danske samfund nye teknologiske udviklingsmuligheder. Forskningen skal styrke dansk erhvervslivs konkurrenceevne og nedsætte miljøbelastningerne fra industri-, energi- og jordbrugssektoren. Risø har et særligt ansvar for at sikre videngrundlaget for at rådgive myndighederne om nukleare forhold.

Risø skal bidrage til uddannelse af unge forskere.

Risøs særlige styrke er store forsøgsfaciliteter, internationale netværk og tværfaglige forskningsmiljøer, der giver mulighed for løsning af problemstillinger, der går på tværs af traditionelle faggrænser og kompetencer.

Danmarks Tekniske Universitet (DTU) er en selvejende institution med hjemsted og værneting i Kgs. Lyngby. Universitetets vedtægter godkendes af undervisningsministeriet. DTU fungerer inden for universitetslovens rammer med de dispensationer, der fremgår af disse vedtægter, og med de ændringer, der følger af loven om DTUs overgang til selveje.

DTU er et erhvervsrettet universitet, som virker inden for det teknisk-naturvidenskabelige fagområde og andre fagområder i tilknytning hertil. DTU har til opgave inden for sine fagområder at drive forskning og give videre-

gående uddannelse indtil det højeste videnskabelige niveau, samt at varetage efter- og videreuddannelse. DTU sigter mod et internationalt perspektiv og inden for de valgte prioriteringer at tilvejebringe ny viden og mod anvendelse af forskningsresultater til gavn for erhvervslivet og samfundet som helhed.

DTU sigter mod at uddanne diplom- og levnedsmiddelingenører, civilingenører og andre kandidater samt forskere, der alle kan bidrage til den fortsatte udvikling af samfundet. DTU skal værne om forskningsfriheden, bidrage til at udbrede kendskabet til videnskabens arbejdsmetoder og resultater og fremme innovationen i samfundet.

Aalborg Universitet (AaU) er en selvstændig statsinstitution, der fungerer inden for universitetslovens rammer.

AaU forener to traditioner i en varieret vifte af forsknings- og uddannelsesaktiviteter, der dækker både den klassiske traditions grundvidenskab og uddannelse og professionstraditionens anvendelsesorienterede forskning og uddannelse. Den klassiske tradition er repræsenteret ved en række discipliner inden for humaniora, naturvidenskab og samfundsvidenskab, mens den professionsorienterede tradition typisk findes inden for ingeniørområdet, handelshøjskoleområdet og dele af det sociale område.

AaU har til opgave inden for sine fagområder at drive forskning og give videregående uddannelse indtil det højeste videnskabelige niveau. Universitetet skal endvidere værne om forskningsfriheden og bidrage til at udbrede kendskab til videnskabens arbejdsmetoder og resultater og stille relevant information og dokumentation til rådighed for ansatte, studerende og omgivelserne. AaU lægger vægt på at kombinere en global orientering med et regionalt ansvar.

Institut for Vand og Miljø, DHI, er en selvejende, international rådgivnings- og forskningsorganisation. DHI tilhører de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter og er tilknyttet ATV.





DHI's formål er at opbygge kompetence og fremme den teknologiske udvikling inden for vand- og miljøområdet. Der lægges vægt på udvikling og udbredelse af viden og teknologier vedrørende akvatisk økologi og miljøkemi, vandressourcer, vandbygning, offshore teknologi, hydrodynamik samt hermed beslægtede områder. En stor del af den opbyggede viden indkapsles i software produkter.

DHI investerer årligt ca. 25% af sine faglige ressourcer i FoU med henblik på at fremme forståelsen inden for de forskellige vand- og miljørelaterede områder og understøtte softwareudviklingen.

#### Forskningskompetencer i Danmark

En betydelig del af den offentlige vindenergi forskning er koncentreret på Risø, som i stort omfang støtter virksomhederne i deres forsknings- og udviklingsbestrebelse. Risø har på vindenergiområdet forskningssamarbejde med bl.a. Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet og DHI.

I figur 5 er institutionernes faglige profil, som den har manifesteret sig på vindenergiområdet, stikordsmæssigt beskrevet. Institutionerne har identificeret deres kompetencemiljøer og planlagte forskningsindsats i relation til vindenergi og beskrevet den faglige profil for de aktive miljøer.

Der er en række andre institutioner på vindenergiområdet i Danmark, herunder:

- ▶ DEFU (Elforsyning og eldistribution)
- ▶ Københavns Universitet, Geofysisk Afdeling (Uddannelse af meteorologer og oceanografer)
- ▶ Det Norske Veritas (Certificering og forskning i last og sikkerhed)
- ▶ Energi & Miljødata (ressourcer, udredninger)
- ▶ Tripod (målinger, beregninger)
- ▶ Dansk Meteorologisk Institut (forudsigelser mm)
- ▶ Dansk Maritimt Institut (vindtunnelforsøg, kalibreringer, CFD)
- ▶ Techwise A/S (vindmølleprojekter, beregninger, rådgivning)
- ▶ SEAS (vindmølleprojekter)
- ▶ Rambøll, Cowi m.fl. (konstruktioner, fundamenter, rådgivning).

Hertil kommer naturligvis vindmøllevirksomhederne og deres underleverandører, som har en stor F&U-indsats, delvis i samarbejde med de nævnte institutioner.

#### Opgaver

Det nævnte konsortium planlægges med opgaver svarende til tre søjler for forskning, for uddannelse og for rådgivning og service (se diagrammet side 47) .

Konsortiet skal samtidig være åbent overfor samarbejde med andre videnmiljøer i forhold til konkrete opgaver (udbud af forskning, eksterne projekter m.v.). Det er således ikke tanken med konsortiet at skabe et eksklusivt forum af aktører, men tværtimod at udnytte den dynamik og de netværk (nationale såvel som internationale), som konsortiedeltagerne er med i, til at danne de bedst mulige samarbejder i forhold til konkrete opgaver.

Både planer og struktur i konsortiet er fleksible og åbne for nye samarbejder, både inden for forskning og uddannelse. Det er imidlertid en vigtig overvejelse for centret, hvorledes det kan supplere de eksisterende formidlingsrelationer

Figur 5. Institutionerne i Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi

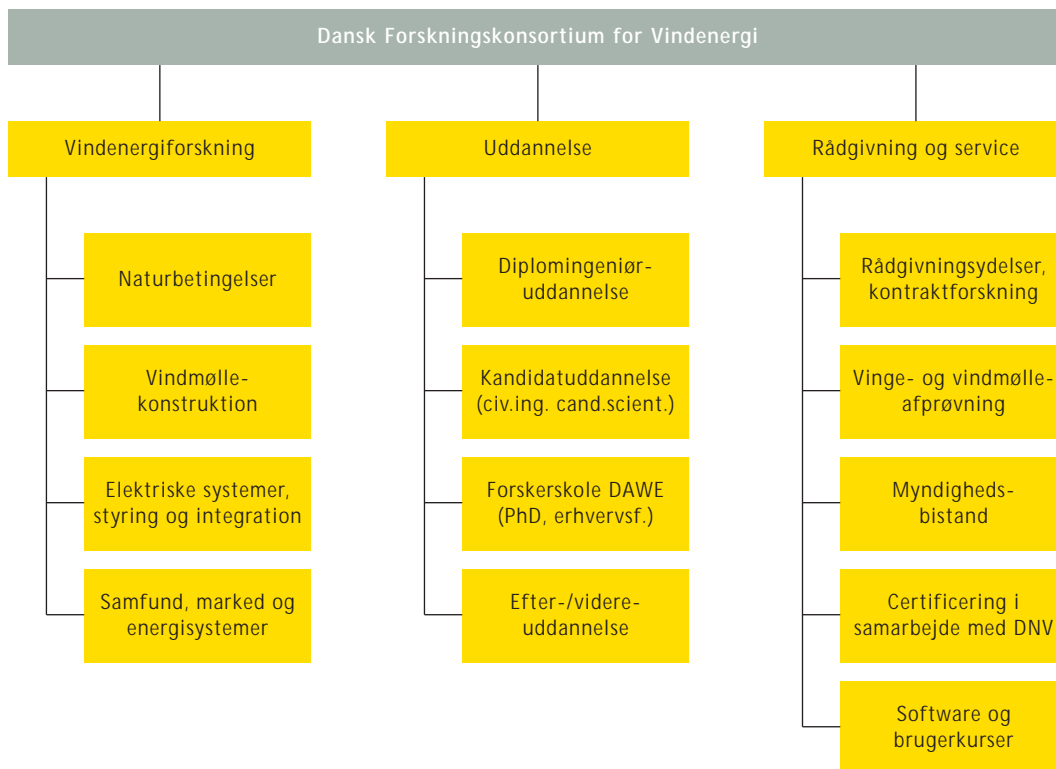
Institution	Faglig styrkeposition
Forskningscenter Risø	Vindressourcer, vindlast og klimatologi Aerodynamik, aeroelasticitet og aeroakustik Struktur- og systemdynamik Lastgrundlag og sikkerhed Konstruktion og materialer Styring og overvågning Elkvalitet og nettilslutning Systemmodellering af vindmøller og parker Økonomi, logistik og systemanalyse Sensorer, prøve- og måleteknik
Aalborg Universitet	Eltekniske komponenter, effektelektronik og generatorer Højspænding og elektriske anlæg Konstruktioners sikkerhed Materialer Geoteknik og fundering Energi og samfundsplanlægning
Danmarks Tekniske Universitet	Aero- og fluiddynamik Styring, overvågning og prognoser Konstruktioners sikkerhed Eldistribution Højspænding og elektriske anlæg
DHI	Hydrografiske parametre (bølger, strøm, is,...) i kyst- og havområder Hydroelasticitet, hydrodynamisk last, respons og sikkerhed af konstruktioner Vand-struktur-havbund interaktion VVM undersøgelser

mellem konsortium og industri og de allerede eksisterende forskningsmiljøer og aktiviteter.

#### Forskning

Formålet for forskningssamarbejdet i konsortiet er at skabe den langsigtede forskningsmæssige og teknologiske baggrund for udvikling af

vindmølleteknologien samt for anvendelse og integration af vindkraft i danske og internationale energisystemer på en sikker og samfundsmæssig optimal måde. Forskningen skal udføres i et tværgående netværkssamarbejde mellem forskningsgrupper på Risø, DTU, AaU og DHI og formidles til erhvervslivet gennem projektsamarbejde, uddannelse af kandidater og



forskere, kurser, rådgivning og andre serviceydelser såvel som gennem sædvanlige kanaler som publikationer, konferencer og seminarer.

Forskningen i konsortiet kan beskrives og koordineres i fire overordnede forskningstemaer. For at de planlagte over 150 forskningsårsværk kan beskrives med en rimelig detalje, rummer hvert tema et antal delprogrammer, karakteriseret ved formål, delmål, milepæle og deltagere. De fire forskningstemaer er:

- ▶ Naturbetingelser
- ▶ Vindmøllekonstruktion
- ▶ Elektriske systemer, styring og integration
- ▶ Samfund, marked og energisystemer

#### Uddannelse

Et væsentlig formål med vindenergikonsortiet er at skabe muligheder for en bedre kompetenceopbygning i virksomhederne, herunder at udanne af kvalificeret arbejdskraft. Ligeledes

skal det bidrage til uddannelsen af forskere på kandidatniveau og ph.d.-niveau såvel som til efteruddannelse af den eksisterende arbejdskraft. Universiteterne har og skal fortsat have ansvaret for uddannelse af kandidater, og både DTU og AaU har oprettet internationale Masterprogrammer på vindenergi og vedvarende energiområdet. Konsortiets forskningsmiljøer uddanner endvidere løbende ph.d.-kandidater, hvilket både en klar positiv effekt på såvel uddannelse som forskning. Konsortiet rolle vil derfor være at planlægge, forberede og stille kræfter til rådighed for uddannelse som skitseret nedenfor.

Parternes roller i uddannelse vil være forskellig, idet ansvaret for både kandidat- og ph.d.-uddannelserne ligger hos universiteterne AaU og DTU. Forskere fra Risø og DHI bidrager med forelæsninger, vejledning, forskningsfaciliteter og værtskaber for afgang- og ph.d.-projekter.

Uddannelser	
Kandidatuddannelse	Forelæsninger Dedikerede kurser International masteruddannelse Studie- og afgangsprojekter
Forskeruddannelse	Ph.d. vejledning Sommerskoler Forskerskoler – Danish Academy for Wind Energy
Efter/videreuddannelse	Emnekurser for ingeniører Seminarer Kurser i beregningsværktøjer Introduktionskurser for teknikere Samarbejde med lokale uddannelsesinstitutioner

#### Rådgivning og serviceopgaver

Alle konsortiets parter, men i særdeleshed Risø og DHI, udfører rådgivning og andre serviceopgaver på kommerciel basis for industrien og andre rekvirenter. Denne aktivitetes forbindelse til kommercielle interesser medfører ofte hemmeligholdelse og begrænsninger i offentliggørelse.

Udover at de enkelte parter og eksterne rekvirenter kan udnytte konsortienetværket til at

identificere og kontakte personer og grupper med relevant viden, skønnes konsortiets netværksaktiviteter i form af koordination, kommunikation, formidling mm kun vanskeligt at kunne styrke disse kommercielle rådgivnings- og serviceopgaver.

Udnyttelse af netværkssamarbejdet i konsortiet vil derfor kun ske på ad-hoc basis for rådgivning og serviceopgaver.







Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi  
Udarbejdelse: Dræbye Rådgivning og Projektledelse,  
Risø, AAU, DTU og DHI  
Design: Rumfang  
Omslagets indersider: Fotos af Kitte Fennestad  
Øvrige fotos velvilligt stillet til rådighed af  
NEG Micon A/S og Vestas Wind Systems A/S  
Tryk: CenterTryk, Holbæk