



09/05/14

Forsknings- og erhvervs- mæssige styrkepositioner i den danske vindenergisektor

For information on obtaining additional copies, permission to reprint or translate this work, and all other correspondence, please contact:

Kasper Lindgaard
kl@damvad.com
+45 2257 2159

DAMVAD

info@damvad.com
damvad.com

Copyright 2014

Indholdsfortegnelse

Indledning og sammenfatning	6
1 Forskningsmæssige styrkepositioner og offentlige bevillinger	13
1.1 Udvikling i investeringerne i dansk vindenergiforskning	13
1.1.1 De overordnede investeringer i energiforskning	14
1.1.2 Offentlig og privat FoU som videnfødekæde	15
1.1.3 Konkurrenceudsatte midler til vindenergiforskning	16
1.2 Analyse af dansk vindforskning	20
1.2.1 Forskningsvolumen	21
1.2.2 Kvaliteten af dansk vindenergiforskning	22
1.3 Øget konkurrence om at være førende inden for vindenergiforskning	24
1.3.1 Tyskland	25
1.3.2 Spanien	26
1.3.3 Storbritannien	27
2 Samspil mellem erhvervsliv og forskningsinstitutioner	29
2.1 Samspil mellem forskning og erhverv	29
2.1.1 Kortlægning af samspil	29
2.1.2 Forsknings- og udviklingsaktive virksomheder	30
2.1.3 Type af programmer	31
2.2 Betydning af offentlige forskningsbevillinger	32
2.2.1 Virksomhedskarakteristika	32
2.2.2 Virksomhedernes produkter	34
2.2.3 Virksomhedernes samarbejde omkring forsknings- og udviklingsaktiviteter	35
2.2.4 Betydningen af den offentlige forskning	35
3 Eksport af kerne-vindmøllekomponenter	37
3.1 Metode	37
3.2 Eksport af kerne-vindmøllekomponenter	39
3.2.1 Hvor afsættes den danske vindeksport?	39
3.3 Europæisk benchmark	39
3.3.1 De danske konkurrenter	39
3.3.2 Placering over tid	40
3.3.3 De vigtigste konkurrenter	41
3.3.4 Fortsat dansk styrkepositioner	42
4 Vækst og beskæftigelse i vindsektoren -status og potentialer	43
4.1 Beskæftigelse i yderområder	43
4.2 Mange brancher er afhængige af vindindustrien	44
4.3 Vindsektorens betydning internationalt	45
4.4 Internationale vækstprognoser	47
4.5 Efterspørgsel efter arbejdskraft	48

4.6	Stor efterspørgsel efter højtuddannet international arbejdskraft	51
5	Appendiks 1: Finansieringsstrømme, metode	52
5.1	Finansieringsstrømme	52
5.2	Bibliometrisk analyse af vindenergiforskning	52
5.3	Finansieringsstrømme i Spanien, Tyskland og Storbritannien	54
6	Appendiks 2: Eksport af kerne-vindmøllekomponenter, metode	55

Indledning og sammenfatning

Indledning

I takt med at vindindustrien udvikler sig, er den internationale konkurrence om at levere de bedste og mest effektive vindmøller og den mest effektive integration i elnettet blevet skærpet. Forskning og udvikling spiller en vigtig rolle i at drive omkostningerne ved produktion og forbrug af vindenergi ned på et mere konkurrencedygtigt niveau.

Forskning og udvikling i mere effektive, grønne løsninger bidrager dermed til at gøre teknologierne mere rentable på markedsvilkår, og vil derfor potentielt kunne begrænse de samfundsøkonomiske omkostninger ved den grønne omstilling og øge konkurrenceevnen i virksomhederne bredt.

Forsknings- og udviklingsindsatsen fra grundforskning til den mere anvendelsesorienterede forskning har på mange måder været med til at udvikle vindmølleindustrien i Danmark til en unik erhvervsmæssig styrkeposition. Det er en position, der involverer virksomheder, der i meget høj grad deltager i forsknings- og udviklingsaktiviteter, hvilket er en forudsætning for fastholdelse af konkurrenceevnen.

Samtidig kan forskning og udvikling inden for vindenergi bidrage til at fastholde produktionsarbejdspladser i Danmark, der på sigt også er en forudsætning for fastholdelse af de mange videntunge arbejdspladser, der også er i den danske vindindustri. Dette skyldes, at såfremt virksomheden ikke længere har produktion i Danmark, er der risiko for, at den også flytter sine udviklingsaktiviteter ud af landet, medmindre der er vægtige årsager til det modsatte.

Denne analyse vil belyse, hvordan hele økosystemet og værdikæden omkring forskning, udvikling, demonstration, markedsmodning og udrulning af vindenergi i Danmark og på eksportmarkederne har bidraget til at styrke Danmark erhvervsmæssigt på

vindområdet. Derudover vil den også underbygge, at vi ikke længere står alene på verdensmarkedet med viden- og erhvervsmæssige styrker på området, og at den internationale konkurrence om det forventede vækstmarked er blevet skærpet markant de senere år.

Sammenfatning

Hovedkonklusioner:

- Danmark har en markant forskningsmæssig og erhvervsmæssig styrkeposition på vindenergiområdet. På erhvervsområdet er den danske vindmøllebranche hele fem gange mere specialiseret end gennemsnittet målt på, hvor meget eksporten fylder ift. den samlede eksport. Samtidig er niveauet og kvaliteten af vores vindforskning førerende i verden.
- Ser vi på de private forskningsaktiviteter, udgør de hele 4 kroner, for hver femmer vi investerer i vindforskning i Danmark. Det offentlige står for den sidste krone. På landsplan investerer den private sektor 2 ud af 3 kroner i forskning og udvikling. Dermed er den private forskning høj inden for vindforskning, hvilket også afspejler, at forskningen på vindområdet er mere markedsnært.
- Næsten ni ud af ti virksomheder inden for vindenergisektoren vurderer, at samarbejdet med offentlige forskningsinstitutioner har skabt merværdi for virksomheden. Ifølge virksomhederne får de udbytte af samarbejde med bl.a. universiteter omkring forskning, udvikling og innovation
- Endvidere vurderer 2 ud af 3 vindmøllevirksomheder, at den offentlige forskning og udvikling også i de kommende 5-10 år vil have stor betydning for udviklingen af vindindustrien.
- Forskningen er fortsat helt fremme i førerfeltet, men flere lande haler ind på os – ikke kun europæiske. Den forskningsmæssige styrkeposition udfordres endvidere af, at de samlede nationale

bevillinger til vindforskning er faldet fra 170 mio. kr. i 2010 til 70 mio. kr. i 2012, samt at Danmark generelt set investerer væsentligt mindre i teknisk videnskab, end de lande vi normalt sammenligner os med.

- Også inden for eksport af kerne-vindmøllekomponenter har flere lande oplevet stor vækst, og den internationale konkurrence er skærpet.
- Danmark har fortsat en meget markant styrkeposition, men den er udfordret – både i relation til forskningen og eksporten.
- Branchen beskæftiger ca. 28.000 i hele Danmark, er geografisk meget spredt i landet og har relativt mange højtuddannede ansat.
- Fremadrettet ventes stort vækstpotentiale på det globale vindenergi marked – en tredobling frem til 2030.

Forskning og udvikling bidrager til hele økosystemet ved at skabe nye virksomheder og styrker konkurrenceevnen hos eksisterende virksomheder. Det styrker konkurrencen og produktiviteten i Danmark og bidrager til at skabe vækst og beskæftigelse. DAMVAD har i tidligere analyser¹ fx dokumenteret, at der er en signifikant positiv produktivitetseffekt for virksomheder, der samarbejder med vidensinstitutioner om forskning og udvikling ift. lignende virksomheder, der ikke samarbejder.

Resultaterne i nærværende analyse viser først og fremmest, at Danmark har markante internationale videns- og erhvervsmæssige styrkepositioner på vindområdet. På begge områder er vi fortsat i front på verdensmarkedet. Det giver sig udslag i meget markante forsknings-, udviklings- og demonstrationsaktiviteter i Danmark – både fra offentlig og fra privat side.

¹ DTU's Værdiskabelse for samfundet – forskningssamarbejde, vækst og produktivitet, http://www.damvad.com/media/40849/dtu_s_v_rdiska-

På erhvervsområdet beskæftiger vindindustrien mere end 28.000 ansatte. Halvdelen af disse er produktionsjobs, men industrien har faktisk både færre ufaglærte ansat og en markant højere andel af højtuddannede ansat end i industrien som helhed.

Derudover er vindindustrien spredt ud over hele Danmark. Da vindvirksomhederne ikke kun er placeret i storbyregionerne, spiller disse en særlig rolle for beskæftigelsen i hele Danmark.

Resultaterne vidner dog også om, at den internationale konkurrence er skærpet. Lande som især Tyskland og Storbritannien har også de senere år styrket deres forsknings- og udviklingsindsats. Flere indikatorer peger i retning af, at flere andre konkurrentlande har en positiv udvikling i deres videnproduktion på vindområdet. Derudover er der lande, som på den længere bane har haft en tradition for vindenergiforskning, som fastholder en stærk forskningsmæssig position, såsom Spanien.

Samtidig har både Tyskland og Spanien markante vækstrater inden for eksport af kerne-vindmøllekomponenter, og de har dermed opbygget markante styrkepositioner på vindområdet. Konkurrencen er med andre ord skærpet.

Flere af de centrale, internationale organisationer vurderer, at vindindustrien vil opleve markante vækstrater i beskæftigelsen frem mod 2030. UNEP anslår bl.a., at beskæftigelsen på området vil vokse til 2,1 mio. på verdensplan i 2030 – mere end en tredobling ift. nuværende niveau. I Europa ventes samme udvikling. Europa vurderes af IEA til – sam-

[belse_for_samfundet.pdf](#) , Økonomiske effekter af erhvervslivets samarbejde med offentlige vidensinstitutioner, http://www.damvad.com/media/74031/effekt_af_fou_samspil_print_enkelt sider .pdf

men med USA og Kina – at være de største vækstmarkeder frem mod 2030. Der ligger dermed store potentialer i vindsektoren fremadrettet.

Dansk forskning og erhverv står stærkt på vindområdet, men flere andre lande investerer også for at opnå en lignende styrkepositioner. I et stadigt mere konkurrencepræget marked er det vigtigt fortsat at fokusere på forskning og udvikling i mere effektive og rentable løsninger, hvis vi skal beholde vores styrkeposition.

I det følgende præsenteres de konkrete resultater for hele økosystemet inden for vindområdet, herunder forskning, erhverv, eksport, beskæftigelse og forventninger til væksten fremover.

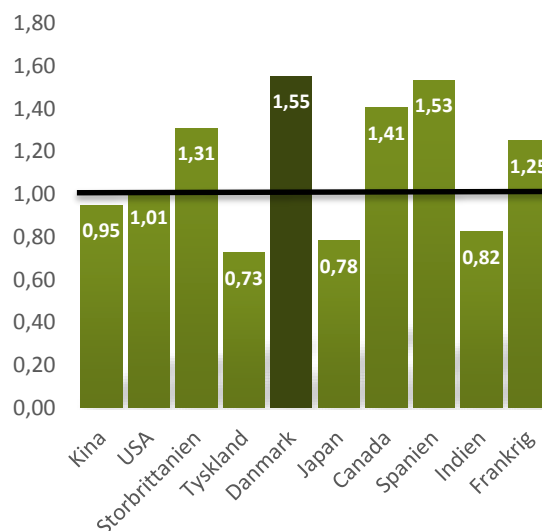
Vindforskning: en markant dansk videnskabelig styrkeposition

Danmark har en markant forskningsmæssig styrkeposition inden for vindenergiforskning. Det skyldes for det første omfanget af forskningsområdet, der, målt på antallet af videnskabelige publikationer i absolutte tal, ligger på niveau med en stor forskningsnation som Tyskland. Danmark ligger desuden som det førende land målt på kvaliteten i forskningen blandt de ti mest publicerende lande. Kvaliteten af forskningen måles ved antallet af citationer af den publicerede forskning. Andre lande, som også klarer sig rigtig godt målt på kvalitet, er Spanien, Canada og Storbritannien, jf. figur 1. I absolutte tal er det USA, Kina, Storbritannien, Tyskland og Danmark, der producerer flest videnskabelige artikler og publikationer på vindområdet set over de seneste ti år.

² Sammenholder man med deres samlede forskningsoutput er vækstraten væsentligt lavere, se fx Forskningsbarometer 2012, <http://fivu.dk/publikationer/2012/forskningsbarometer-2012>. Det skal dog bemærkes at tallene

FIGUR 1

De ti mest publicerende landes videnskabelige styrkepositioner, relative impact, 2003-2012



Kilde: DAMVAD pba. Scopus, data udtrukket november 2013

Note: 1 = verdensgennemsnittet. Gennemsnitlig relativ impact set samlet over de seneste 10 år.

Udviklingen i andre lande peger dog også på stigende international konkurrence. De to største forskningsnationer, Kina og USA, har øget deres publicering inden for vindenergi radikalt – særligt fra 2008 og frem. Også forskningsintensive lande, såsom Frankrig, Storbritannien, m.fl., har en relativt høj gennemsnitlig vækstrate i antallet af videnskabelige publikationer². Det kan indikere en særlig prioritering af dette forskningsområde samt en væsentlig øget konkurrence om at være ledende forskningsnation på dette område.

Nationale forsknings- og udviklingsmidler til vindenergi er faldet i 2012

Som beskrevet oven for er forskning og udvikling en vigtig del af det økosystem, der skal skabe ny viden og bringe det ud på markedet i form af nye, mere

ikke er fuldt sammenlignelige, da der i denne analyse er benyttet Scopus, og i Forskningsbarometer 2012 benyttes National Science Indicator, Thomson Reuters.

effektive løsninger. Forskning og udvikling på hele energiområdet er præget af meget høj privat aktivitet. Fra 2009-11 har det offentlige investeret ca. 1 mia. kr. om året i forskning og udvikling (FoU) på energiområdet. I samme periode er der fra privat side investeret over 4 mia. kr. årligt i energiforskning, dvs. ca. 4 gange så meget og markant mere end for erhvervslivet samlet set. I samme periode har de samlede private forsknings- og udviklingsudgifter i Danmark alene været en faktor 2.

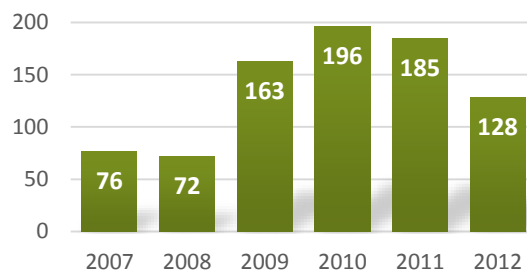
Såfremt energiforskning følger den overordnede fordeling i videnføddekæden, er der således en relativt større aktivitet inden for udviklingsarbejde, som den private sektor primært beskæftiger sig med, sammenholdt med grundforskning og anvendelsesorienteret, som den offentlig sektor i højere grad beskæftiger sig med.

Ser man på fordelingen af offentlig forskning inden for kategorierne grundforskning, anvendt forskning, og udviklingsarbejde inden for de tekniske videnskaber, fremgår det, at ca. 80 pct. af det offentlige forskningsaktiviteter ligger inden for grundforskning eller anvendt forskning. Ser man på erhvervslivet er 76 pct. af deres forskning inden for udviklingsarbejdet³. Disse tal tyder på en arbejdsdeling, og i denne optik udgør det offentlige/private FOU-system en samlet "videnføddekæde".

³ Danmarks Statistiks offentlige forskningsstatistik, tabel 23 (<http://dst.dk/da/Statistik/emner/forskning-udvikling-og-innovation/forskning-og-udvikling.aspx?tab=dok>). For det private er tallene fra 2009, og kun for brancher, FORSK09, DB(07)

FIGUR 2

Offentlige bevillinger til vindenergiforskning, i mio. kr., 2007-2012



Kilde: Energiforskning.dk, Styrelsen for Forskning og Innovations E-CORDA database, ERC (<http://erc.europa.eu/erc-funded-projects>), dg.dk Højteknologifonden, TopForsk-Initiativet (<http://www.topforskningssinitiativet.org/en/prosjekter>).

Note: Alle fundne bevillinger uddelt via: DG, HTF, DSF –BENMI, EUDP, Green Labs DK, ForskEL, FP7 (Cooperation and Ideas) og Nordiske midler (Top Level Research Initiatives).

Inden for vindenergi spiller den offentlige FoU også en markant rolle. De offentlige FoU-bevillinger hertil har været stigende frem til 2010, men er reduceret herefter. Der er dog tale om en meget stor forskel på nationale programmer og EU-programmer. Nationalt er bevillingerne faldet fra ca. 170 mio. kr. årligt i 2010 og 2011 til ca. 70 mio. kr. i 2012. Samtidig er EU-bevillingerne til dansk vindforskning dog steget i 2012, så faldet bliver mindre, jf. figur 2.

Der kan samtidig ses en udvikling i bevillinger på tværs af ordningerne. Således er det ordninger, der primært støtter udvikling/demonstration, der i senere år har givet flest bevillinger. Tilsvarende fylder de nationale forskningsbevillinger til vindenergiforskning mindre i senere år.

Offentlige forsknings- og udviklingsbevillinger bringes ofte i spil i samarbejdsprojekter med private virksomheder

Såfremt forskning skal omsættes til erhvervsmæssige styrker, kræver det, at den forskningsmæssige viden sættes i spil i virksomhederne. Dette sker bl.a. gennem offentlige forsknings- og udviklingsprogrammer samt ved samarbejde mellem universiteter og private virksomheder. Resultater fra et gennemført survey blandt vindmøllebranchens virksomheder og DAMVAD's database over forsknings- og udviklingssamarbejder i Danmark viser, at knap halvdelen af vindvirksomhederne deltager i forsknings- og udviklingsprogrammer. Når virksomhederne samarbejder med universiteter, GTS'er eller andre, vurderer de, at samarbejdet i vid udstrækning har resulteret i kompetenceopbygning i virksomhederne, og at det på sigt styrker virksomhedernes udvikling.

Samtidig vurderer næsten 70 pct. af respondenterne i surveyen blandt vindvirksomheder i Danmark, at den offentlige forskning og udvikling også i de kommende 5-10 år vil have stor betydning for udviklingen af vindindustrien. Det gælder både i relation til de direkte samarbejdsrelationer omkring forsknings- og udviklingsaktiviteter og i forhold til de offentlige forsknings- og udviklingsinstitutioners betydning for den fremadrettede uddannelse af kvalificerede ingeniører og ph.d.er.

Stærk erhvervsmæssig styrkeposition, men andre lande haler ind

I denne analyse er der fokus på den del af eksporten i vindmølleindustrien, der alene afgrænser sig til kerne-vindmøllekomponenter. Denne konservative afgrænsning kan anvendes i en international benchmark af eksport af vindmøllekomponenter. Eksporten af øvrige produkter, der indgår som input i vindmøller samt den store serviceindustri rundt om vind-

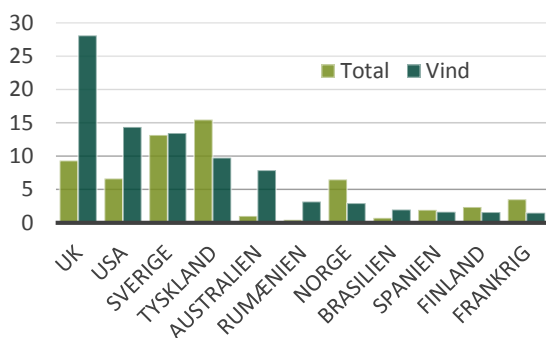
møllebranchen er ikke mulig at medtage i det internationale benchmark af eksporten. Danske vindvirksomheders indtjening gennem produktion i udlandet er ligeledes ikke en del af den internationale benchmark.

Danmark har i 2012 fortsat den mest markante erhvervsmæssige styrkeposition inden for vindteknologiske løsninger målt ved eksportspecialisering inden for kerne-vindmølle komponenter. Styrkeposition måles som graden af eksportspecialisering, og i 2012 har Danmark en specialisering, der er hele 4 gange større end EU15 gennemsnittet. Lande som Spanien, Finland, Portugal og Tyskland har dog øget deres specialisering fra 2007 til 2012, jf. figur 3. Det betyder, at deres erhvervsmæssige styrkepositioner inden for vindområdet er blevet stærkere siden 2007, men at Danmark fortsat har et pænt forspring.

De største markeder for danske kerne-vindmøllekomponenter er Storbritannien, USA og Sverige. Dermed afsættes en større andel af vindeksporten til disse tre markeder end tilfældet er for den samlede vareeksport jfr. figur 4. Tyskland ligger dog også i top og aftager 10 pct. af de danske kerne-vindmøllekomponenter.

FIGUR 4

Andelen af den samlede danske eksport af vindmøllekomponenter efter destination, 2012



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext

Note: Figuren indeholder de 10 vigtigste eksportmarkeder

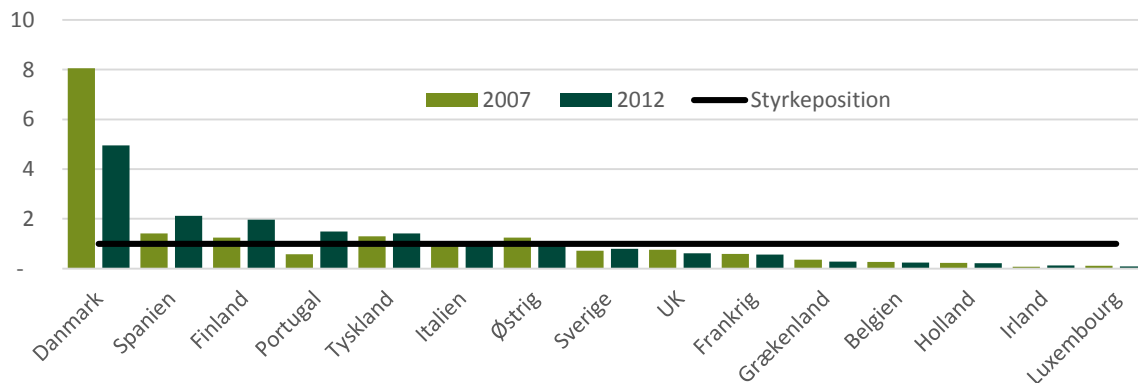
Også Australien, Rumænien og Brasilien ligger i top ti over aftagere, og det er således ikke kun nærmærkede, der aftager de danske vindprodukter. Denne opgørelse vidner om, at ikke alle vindmøllekomponenter produceres tæt på markedet.

Mange beskæftigede i vindmøllebranchen i hele Danmark og i mange uddannelsesgrupper

Den danske vindsektor beskæftiger mere end 28.000 ansatte. Vindvirksomhederne er i vid udstrækning placeret i hele Danmark, hvilket også gør branchen til en vigtig spiller i forhold til at skabe beskæftigelse uden for de større byer jfr. figur 5. Samtidig er flere sektorer afhængige af vindindustrien, idet aktivitet i vindindustrien spredes som ringe i vandet og kommer andre brancher til gode. Der er med andre ord en stor multiplikatoreffekt af vindindustriens aktivitet.

FIGUR 3

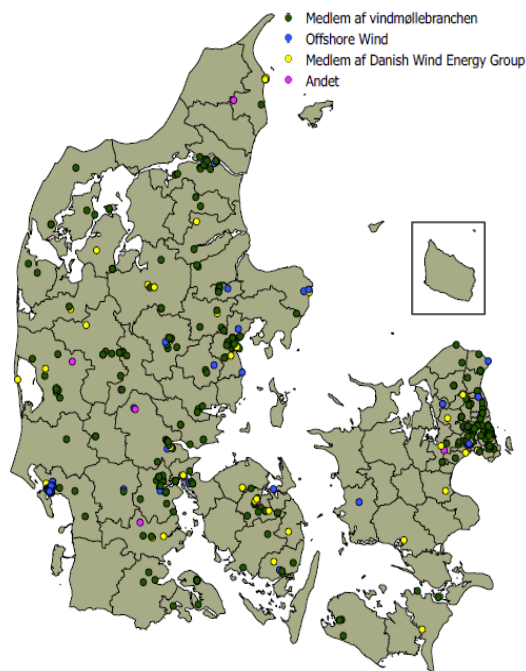
Eksportspecialisering for kerne-vindmøllekomponenter, EU15, 2007 og 2012



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext.

Note: Eksportspecialisering er opgjort som $(\text{vindrelateret eksport fra land } x / \text{total eksport til verden fra land } x) / (\text{vindrelateret eksport fra EU15} / \text{total eksport til verden fra EU15})$. Den vandrette, sorte linje angiver EU15-gennemsnit.

FIGUR 5
Vindvirksomhedernes geografiske placering



Kilde: DAMVAD 2014

Note: Den geografiske placering er opgjort på baggrund af virksomhedernes CVR-numre

Halvdelen af disse jobs er produktionsjobs, men ser vi på andelen af højtuddannede i vindindustrien, er den væsentligt højere end i erhvervslivet generelt. Samtidig er andelen af ufaglærte mindre end for erhvervslivet generelt. Således udgør ufaglærte 37 pct. af de ansatte i erhvervslivet generelt, mens det kun gælder 20 pct. i de identificerede vindvirksomheder. Samtidig har 14 pct. af de ansatte i vindindustrien en lang videregående uddannelse, mens det kun gælder 7 pct. i erhvervslivet generelt. Dermed viser resultaterne, at der både er mange produktionsjobs i branchen, og at virksomheder med relation til vind har større efterspørgsel efter højtuddannede end erhvervslivet generelt.

Surveyet viser, at efterspørgslen efter arbejdskraft i Danmark vil gå imod flere højtuddannede, og virksomhederne forventer fremadrettet at skulle ansætte flere ingeniører.

Internationalt forventes efterspørgslen efter vindenergi at stige fremadrettet, og i Europa forventer EWEA, at udviklingen kan mere end tredoble den direkte og indirekte beskæftigelse fra ca. 240.000 i 2010 til i alt knap 800.000 i 2030 i vindenergisektoren. Globalt ventes nogenlunde samme vækstrate i beskæftigelsen fra ca. 650.000 i 2010 til 2,1 mio. i 2030 ifølge UNEP. Danmark har gode muligheder for at få andel i væksten, men den internationale konkurrence om markedsandelen er blevet skærpet markant de senere år. Det kræver en markant indsats i hele vindsektorens økosystem fra forskning i den ene ende til eksportfremme i den anden ende, hvis ikke vi skal blive overhalet i konkurrencen om væksten.

Analysens opbygning

I kapitel 1 ses på de offentlige forskningsbevillinger og kvaliteten af den udførte forskning. Der fokuseres på Danmark såvel som Tykland, Storbritannien og Spanien, der er de europæiske lande, der, både inden for det forskningsmæssige såvel som erhvervmæssige, står rigtig stærkt og dermed er Danmarks store konkurrenter.

I kapitel 2 fokuseres på, hvordan den danske forskning bringes i spil i virksomhederne ved hjælp af deltagelse i offentlige forsknings- og udviklingsprogrammer, og der stilles skarpt på betydningen af de offentlige forskningsbevillinger for private virksomheder. Desuden gives eksempler på, hvordan forskningen er bragt i spil i et kommercielt øjemed.

I kapitel 3 kortlægges de danske erhvervmæssige styrkepositioner inden for vindrelateret eksport.

Analysen afrundes i kapitel 4 med vindsektorens nuværende og forventede betydning for vækst og beskæftigelse, og der laves en kortlægning af medarbejdersammensætningen samt den forventede efterspørgsel efter kvalificerede medarbejdere.

1 Forskningsmæssige styrkepositioner og offentlige bevillinger

I Danmark investerer vi en stor andel af vores BNP i forskning og udvikling (FoU⁴)⁵. I 2011 investerede Danmark således ca. 3 pct. af det samlede BNP i FoU, hvoraf ca. 2 pct. kommer fra den private sektor og ca. 1 pct. fra den offentlige sektor⁶. Denne investering har betydet, at Danmark er placeret højt på en lang række indikatorer, som måler forskningens kvalitet:

- De danske universiteter ligger højt på de internationale universitetsranglister
- De danske forskere er blandt de allerbedste i EU til at opnå tilsagn på de projekter, de søger støtte om gennem EU's 7. rammeprogram for Forskning, Teknologisk Udvikling og Demonstration
- Kvaliteten af forskningen er blandt den bedste i verden, når man ser på antallet af citationer som de danske videnskabelige artikler opnår⁷.

Til trods for at FoU-investeringerne er store, er der stadig tale om en prioritering i de FoU-aktiviteter, der foregår. I Danmark er de offentlige FoU-udgifter til teknisk videnskab således relativt mindre sammenholdt med andre OECD-lande. Det offentlige havde i seneste opgørelsesår FoU-udgifter til teknisk videnskabelig forskning for 3,8 mia. kr. svarende til knap 14 pct. af det samlede FoU-budget, hvilket er langt mindre end andre lande. Danmark ligger således på en 27. plads ud af 30 OECD- og BRIC-lande⁸, og der er langt op til nr. 1 (Sydkorea), hvis andel af udgifter til teknisk videnskab er på 57 pct.

⁴ FoU følger i dette afsnit samme definition, som fremgår af Frascatimanualen, og kan i korte træk forklares sådan, at det dækker over arbejde foretaget på et systematisk grundlag for at øge den eksisterende viden, og udnyttelsen af denne viden til at udtænke nye anvendelsesområder. Se iverigt: <http://dst.dk/da/Statistik/emner/forskning-udvikling-og-innovation/forskning-og-udvikling.aspx?tab=dok#>

⁵ Forskningsbarometer 2013, <http://fivu.dk/publikationer/2014/filer-2014/forskningsbarometer-2013.pdf>

Vindenergiforskning placerer sig inden for dette videnskabelige hovedområde, og det er altså inden for en relativt set mindre økonomisk ramme (sammenholdt med andre OECD-lande), at den offentlige vindenergi skal finde finansiering.

Som det vil fremgå af følgende kapitel, har den samlede danske vindenergiforskning dog en ledende international position. Først og fremmest i kraft af en høj kvalitet i forskning, men også fordi Danmark, på trods af landets størrelse, har en stor forskningsaktivitet på området, som svarer til store forskningsnationer som Tyskland. Men kapitlet tegner også et billede af et forskningsområde i udvikling, idet flere af de nærmeste konkurrerende markeder har investeret massivt i denne type forskning.

1.1 Udvikling i investeringerne i dansk vindenergiforskning

"Forskning og udvikling" (FoU) er en samlet betegnelse for det kontinuum viden udvikles igennem – fra den eksplorative grundforskning, til den anvendelsesorienterede forskning til udviklingsarbejdet som leder til nye teknologier, produkter og services. Ser man på fordelingen af offentlig forskning inden for disse tre kategorier; grundforskning, anvendt forskning, og udviklingsarbejde, og alene inden for de tekniske videnskaber, fremgår det, at ca. 80 pct. af det offentlige forskningsaktiviteter ligger inden for grundforskning, eller anvendt forskning. Ser man på erhvervslivet er tilsvarende 76 pct. af deres forskning inden for udviklingsarbejdet⁹. Disse tal tyder på en arbejdsdeling, og i denne optik udgør det

⁶ Danmarks Statistik, CFABNP: FoU-udgifter i pct. af BNP

⁷ Forskningsbarometer 2013, <http://fivu.dk/publikationer/2014/filer-2014/forskningsbarometer-2013.pdf>

⁸ Styrelsen for Forskning og Innovation 2013: Forskningsbarometer 2013.

⁹ Danmarks Statistiks offentlige forskningsstatistik, tabel 23 (<http://dst.dk/da/Statistik/emner/forskning-udvikling-og-innovation/forskning-og-udvikling.aspx?tab=dok>). For det private er tallene fra 2009, og kun for brancher, FORSK09, DB(07)

offentlige/private FoU-system en samlet "videnfødekæde".

Da de tilgængelige nationale statistikker kun i begrænset omfang dykker ned i specifikke forskningsområder, såsom vindenergi, er det en udfordring at redegøre for de samlede investeringer og/eller udgifter både for den offentlige og for den private sektor. I det følgende vil en række forskellige datakilder derfor bruges til at tegne et samlet billede af finansieringsstrømmene. Det drejer sig bl.a. om: Danmarks Statistik, Energiforskning.dk, Styrelsen for Forskning og Innovation, Energistyrelsen, Danmarks Grundforskningsfond og Højteknologifonden.

1.1.1 De overordnede investeringer i energiforskning

I Danmark er de samlede udgifter til FoU på ca. 54 mia. kr., hvoraf ca. 5 mia. kr. årligt går til energiforskning¹⁰. Den private sektors udgifter til FoU inden for

vindenergi udgør ca. 4 mia., og de offentlige udgifter til energiforskning udgør 1 mia.

Samlet har der overordnet været en positiv fremgang i de seneste fem år i de offentlige udgifter til energiforskning, mens det er sværere at sige noget generelt om udviklingen i den private sektor, da der kun er to års tilgængeligt data. I perioden 2007-2011 er de offentlige udgifter til energiforskning således steget fra 686 mio. kr. til 1.083 mio. kr. (svarende til en stigning på 58 pct.). I samme periode har de private udgifter ligget på 4,6 og 4,2 mia. kr. i henholdsvis 2009 og 2011.

I tabel 1.1 ses de offentlige og private udgifter til FoU fordelt på henholdsvis de samlede udgifter og udgifter til energiforskning¹¹. Som det fremgår, er de offentlige udgifter til egen FoU på bare fem år steget fra 12,8 mia. kr. til 18,2 mia. kr. (i årets priser). De offentlige udgifter til egen FoU udgør dog kun 1/3 af

TABEL 1.1

Udvikling i offentlige og private udgifter til FoU, fordelt på alle udgifter og udgifter til inden for "energi", i mio. kr. og i pct., årets priser, 2007-2011

	2007	2008	2009	2010	2011
Offentlige udgifter til FoU	12.788	14.707	15.897	17.413	18.189
Private udgifter til egen FoU	27.645	34.080	36.714	36.853	36.286
Offentlige udgifter til FoU inden for Energi	686	886	945	1.083	-
Private udgifter til FoU inden for Energi	-	-	4.584	-	4.184
Energi – andel af de offentlige FoU-udgifter	5%	6%	6%	6%	-
Energi - andel af de private FoU-udgifter	-	-	12%	-	12%

Kilde: Danmarks Statistik. 2011-tal for offentlig FoU er foreløbige. Offentlige udgifter til energiforskning er ikke tilgængelig for dataåret 2011. Data forventes offentliggjort 26. marts 2014.

Note: Den private FoU-statistik indeholder kun information om FoU-udgifter fordelt på forskningsområde i de ulige år, hvor der foretages en udvidet dataindsamling.

¹⁰ Baseret på offentlige udgifter fra 2010 og private udgifter fra 2011.

¹¹ Danmarks Statistik opgør ikke tal specifikt for vindenergi, og således er energiforskning belyst i Figur 5.1.

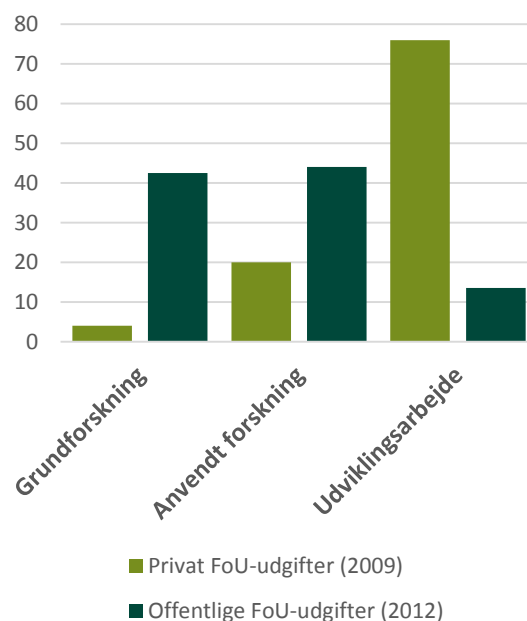
de samlede danske udgifter til egen FoU, så størstedelen af FoU-udgifterne kan således henføres til den private sektor. Her så man en stigning på knap 9 mia. kr. fra 2007-2011, så den private sektor har FoU-udgifter for over 36 mia. kr. i 2011.

1.1.2 Offentlig og privat FoU som videnfødekæde

I Produktivitetskommissionens rapport fremgår det: *"En effektiv arbejdsdeling mellem offentlig og privat forskning, forudsætter, at universiteterne fokuserer på forskning, der ikke kan forventes at blive finansieret privat, dvs. grundforskning og mere generel anvendelsesorienteret forskning, mens forskningsbaseret innovation relateret til enkeltvirksomhed foregår i den private sektor"*¹²

Der foreligger ikke tal for fordelingen mellem grundforskning, anvendt forskning og udviklingsarbejde på energiforskning eller vindenergiforskning alene. Ser man på de overordnede tal for offentlig og privat FoU fordelt på forskningstype, så fremgår det dog, at hovedvægten af den private FoU er af typen udviklingsarbejde, mens de offentlige FoU-aktiviteter primært er grundforskning og anvendelsesorienteret forskning, jf. figur 1.2.

FIGUR 1.2
Offentlige og private FoU-aktiviteter, fordelt på grundforskning, anvendelsesorienteret forskning og udviklingsarbejde, 2009/2012



Kilde: Danmarks Statistik
 Note: Det skal bemærkes, at dataårene er forskellige. Danmarks Statistik indsamler årligt oplysninger om FoU-udgifter fordelt på forskningstype i den offentlige sektor. I den private sektor foregår indsamlingen i ulige år, og da 2011 data ikke er tilgængeligt, er der i figuren benyttet tal for 2009.

Figur 1.2 illustrerer, at den "arbejdsdeling" Produktivitetskommissionen ligger til grund for deres anbefalinger i høj grad ses afspejlet i de to sektors overordnede FoU-aktiviteter.

Som nævnt, er der ikke tilgængelige tal for dette på energiforskning eller alene vindenergiforskning. I det at den private sektors andel af FoU-udgifter på energiforskningsområdet er fire til en, og den overordnede andel er to til en, er det dog sandsynligt, at der inden for energiforskning er en relativ mindre

¹² Produktivitetskommissionens rapport *Uddannelse og Innovation – kapitel 17. faktaark 7*, http://produktivitetskommissionen.dk/media/159689/Faktaark_7_Anbefalinger%20vedr%C3%B8rende%20samarbejde%20mellem%20universiteterne%20og%20erhvervslivet.pdf

aktivitet i starten af videnfødekæden og en overvægt af FoU-aktiviteter inden for udviklingsarbejde.

1.1.3 Konkurrenceudsatte midler til vindenergiforskning

Ved at se på *bevillingerne*, er det muligt at komme nærmere den del af finansieringen, som konkret retter sig mod vindenergiforskning. Dette er dog kun muligt for de *konkurrenceudsatte FoU-midler*, dvs. de godt 40 pct. af de offentlige midler, som fordeles via de offentlige forskningsråd og fonde.

Resultaterne peger i retning af, at der fra offentlig side tidligere har været stor fokus på vindenergiforskning og -udvikling, men at dette fokus sammen med de offentlige bevillinger er reduceret siden 2010. Nationalt er bevillingerne faldet fra ca. 170 mio. kr. årligt i 2010 og 2011 til knap 70 mio. kr. i 2012, jf. tabel 1.3. Samtidig er EU-bevillingerne til dansk vindforskning dog steget i 2012, jf. tabel 1.4. Det skal dog bemærkes, at det ikke er muligt at kortlægge udviklingen i antallet af bevillingsansøgere

eller succesrater for disse, og derfor er det ikke muligt at udlede, om faldet skyldes en nedprioritering eller et fald i bevillingsansøgere inden for vindenergiforskning.

Derudover skal udviklingen i bevillinger *på tværs af ordningerne* holdes for øje. Således er det EUDP og Green Labs DK, der i senere år står for hovedparten af FoU-bevillingerne, og disse ordninger har sit primære fokus på udvikling/demonstration. Tilsvarende er bevillinger fra DSF-BENMI, som støtter anvendelsesorienteret forskning, faldet i senere år.

I det følgende dykkes ned i disse konkurrenceudsatte midler for at belyse udviklingen i de finansieringskilder, der er relevante for dansk vindenergiforskning.

Centrale danske råd og fonde

Energiforskning.dk er en informationsportal, som indsamler viden om de mest centrale energiteknologiske forsknings- og udviklingsprogrammer. Portalen indeholder således information om:

TABEL 1.3

Forsknings- og udviklingsprogrammer inden for energiteknologisk FoU, bevillinger til projekter inden for området "vindenergi" i mio. kr., 2003-2012

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
DSF - BENMI	6	16	14	0	21	24	75	45	0	6	207
Green Labs DK	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	76
EUDP (EFP)	8	10	4	7	18	5	32	49	95	56	284
ForskEL	7	19	13	6	5	9	11	10	8	5	93
HTF	0	0	0	0	15	33	20	65	0	2	135
I alt	21	45	31	13	59	72	138	169	179	68	795

Kilde: Energiforskning.dk, samt korrigerede tal fra Højteknologifonden og Energistyrelsen

Note: Tallene er fra Energiforskning.dk leveret af Det Strategiske Forskningsråd. Et enkelt projekt fra EU's FP7 er udeladt, da det vil fremgå af figur 5.3. Energistyrelsens program EUDP afløste i 2008 for styrelsens eksisterende energiforskningsprogram (EFP). Der er tilføjet 2,1 mio. kr. under HTF i bevillingssåret 2012 og 76 mio. kr. under Green Labs DK i 2011, da dette manglede i opgørelsen på Energiforskning.dk.

- Det Strategiske Forskningsråd – Programkomiteen for Bæredygtig Energi og Miljø (DSF – BENMI)
- Energiteknologisk Udvikling og Demonstrationsprogram (EUDP)
- Energinet.dk: ForskEL og ForskVE
- Green Labs DK
- Dansk Energi - ELFORSK
- Højteknologifonden (HTF)

støtter Fou-aktiviteter, der falder under energiteknologi. Det bør her bemærkes, at fra februar 2008 overtog EUDP programmet for det tidligere energiforskningsprogram EFP. EFP var et decideret forskningsprogram, hvor EUDP hovedsageligt er et udviklings- og demonstrationsprogram, der er en del af indsatsen for øget kommerialisering af succesfulde forskningsresultater. I tabel 1.2 er de to ordninger fremstillet sammen.

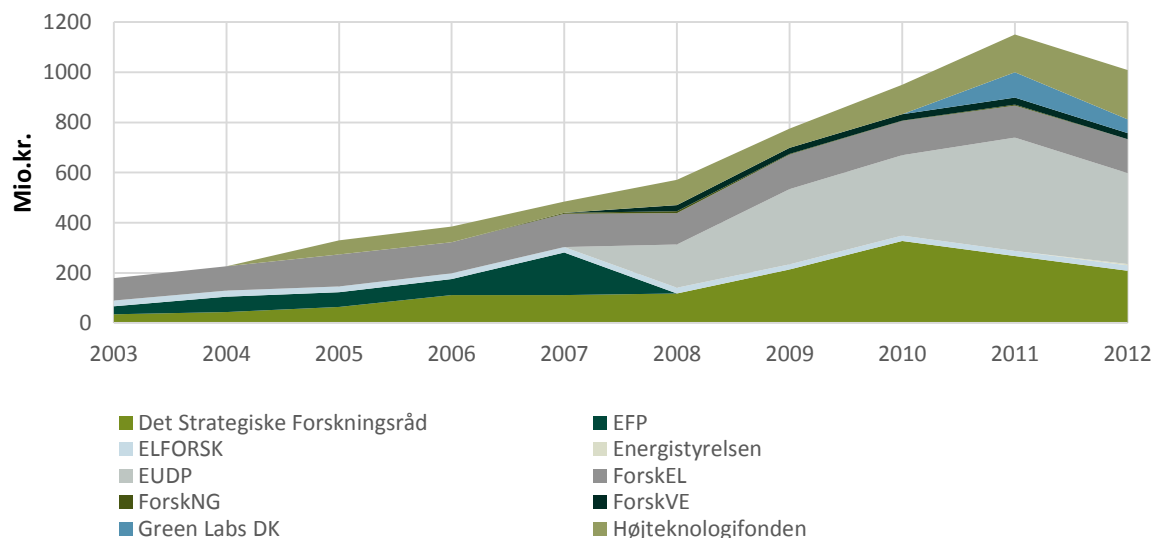
De fem første programmer/fonde i tabel 1.3, Det Strategiske Forskningsråd – Programkomiteen for Bæredygtig Energi og Miljø (DSF - BENMI), Green Labs DK, Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP), herunder også midler uddelt via EFP, og ELFORSK, er alle programmer rettet mod energiforskning, herunder vindenergiforskning. Højteknologifonden har ikke et særligt program inden for denne type FoU-aktiviteter, men

Ser man på det samlede beløb over tid, har tilstrømningen af FoU-midler til vindenergiforskning været stigende fra 21 mio. kr. i 2003 til 179 mio. kr., i 2011. I det seneste år har midlerne dog været faldene til i 2012 at ligge på 68 mio. kr., jf. tabel 1.3.

Som det også fremgår af tabel 1.3, er der stor forskel på, hvor mange midler, der konkret er gået til vindenergi projekter fra de forskellige råd/fonde mv.

FIGUR 1.4

FoU-bevillinger til energiområdet fordelt på udvalgte forsknings- og udviklingsprogrammer, 2003-2012



Kilde: Energiforskning.dk.

Note: Tallene er fra Energiforskning.dk. Energistyrelsens program EUDP afløste i 2008 for styrelsens eksisterende energiforskningsprogram (EFP). Der er tilføjet 2,1 mio. kr. under HTF i bevillingsåret 2012, da dette manglede i opgørelsen på Energiforskning.dk. Ligeledes er der tilføjet 76 mio. kr. under Green Labs DK 2011.

Det skyldes først og fremmest, at den gennemsnitlige bevillingstørrelse for projekter inden for vindenergiforskning er relativt stor, følgelig er *antallet* af bevillinger relativt lav. Det gælder særligt for DSF - BENMI, Green labs DK og til dels Højteknologifonden. Eksempelvis har Green Labs DK i 2011 uddelt hele 76 mio. kr. til etablering af et stort testcenter, hvorimod der ikke er fundet bevillinger til vindenergi fra denne ordning i de andre år. Ser man ligeledes på DSF - BENMI, har den gennemsnitlige bevillingstørrelse været på knap 10. mio. kr. set over de sidste 10 år.

I figur 1.4 ses udviklingen i bevillinger til alle energi-projekter under de udvalgte forsknings- og udviklingsprogrammer. Som det ses er det programmer med fokus på udvikling og demonstration, som fylder mere i senere år.

Øvrige danske råd og fonde

Som tidligere nævnt udgør disse seks programmer/fonde de mest centrale i en kortlægning af fi-

nansieringsstrømmene inden for dansk vindenergiforskning, men der er også andre offentlige råd/fonde, der kan give støtte til vindenergiforskning.

Det Frie Forskningsråd og Danmarks Grundforskningsfonder er to andre centrale aktører, som kan have støttet til vindenergiforskning. Samlet har de to råd/fonde uddelt midler for ca. 1,7 mia. kr. i 2012¹³.

Det Frie Forskningsråd består af fem råd, hvoraf finansiering til vindenergiforskning forventeligt vil være sket via Forskningsrådet for Teknologi og Produktion, som i 2012 uddelte 311 mio. kr. til teknologisk forskning. Det er dog ikke muligt at opnå viden om, hvor stor en andel af disse 311 mio. kr., der er gået til vindenergiforskning.

Danmarks Grundforskningsfond har i perioden 1993-2012 givet bevillinger til en samlet sum af 5,4 mia. kr.¹⁴ Langt hovedparten er givet til Centres of

FIGUR 1.3

Tilskud til danske projekter under temaet "Energy" i FP7's program "Cooperation", fordelt på forskningsområder, i mio. kr., 2007-2012.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Biomass		2,0	10,9			0	12,9
Concentrated Solar Power					2,7	3,2	5,9
Cross-cutting issues			5,8			0	5,8
Ocean	2,5					0,0	2,5
Photovoltaics			2,4	4,0		2,1	8,5
Wind	17,2			2,9	5,7	40,8	66,6
I alt	19,6	2,0	19,1	6,9	8,4	46,2	102,2
Wind – andel af total	87%	0%	0%	42%	67%	88%	65 %

Kilde: Data fra Styrelsen for Forskning og Innovation, E-CORDA database.

Note: Beløbet er beregnet i DKK, med €-kurs 7,45. Tallene er opgjort i årets priser. E-CORDA databasen er en dynamisk database, der løbende opdateres. Der kan derfor forekomme ændringer (eksempelvis kan der være ansøgninger fra et givet år, som først optræder i databasen på et senere tidspunkt). I databasen er ansøgningstidspunktet ikke angivet, og årstallene er således et estimat, der er beregnet ud fra, hvornår en ansøgning er optaget i databasen.

¹³ <http://ufm.dk/publikationer/2013/tal-om-forskning-2012>

¹⁴ FIVU, 2013

Excellence, som er det primære virkemiddel for fonden, men derudover er der også givet en mindre andel midler til andre virkemidler, fx til oprettelse af forskningscentre som dansk-kinesisk samarbejde. Et af disse centre er et dansk-kinesisk samarbejde mellem DTU Vindenergi og Institute of Metals Research i Shenyang i Kina. Centret har samlet modtaget støtte på 25 mio. kr.¹⁵

Sidst bør det nævnes, at der er blevet gennemført en desk research på de danske nonprofit-fonde¹⁶, og undersøgelsen tyder på, at ingen af de danske fonde peger specifikt på at støtte vindenergiforskning eller energiforskning generelt. Derfor er det vurderingen, at de vil være yderst begrænset finansiering, som kan stamme fra disse kilder.

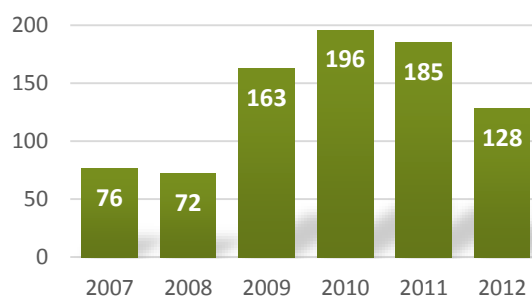
Nordiske og europæiske midler

Ud over de danske midler, er der nordiske FoU-midler (via Top Level Research Initiative) og europæiske midler. I forhold til førstnævnte er der bevilget 24 mio. kr.¹⁷ i 2010 til tre vindenergiinitiativer under virkemidlet Integrated Projects.

I forhold til europæiske midler til FoU uddeles dette i langt overvejende grad via EU's 7. rammeprogram for Forskning, Teknologisk Udvikling og Demonstration (FP7). 2/3 af alle midler, som dette program uddeler, sker gennem særprogrammet "Cooperation" hvoraf et af de ti tematiske områder, som støttes, er "Energy". I tabel 1.5 fremgår uddelingen af midler til danske projekter under dette tema. Dansk vindenergiforskning har samlet modtaget knap 67 mio. kr. i støtte, hvoraf størstedelen af disse midler blev uddelt i 2012.

Udover Cooperation er der to andre relevante særprogrammer: Ideas og People. Førstnævnte uddeler midler til frontlinjeforskning gennem European Research Council's (ERC) Starting Grants og Advanced Grants. Sidstnævnte uddeler midler til flere typer af forskningssamarbejdsprojekter under Marie Curie-programmet. Der er samlet blevet uddelt 36 Starting Grants, 31 Advanced Grants til danske forskere, hvoraf ét Advanced Grants på knap 19 mio. kr. er blevet givet til forskning i lagring af vedvarende energi. Marie Curie-programmet har støttet en lang række forskellige forskningsaktiviteter, som skal fremme forskningssamarbejde med dansk projektledelse eller dansk deltagelse. En gennemgang af de godt 200 forskellige aktiviteter, hvor en dansk forskningsinstitution har været projektleder, tydede dog ikke på, at dansk vindenergiforskning er blevet støttet via dette program.

FIGUR 1.6
Offentlige bevillinger til vindenergiforskning, i mio. kr., 2007-2012



Kilde: Energiforskning.dk, Styrelsen for Forskning og Innovation, Energistyrelsen, ERC (<http://erc.europa.eu/erc-funded-projects>), Marie Curie-programmet (<http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.resultList&page=1&perPage=10&q=2D2FAA8BD56D7B091CE67BB014675D61&type=ad>), Danmarks Grundforskningsfonds sekretariat, Energistyrelsens hjemmeside, Højteknologifondens sekretariat, Top Level Research Initiative hjemmeside: <http://www.toppforskningsinitiativet.org/en>

¹⁵ internationalisering/dansk-kinesiske-forskningscentre/centerovers.

¹⁶ Der findes ikke en autoritativ liste over de danske fonde, som støtter forskning og udvikling. Derfor er der taget udgangspunkt i de 40 non-profit

fonde, som også indgik i DEA (2012) "Private fonde - en unik aktør i dansk forskning. Disse vurderes at være de mest centrale fonde i Danmark.

¹⁷ <http://www.toppforskningsinitiativet.org/en/prosjekter>

Note: Alle fundne bevillinger uddelt via: DG, HTF, DSF –BENMI, EFP, EUDP, Green Labs DK, ForskEL, FP7 (udvalgte ordninger under særprogrammerne: Cooperation, People Ideas) og Nordiske midler (Top Level Research Initiatives).

I figur 1.6 ses udviklingen i offentlige inklusive de europæiske bevillinger til vindenergiforskning. Som det fremgår af figuren, var bevillingerne i 2007 og 2008 på ca. 75 mio. kr., hvorefter de stiger væsentligt de to følgende år fra 163 mio. kr. i 2009 til 196 mio. kr. i 2010. Herefter har midlerne været fallende til i 2012 at ligge på 128 mio. kr.

1.2 Analyse af dansk vindforskning

Hvor det tidligere afsnit havde fokus på inputs i form af bevillinger og FoU-udgifter, vil omdrejningspunktet i det følgende være forskningsresultaterne af den danske vindenergiforskning. Videnskabelige publikationer er et udtryk for forskningsresultater, men kan selvsagt ikke give et udtømmende billede af forskningens effekt, bl.a. fordi forskningens spredningsveje er mange¹⁸. Ved at se på de videnskabelige forskningsresultater, belyst gennem videnskabelig publicering, er det dog muligt at sammenholde dansk vindenergiforskning med tilsvarende forskning i udlandet. Denne tilgang gør det muligt at se på udviklingen i antallet af forskningsresultater som et udtryk for forskningsaktiviteten, men også forskningens gennemslagskraft belyst gennem antallet af opnåede citationer. Citationer er centrale, fordi de kan ses som et udtryk for, hvilke publikationer andre forskere, som selv er eksperter på feltet, har fundet det relevant at referere til i deres arbejde. I denne optik anskues citationer som et udtryk for forskningskvalitet.

Til denne analyse anvendes den bibliometriske database Scopus. Databasen indeholder videnskabelige artikler fra over 20.000 tidsskrifter samt 5,5 mio. konferenceartikler.

Undersøgelsen er afgrænset til publikationer, som eksplicit adresserer forskning i vindenergi. Der er selvsagt meget forskning, som i mere eller mindre indirekte forstand bidrager til udviklingen af nye teknologier og materialer til fremstilling af vindenergi. Materialevidenskab er et vigtigt forskningsområde i denne henseende, men denne type forskning kan og vil ofte adressere teknologier, som kan anvendes langt bredere end udelukkende inden for vindenergi. Afgrænsningen kan derfor siges at være restriktiv, men tilgangen supplerer eksportanalysen, hvor der ligeledes er valgt en restriktiv tilgang til analysen af eksport inden for vindenergi. For en nærmere uddybning af afgrænsningen henvises til appendiks 1.

¹⁸ Se fx "Offentlig forskning – effekter på innovation og økonomisk vækst" (2012), <http://fivu.dk/publikationer/2012/filer-2012/offentlig-forskning-effekter-paa-innovation-og-oekonomisk-vaekst.pdf>

1.2.1 Forskningsvolumen

Danmark er en lille nation, og det ses afspejlet, når man via bibliometriske analyser søger at kortlægge forskningsaktiviteterne inden for et givent forskningsområde. Sammenholdes Danmark med de øvrige OECD- og BRIC-lande, ligger Danmark som det 21. mest publicerende land ud af 38 lande, når der ses på den samlede videnskabelige publikationsproduktion. Normeres der for befolkningstallet er Danmark det 3. mest publicerende land¹⁹.

Inden for vindenergiforskning, har Danmark en unik position. I figur 1.7 ses, at vi målt på antallet af videnskabelige resultater ligger blandt de fem mest publicerende lande i verden – i de seneste år på linje med Tyskland, og her er ikke normeret med befolkningstallet.

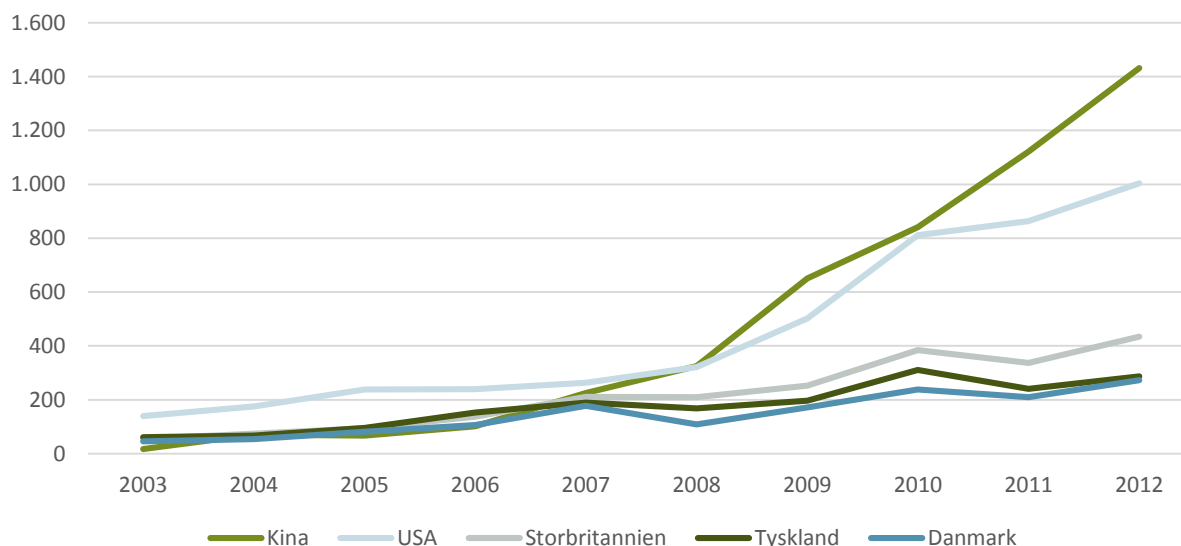
Som det fremgår af figur 1.7, har Danmark publiceret cirka ligeså meget som Tyskland og Storbritannien. Kina var i starten af perioden det land med færrest videnskabelige publikationer blandt top-5, men har øget antallet af videnskabelige resultater radikalt, særligt i perioden fra 2008 til 2012. Også USA har haft en stor fremgang i antallet af publikationer fra 2008-2012, og er i 2012 det næstmest publicerende land inden for vindenergi efter Kina.

De senere års udvikling tyder dermed på en skærpet konkurrence om at være ledende inden for dette forskningsområde, og en særlig satsning på vindenergiforskning fra de to største forskningsnationer i verden²⁰.

Af figur 1.8 fremgår det, at Kina øgede antallet af videnskabelige publikationer inden for dette felt med

FIGUR 1.7

Antal videnskabelige vindenergipublikationer, de fem mest publicerende lande i verden, 2003-2012



Kilde: Scopus, data udtrukket november 2013

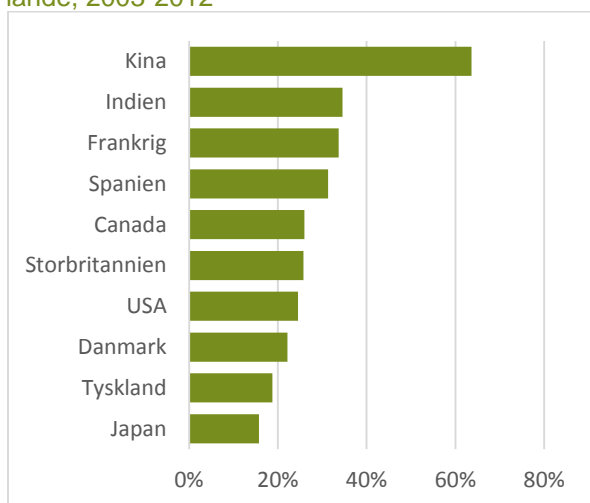
Note: Videnskabelige publikationer er her begrænset til typerne: articles, review og conference papers. Det skal bemærkes, at antallet refererer til artikler, hvor minimum én forfatter er fra pågældende land. En artikel med både en dansk og en tysk forfatter vil således fremgå i begge landes opgørelser.

¹⁹ Forskningsbarometer 2013, <http://fivu.dk/publikationer/2014/filer-2014/forskningsbarometer-2013.pdf>

²⁰ Målt bl.a. på antallet af videnskabelige publikationer, <http://fivu.dk/publikationer/2014/filer-2014/forskningsbarometer-2013.pdf>

hele 60 pct. om året i gennemsnit fra 2003-2012. Det kan delvis forklares med, at Kina kommer fra et lavt udgangspunkt med færre end 20 registrerede artikler i første opgørelsesår (2003), men ikke desto mindre er Kina det absolut førende land målt på *antallet* af forskningspublikationer i 2012. Tilsvarende har store forskningsnationer, som Frankrig, USA og Storbritannien, også haft en relativ høj gennemsnitlig årlig vækst på mellem 25 og 35 pct. Dansk forskning har også en relativ høj vækst, men placerer sig alligevel som nr. syv ud af ti lande.

FIGUR 1.8
Gennemsnitlig årlig vækstrate i antallet af videnskabelige publikationer for de ti mest publiceringsaktive lande, 2003-2012



Kilde: Scopus, data udtrukket november 2013
Note: Scopus udvider løbende sin database, og derfor skal der tages forbehold for, at en del af væksten vil skyldes en udvidelse af databasen, og ikke en øget forskningsaktivitet/publicering.

Som tidligere nævnt benytter man dog sædvanligvis en normeret opgørelse, når man skal sammenholde antallet af danske videnskabelige publikationer med andre lande. I figur 1.8 fremgår de fem lande, som normeret med deres befolkningsstørrelse, er de mest forskningsaktive inden for vindenergi.

Ses der på normerede antal af videnskabelige publikationer, fremgår den danske førerposition klart. I

Danmark blev der i gennemsnit publiceret 26,6 videnskabelige publikationer per mio. indbygger set over den seneste tiårige periode, hvilket er over tre gange så mange som nr. 2, Norge. Det er dog værd at bemærke, at Norge inden for de seneste tre år har øget deres publiceringsaktivitet betydeligt. I 2012 publicerede Danmark næsten 50 videnskabelige publikationer pr. mio. indbygger, dobbelt så mange som Norge på 2.-pladsen og væsentlig mere end de øvrige lande, der publicerer mest pr. indbygger. Det er en klar indikation på Danmarks styrke inden for videnproduktion på vindområdet.

1.2.2 Kvaliteten af dansk vindenergiforskning

Resultatet af den bibliometriske analyse af kvaliteten i den danske vindenergiforskning viser, at dansk forskning har den højeste gennemslagskraft (impact) blandt de ti mest forskningsaktive lande inden for vindenergiforskning set over den seneste tiårige periode. Ligeledes viser analysen, at danske publikationer inden for vindenergi er flot repræsenteret blandt de allermest citerede publikationer (top ti pct.).

Som tidligere nævnt kan de citationer, som publikationer opnår, ses som forskningens gennemslagskraft, og er dermed indikator på forskningens kvalitet. En fordel ved citationsanalyser er, at det er muligt at sammenholde forskningsenheder eller lande både inden for et forskningsområde og på tværs af forskningsområder. Samtidig skal det dog nævnes, at denne simple vurdering af forskningskvaliteten også møder kritik, og en uddybning af dette findes i Appendiks 1.

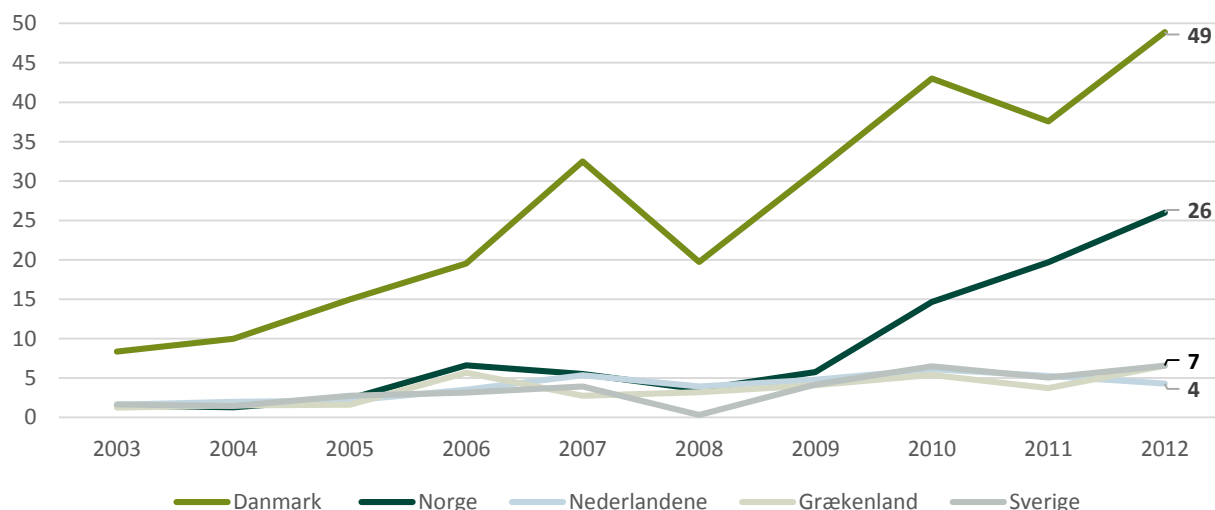
I det følgende er der benyttet en metode, som tager højde for en række forhold, som gør målingen af forskningskvaliteten mere præcis. For det første er danske publikationer inden for vindenergiforskning kun sammenholdt med publikationer inden for

samme fagområde. Dvs. der er benyttet samme afgrænsning af vindenergi for alle de involverede lande. For det andet er publikationerne fra ét år kun sammenholdt med publikationer fra samme år, da det er af stor betydning for det opnåede antal citationer – publikationer, der har været udgivet tidligere, har en større chance for at være mere citerede. På den måde tages der højde for forskellig udvikling i publiceringen – fx i forhold til Kina, hvor hoveddelen af publikationerne ligger i de senere år. Der er desuden benyttet åbne citationsvinduer (fra publiceringsår til og med 2013) for at gøre data mest muligt stabilt. For det tredje er der taget højde for publikationstypen, da antallet af citationer er væsentligt lavere for konferenceartikler end tidsskriftsartikler og review-artikler. For en yderligere uddybning se appendiks 1.

Som det fremgår af figur 1.10 har Danmark haft den højeste gennemslagskraft (relative impact) set over den seneste tiårige periode. Danske videnskabelige publikationer modtog således 55 pct. flere citationer end gennemsnittet for alle OECD- og BRIK-lande. Spanien har dog en næsten ligeså høj relativ impact og opnåede således 53 pct. flere citationer end gennemsnittet. Herefter følger Canada og Storbritannien med impacts på henholdsvis 41 og 31 pct. flere citationer end gennemsnittet.

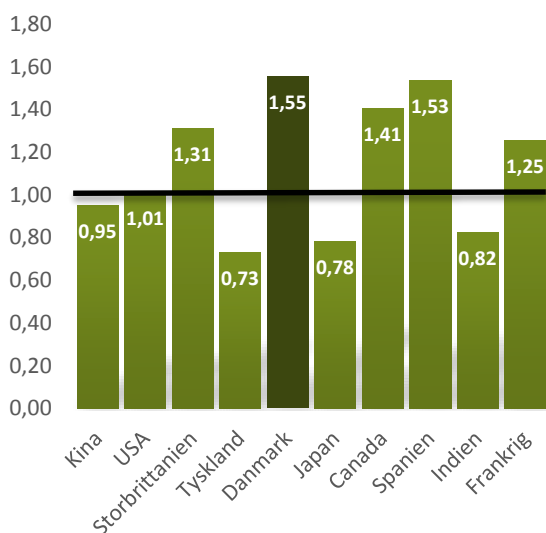
FIGUR 1.9

Antal videnskabelige publikationer inden for vindenergi per mio. indbygger, 2003-2012



Kilde: Scopus, data udtrukket november 2013 og IMF, <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/weodata/weoselgr.aspx>
 Note: Antal publikationer er sammenholdt med same års befolkningstal.

FIGUR 1.10
De ti mest publicerende landes relative impact, 2003-2012



Kilde: Scopus, data udtrykket november 2013
Note: 1 = verdensgennemsnittet. Gennemsnitlig relativ impact set samlet over de seneste 10 år.

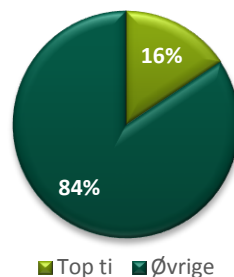
Den relative impact-beregning giver et godt indtryk af den danske forskningskvalitet, men en ulempe ved tilgangen er, at der naturligt er stor spredning i antallet af citationer, som publikationerne opnår. Analyser af alle videnskabelige publikationer, har således vist, at 10 pct. af artiklerne opnår næsten halvdelen af citationerne²¹. Dertil kommer det, at den relative impact-beregning viser, om artiklerne er over eller under gennemsnittet, men ikke siger noget om, hvorvidt publikationerne er blandt de bedste i verden. Derfor supplerer figur 1.10 med en analyse af den danske andel af de top ti pct. mest citerede publikationer. Beregningen er foretaget ved at se på, hvor stor en andel af danske artikler fra et givet

²¹ Se fx Albarrán, P. et. Al (2011): *The skewness of science in 219 sub-fields and a number of aggregates*, Scientometrics, Volume 88, Issue 2, August 2011, Pages 385-397

²² Fordele ved tilgangen kan blandt andet findes her: Bornmann, L. (2013): *How to Analyze Percentile Citation Impact Data*

publiceringsår, der ligger blandt de 10 procent mest citerede artikler²².

FIGUR 1.11
Andel af danske publikationer blandt de top 10 pct. mest citerede, 2010-2012



Kilde: Scopus, data udtrykket marts 2014.
Note: Gennemsnit af tre års publicering vægget efter type af publicering

Som det fremgår af figur 1.11 er 16 pct. af de danske publikationer inden for den seneste treårige periode blandt de ti procent mest citerede, hvilket svarer til, at der er 60 pct. flere danske artikler blandt de mest citerede artikler sammenholdt med gennemsnittet. Resultatet af figur 1.11 kan således understøtte resultatet i figur 1.10 – de danske publikationer har en høj gennemslagskraft, og en relativ høj andel af disse publikationer er blandt de mest citerede i verden (top 10 pct.).

1.3 Øget konkurrence om at være førende inden for vindenergiforskning

Af foregående afsnit fremgår det, at Kina og USA har øget forskningspubliceringen markant de senere år, mens en række europæiske lande markerer sig som både meget forskningsaktive (i top ti) samt

Meaningfully in Bibliometrics: The Statistical Analysis of Distributions, Percentile Rank Classes, and Top-Cited Papers, JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY, 64(3):587-595

med forskning af høj kvalitet. Da det er de europæiske lande, der er Danmarks væsentligste konkurrenter ift. eksport, er det også disse, som vil blive belyst i følgende. Således vil følgende tre landes væsentligste offentlige investeringer i vindenergiforskning blive kortlagt: Tyskland, Spanien og Storbritannien. Formålet er at se på udviklingen i de tre landes offentlige FoU-finansieringer for derved at sætte de danske investeringer i en europæisk kontekst samt anskueliggøre, hvorvidt konkurrencen om at være ledende inden for vindenergiforskning og vindenergiteknologi er skærpet.

Samlet set viser analysen, at Tyskland og Storbritannien har øget deres investeringer i vindenergiforskning og teknologisk udvikling radikalt, mens Spanien, formentlig pga. på grund af finanskrisen, ikke har øget men blot fastholdt et relativt højt niveau i investeringerne.

Det der særligt satses på, er forskning og udvikling inden for offshore-vindfarme, hvor der investeres i etablering af testcentre i meget stor skala. Disse investeringer har således også betydet, at særligt Tyskland og Storbritannien i senere år investerer langt mere i vindenergi, end tilfældet er i Danmark, hvor de offentlige bevillinger har været faldende i de seneste to år.

Afsnit 1.3 baserer sig på et litteraturstudie af de seneste 10 års udgivelser af "IEA Wind Annual Report"²³.

1.3.1 Tyskland

Tyskland er i top fem blandt de mest publicerende lande set over en 10-årig periode og er derfor en central spiller, når der alene ses på volumen af FoU-

aktiviteter inden for vindenergi. Derudover er Tyskland en stor konkurrent for Danmark, når det handler om eksport.

Udvikling i tyske investeringer i vindenergiforskning

Tyskland var tidlig til at sætte ambitiøse mål og satte i starten af 00'erne en national målsætning om en fordobling af vedvarende energi ved udgangen af 2006. Tidligere års fokus på optimering og effektivisering af onshore-vindenergi var med til at grundlægge det fremtidige fokus på offshore-vindturbiner, og op mod halvdelen af de årlige uddelte midler til vindenergi gik således i de følgende år til offshore-forskning og -udvikling alene. I perioden fra 2004 til 2006 støttede Bundesministerium für Umwelt (BMU) mellem 24 og 25 årlige projekter inden for vindenergi. I perioden blev der uddelt midler for mellem 89 og 171 mio. kr.²⁴ årligt til nye FoU-projekter inden for vindenergi. Samtidig blev igangværende projekter støttet med yderligere midler for op til 75 mio. kr. årligt.

I forbindelse med satsningen på offshore-teknologi modtog testplatform FINO 1 (bygget i 2003) FoU-midler for ca. 37 mio. kr. i 2005. I samme år blev der yderligere taget beslutning om etablering af testplatformene FINO 2 og 3. Frem til 2007 blev der uddelt midler til støtte af FINO 1 for godt 104 mio. kr., og samme år blev der ligeledes bevilget godt 75 mio. kr. til de to resterende testplatforme. Satsningen i 2007 på offshore-platformene FINO 1, 2 og 3 blev yderligere styrket af satsningen på hele vindområdet. Fra 2007 og frem steg midlerne til vindenergiforskning og -udvikling. I 2007 og 2008 blev der uddelt midler for henholdsvis godt 260 og 300 mio. kr. sammenlignet med de maks. 171 mio. kr. fra de foregående år. I 2009 faldt niveauet til 210 mio. kr. I

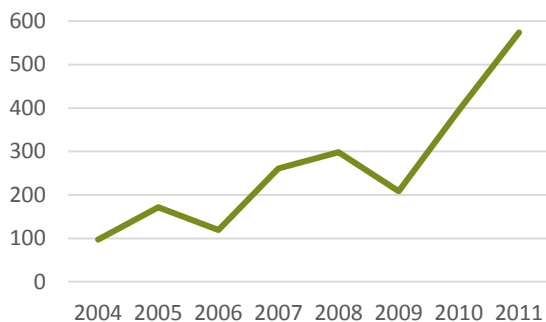
²³ http://www.ieawind.org/annual_reports.html

²⁴ Alle nævnte beløb i afsnit 1.3 er omregnet fra € til DKK ved kurs 7,45. Det skal desuden bemærkes at alle nævnte beløb er i årets priser.

perioden fra 2007 til 2009 blev igangværende projekter støttet med op til ca. 112 mio. kr. årligt.

FIGUR 1.12

Udvikling i Tysklands offentlige FoU-investeringer inden for vindenergiforskning, i mio. kr., 2004-2011



Kilde: IEA WIND 2011 Annual report

Note: Udviklingen i FoU- budget for nye projekter finansieret af BMU (Bundesministerium für Umwelt)

I 2010 og 2011 bevilgede BMU midler for henholdsvis godt 400 og 570 mio. kr. til nye projekter, og dette afspejlede for alvor den tyske satsning på vindenergiområdet. I slutningen af 2010 var der i alt bevilget godt 320 mio. kr. til RAVE-initiativet (startet i 2008), der bestod af test-projekter på platformen Alpha Ventus. RAVE-initiativets projekter på FINO 1 og Alpha Venture indsamlede store mængder data, der blev samlet i RAVE-initiativets database. I december 2011 annoncerede BMU deres fortsatte satsning på vedvarende energi. Fra 2011 og frem til 2014 ville FoU inden for vedvarende energi blive støttet med hele 9,7 mia. kr.

Perspektiver på Tysklands investering i vindenergi

The Renewable Energy Source Act fra april 2000 var med til at sætte målene for vedvarende energi igennem 00'erne, og sammen med satsningen på offshore-vindenergi har den været grundlag for periodens stigning i offentlige FoU-investeringer i vindenergi. Som det fremgår af figur 1.12 har investeringerne til nye projekter overordnet set været stigende i den seneste otteårige periode. Fra 2009 til 2011 har Tyskland optrappet deres investeringer

ved næsten at tredoble deres midler til vindenergiforskning. De massive investeringer er blandt andet gået til etablering af store testprojekter (under RAVE-initiativet). Disse testprojekter har meget konkret til formål at udvikle bedre teknologi inden for offshore-vind, og de første resultater af investeringerne, i form af nye teknologier, vil forventeligt ligge klar i 2013.

Tyskland er et nærmarked, og samtidig viser eksportanalysen, jf. kapitel 3 side 39, at Tyskland også udgør en stor konkurrent på eksportmarkederne. Derfor er det meget sandsynligt, at disse nye og meget massive investeringer vil have positiv indflydelse både på Tysklands forskningsmæssige såvel som eksportmæssige performance. Tyskland vil derfor også fremadrettet forventes at være en meget stor konkurrent.

Selvom Tyskland har haft en stigende publiceringsaktivitet inden for vindenergi, er udviklingen i senere års investeringer (input) ikke helt så tydelige målt på forskningsresultaterne (output). Dette skal dog ses i sammenhæng med, at de store investeringer først kom i 2010 og 2011, hvorfor det vil være forventeligt, at det først vil være muligt at se på output-siden tidligst fra 2012-2013.

1.3.2 Spanien

Spanien er i top ti, når man ser på de mest publiceringsaktive lande i perioden 2003-2012, og set på forskningens kvalitet, målt via antallet af opnåede citationer, er Spanien i den internationale top – på linje med Danmark.

Udvikling i spanske investeringer i vindenergiforskning

I Spanien findes The National Energy Program for Scientific Research, Development and Technological Innovation, som i perioden 2003-2007 er det

centrale råd til støtte af energiforskning, herunder således også vindenergiforskning. Rådet gav i perioden 2003-2005 samlede bevillinger på mellem 114 mio. kr. og 121 mio. kr. I årene 2006-2010 gav Center for Industriel Technological Development (CDTI) under Ministry for Industry and Energy midler til fire store vindenergi projekter: Windlider 2015, Eolia-konsortiet, Ocean-Lider og Azimut. Førstnævnte startede i 2006 og har et samlet budget på knap 300 mio. kr. Initiativet er primært drevet af private store virksomheder, men med betydelig medfinansiering fra den offentlige sektor på ca. 97 mio. kr. Formålet er blandt andet at producere omfattende simulationer af store vindturbiner. Eolia-konsortiet består af 25 forskningscentre og syv virksomheder. Formålet er her forskning i offshore-vindmøller på dybt vand (over 40 meter). Den offentlige finansiering er på godt 124 mio. kr. ud af et samlet budget på over 250 mio. kr. Ligeledes igangsættes Ocean-Lider-projektet med en offentlig medfinansiering på 109 mio. kr. Sidst er der det nye Azimut projekt, som modtager offentlige midler for 82 mio. kr.

I 2008 igangsattes The National R&D Plan af The Ministry of Science and Innovation. Initiativets primære fokus er støtte til FoU inden for de tekniske videnskaber samt støtte til offentligt-privat forskningssamarbejde. Herunder findes således også finansiering til større vindenergi projekter. EMERGE-projektet er et af de første større vindenergi projekter, der igangsattes i 2009, og som over en 4-årig periode har modtaget knap 69 mio. kr. Ligesom for Eolia-konsortiet er formålet forskning i offshore-vindmølleparker. I 2010 startede INNFACTO-programmet og INNPLANTA-programmet op. Disse gav i 2010 samlede bevillinger på henholdsvis 41 og 93 mio. kr. til vindenergiforskning. Begge programmer er strategiske forskningsprogrammer, der skal stimulere offentligt-privat samarbejde. I 2011 gav begge ordninger yderligere midler til vindenergiforskning ordninger, og i 2012 var bevillingerne på

ca. 81 mio. kr. til tre vindenergi projekter under INNFACTO-programmet.

[Perspektiver på spanske investeringer i vindenergiforskning](#)

Set over den seneste tiårige periode har Spanien givet de største bevillinger til vindenergiforskning i årene 2006 og 2010. Spanien gør i IEA-rapporterne selv opmærksom på, at grundet den finansielle krise skrues der i perioden 2008-2012 ned for de offentlige investeringer i vindenergiforskning. Ikke desto mindre tyder de angivne investeringer på, at finansieringen til vindenergiforskning samlet set har været større end i Danmark. Derudover har Spanien haft et stort fokus på store strategiske satsninger med samarbejde med den private vindenergisektor som et af de primære omdrejningspunkter. Som det belyses nærmere senere i kapitlet, kan dette være en medforklarende årsag til, at udviklingen i den spanske eksport af vindenergiteknologier har udviklet sig meget positivt i de senere år.

1.3.3 Storbritannien

Storbritannien er interessant at belyse i denne sammenhæng, fordi de er meget forskningsaktive inden for vindenergi, og Storbritanniens forskning har stor gennemslagskraft. Ligeledes vil det i kapitel 3 fremgå, at Storbritannien også er en væsentlig erhvervsmæssig konkurrent.

[Udviklingen i Storbritanniens investeringer i vindenergiforskning](#)

I Storbritannien støttes vindenergi gennem DTI's New and Reliable Energy Programme. I perioden 2003-2005 har dette råd fast støttet FoU i vindenergi med ca. 13,5 mio. kr. om året. Herefter var der en stigning i bevillingerne i årene 2006-2007 til ca. 31,5 mio. kr. pr. år fra The Technology Strategy Board (TSB), som er den nye centrale myndighed

for uddelingen af offentlige midler til vindenergiforskning.

I 2008 kom en ny central institution og finansieringskilde til, nemlig Energy Technologies Institute (ETI), som er et 50/50-samarbejde mellem offentlige myndigheder og private virksomheder. Denne institution ser offshore-vindenergi som en særlig strategisk prioritet og har derfor som mål at investere ca. 210 mio. kr. i "offshore wind drivertrain test rig", også kendt som det såkaldte NAREC testcenter (The New and Renewable Energy Centre). Investeringen forventedes at lede til kommercialisering af nye teknologier ved udgangen af 2013. Ydermere giver ETI samlet 225 mio. kr. i "offshore wind floating platforms" og 90 mio. kr. i "Next generation Bigger Blades", endnu to testfaciliteter, som skal støtte teknologiudviklingen inden for offshore.

Sideløbende med ETI's investeringer gives der massiv støtte til FoU i vedvarende energi via The Research Councils UK Energy Programme, der i perioden 2010-2014 uddeler bevillinger på knap 4,5 mia. kr. til forskning i CO₂-reducerende teknologier, herunder estimeres ca. 1/3 til offshore-vind via programmet SUPERGEN Wind.

Perspektiver på Storbritanniens investeringer i vindenergiforskning

I Storbritannien har de europæiske 2020-mål om vedvarende energi sat gang i investeringerne i særligt offshore-vindenergi, som forventes at dække 2/3 af Storbritanniens målsætning om, at 15 pct. af energiforbruget skal komme fra vedvarende energi. Således vil Storbritannien frem mod 2020 arbejde for, at der bliver installeret 7.000 offshore-vindturbiner. Disse målsætninger har betydet en acceleration i de offentlige vindenergiinvesteringer, herunder

særligt investeringer i teknologi inden for offshore-vindfarme.

Storbritanniens offentlige bevillinger til vindenergiforskning er relativt lave i de første tre år af den undersøgte periode sammenholdt med landets størrelse. De opgjorte tal tyder således på, at Storbritanniens offentlige investeringer i FoU inden for vindenergi i starten af den undersøgte periode var mindre end de danske. Det er først i 2008, hvor implementeringen af ETI's målsætninger sammen med programmet SUPERGEN Wind, at bevillingerne øgedes markant. Selvom den private sektor stod for halvdelen af finansieringen på ETI's projekter, var den offentlige andel stadig væsentlig øget sammenholdt med tidligere. Dette kan være en grund til, at Storbritannien på bare et år gik fra at publicere 250 videnskabelige publikationer i 2009 til 400 i 2010, jf. figur 1.3. Ligeledes forventedes det, at det store fokus og investeringer i offshore-testplatforme såsom NAREC ville lede til kommercialisering af nye teknologier fra 2013²⁵ og frem og dermed øge konkurrencen på eksportmarkederne. Konkurrenceaspektet belyses nærmere i kapitel 3.

²⁵ Det er pt. ikke muligt at opgøre, hvorvidt denne forventning er blevet opfyldt.

2 Samspil mellem erhvervsliv og forskningsinstitutioner

2.1 Samspil mellem forskning og erhverv

Såfremt de videnskabelige styrkepositioner skal udmønte sig i erhvervsmæssige styrkepositioner, kræver det, at forskningen bringes i spil i virksomhederne. Dette kan ske via flere kanaler. Det offentlige forsknings- innovations- og erhvervsfremmesystem udgør en af disse kanaler. Via de offentlige forsknings- og udviklingsprogrammer kan virksomhederne samarbejde med f.eks. universiteter, GTS'er, offentlige institutioner eller andre private virksomheder.

I dette kapitel kortlægges vindvirksomhedernes deltagelse i offentlige forsknings- udviklings og innovationsprogrammer (FUI-programmer). Desuden kortlægges, vha. survey, virksomhedernes oplevede betydning af disse programmer.

Samspilsanalysen viser, at en stor del af vindvirksomhederne deltager i offentlige forskningsprogrammer og mange af dem flere gange. I det gennemførte survey svarer de fleste af respondenterne, at de har samarbejdet med forskningsinstitutioner. Med de forbehold, som antallet af respondenter giver anledning til ift. repræsentativitet, mv. tegner samspilsanalysen og surveyet samlet set et billede af en industri, der er fokuseret på forskning og udvikling og er vant til at indgå i samarbejdsrelationer omkring forsknings- og udviklingsaktiviteter.

Det er et samarbejde, der i vid udstrækning har resulteret i kompetenceopbygning i virksomheder og derfor - selvom de konkrete samarbejdsrelationer kun i ca. hvert andet tilfælde fører til nye produkter - på sigt vil styrke virksomhedernes udvikling.

I forhold til samarbejdsrelationerne er det omkring 60 pct. af respondenterne, der har samarbejdet med universiteter, hvilket er betydeligt mere end andelen af virksomheder, der har samarbejdet med GTS-institutter.

Endelig vurderer næsten 70 pct. af respondenterne, at den offentlige forskning og udvikling også i de kommende 5-10 år vil have stor betydning for udviklingen af vindindustrien. Det være sig både i relation til de direkte samarbejdsrelationer omkring forsknings- og udviklingsaktiviteter såvel som i forhold til de offentlige forsknings- og udviklingsinstitutioners betydning for den fremadrettede uddannelse af kvalificerede ingeniører og ph.d'er.

2.1.1 Kortlægning af samspil

DAMVAD har identificeret 470 virksomheder som værende relevante inden for vindenergi. Der er primært tale om Vindmølleindustriens medlemmer, medlemmer af Danish Wind Energy Group samt identificerede virksomheder inden for offshore og enkelte andre identificeret i forbindelse med arbejdet med at udarbejde vindindustriens branchestatistik. Der er fokuseret på virksomheder, der opererer på markedsvilkår.

DAMVADs Samspilsdatabase (SSDB²⁶) anvendes til at kortlægge virksomhedernes deltagelse i FUI-programmer. Ved at koble virksomhederne med oplysningerne i databasen kan graden af samspil og deltagelse i FUI-programmer kortlægges.

²⁶ Databasen indeholder oplysninger om mere end 5.800 projekter, som inkluderer mere end 13.000 danske og mere end 8.500 udenlandske projektdeltagere. Der indgår mere end 3.200 unikke danske virksomheder i databasen.

Eksempel: Design af offshore vindmøller

Forskning

Klimaforudsætninger herunder vindpåvirkning for design, konstruktion og opstilling af havvindmøller

- Aeroelastisk design beskæftiger sig med metoder til dynamiske analyse af vindmøller med henblik på dokumentation af vindmøller sikkerhed. De aeroelastiske modeller anvendes som standard design metoder i industrien og seneste forskningsresultater fra universiteterne integreres normalt i modellerne og på den måde anvende industrien hele tiden de seneste resultater fra forskningen i udviklingen og optimeringen af nye vindmøller
- Wake-modellering beskriver hvorledes vindmøller påvirker andre vindmøller med "vindskygge" "Vindskyggen giver både større turbulens, der resulterer i større belastninger på vindmøllerne og reducerer vindenergiindholdet i vinden på grund af reduktionen i vindhastigheden.

Kommercialisering

Wake modellering anvendes til både at placere vindmøllerne økonomisk optimalt i forhold til balancen mellem energiproduktion og øget belastningsniveau på vindmøllerne samt til at bestemme bidraget til designgrundlaget fra wakes. Ved udvikling af havvindmøller og anlæg af offshore- mølleparker er det en stor udfordring at sikre at møllerne kan holde til de belastninger, de udsættes for på havet.. Danmark har gennem en årrække opbygget forsknings- og forretningsmæssige kompetencer på området, som gør Danmark til en af verdens førende nationer hvad angår kommerciel udnyttelse af offshore-vindenergi

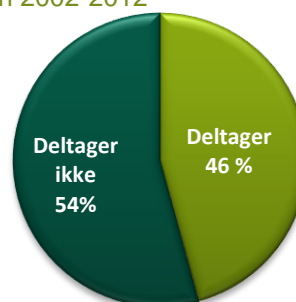
2.1.2 Forsknings- og udviklingsaktive virksomheder

Af de 470 identificerede virksomheder har hele 215 unikke virksomheder deltaget i et eller flere FUI-programmer i perioden 2002-2012. Der er her tale om alle FUI-programmer og ikke dem, der er specifikke for vindenergi.

Det svarer til, at lige under halvdelen af de identificerede virksomheder deltager i forsknings-, udviklings- eller innovationsprogrammer (hvoraf nogle deltager i flere) i den 10-årige periode, jf. figur 2.1.

FIGUR 2.1

Andel virksomheder, der deltager i FUI-programmer i perioden 2002-2012



Kilde: DAMVAD 2014 på baggrund af DAMVADs Samspilsdatabase

De identificerede virksomheder deltager i hele 677 forskellige projekter inden for en meget lang række af forskellige programmer, så mange af virksomhederne deltager i flere forsknings- og udviklingssamarbejder.

I 261 af projekterne, svarende til 39 pct., samarbejder virksomhederne med et universitet. Det er denne type samspil, der primært forventes at bidrage til, at forskningen udført på universiteterne sættes i spil i virksomhederne.

16 pct. af projekterne inkluderer samarbejde med en anden virksomhed, mens 22 af samspillene, svarende til 3,2 pct., er af typen triple-helix, hvor både virksomheder, universiteter og offentlige myndigheder samarbejder.

2.1.3 Type af programmer

Typen af programmer har indflydelse på hvad, der kommer ud af samspillet. Kortlægningen viser, at flest vindvirksomheder overordnet set primært deltager i programmer udbudt af Rådet for Teknologi (RTI) og GTS-programmer. Innovationsagenterne, hvor bl.a. SMV'er får innovations- og udviklingsvejledning af en innovationsagent fra en af de ni GTS-institutioner, er det enkelt-program, hvor flest virksomheder deltager, jf. figur 2.2.. Dette program kan ses som et springbræt for bl.a. SMV'er, der søger samspil med andre virksomheder såvel som universiteter og offentlige parter.

Jf. figur 2.2 er RTI opdelt på virkemidler. Dette skyldes, at RTI's virkemidler yder støtte på forskellige niveauer. Innovationsagenterne samt Videnkupon søger at skabe samspil primært for SMV'er, hvorimod ErhvervsPhD-programmet og Innovationskonsortier søger bredere. Især Innovationskonsortier søger at udvikle og modne forskningsbaseret viden i et forretnings- og samfundsmæssigt perspektiv. Figuren giver således udtryk for, at RTI styrker samspillet og udviklingen for både små og store vindvirksomheder.

35 unikke vindvirksomheder har deltaget i Energi-styrelsens udviklings- og demonstrationsprogram EUDP i perioden. EUDP's formål er at støtte demonstration og eksperimentel afprøvning af teknologier, systemer og metoder.

Det Strategiske Forskningsråd (DSF) har sammenlagt haft 32 unikke deltagende vindvirksomheder. Dette dækker over virkemidlerne forskningsalliancer, -projekter, -centre og SPIR programmet, der

delvist er finansieret af RTI. DSF's støtter direkte forskning, der adresserer samfundsmæssige udfordringer Danmark står over for, hvor især programkomitéen for Bæredygtig Energi og Miljø yder støtte til vindforskning.

Eksempel: Beregninger af vindforhold og energiproduktion

Forskning

Forskning i meteorologi anvendes til at opnå viden om lokale vindforhold, flerårige vejrudsiger, vindens variabilitet og forudsigelighed mv. Dette anvendes til at bestemme det designgrundlaget med hensyn til vindforhold (vindfordelinger af vindhastighed, ekstreme vindforhold, turbulens etc.), bestemmelse af årsproduktionen for vindmøller på specifikke sites og optimal placering af vindmøller i landskabet og i vindmølleparker. WASP og WASP engineering (Wind Atlas Analysis and Application Programme), software til beregning af vindforhold til bestemmelse af energiproduktion fra vindmøller og til bestemmelse af de vind designforudsætninger der skal anvendes på en specifik site i flat terræn, på havet, i bjerge etc

Kommerialisering

Vindmøllers energiproduktion afhænger af vindforholdene. Det er derfor vigtigt at kunne beregne den forventede energiproduktion med stor sikkerhed, inden man foretager den store investering, det er at opstille en enkelt vindmølle eller at anlægge en vindmøllepark. Gennem forskning i vindforhold er der udviklet softwareløsninger (WASP), der med stor sikkerhed kan forudsige, hvordan vinden blæser på specifikke lokaliteter på havet og til lands, hvor der tages højde for omkringliggende terræn. WASP er med tiden blevet den industrille standard globalt for beregning af vindforhold, energiproduktion og placering af

vindmøller. WAsP er et godt eksempel på, hvordan samarbejde mellem forskning og virksomheder kan bidrage til forretningsudvikling i vindmøllesektoren til gavn for samfundet. Den seneste forskningsresultater på området indbygges løbende i nye opdateringer af WAsP og på den måde sikres at seneste forskningsresultater hele tiden bringes i anvendelse i industrien

2.2 Betydning af offentlige forskningsbevillinger

Der er gennemført et survey blandt 345 virksomheder, der er identificeret som værende en del af vindenergibranchen. Identifikationen af virksomhederne er blandt andet sket i samarbejder med DTU, Vindmølleindustrien og det strategiske samarbejde Megavind. Surveyet omfatter ikke alle de virksomheder der indgår i DAMVADs samspilsdatabase, da det er en forudsætning for at kunne sende surveyes ud, at

der findes kontaktoplysninger på virksomhederne. Det er ikke altid tilfældet i Samspilsdatabase.

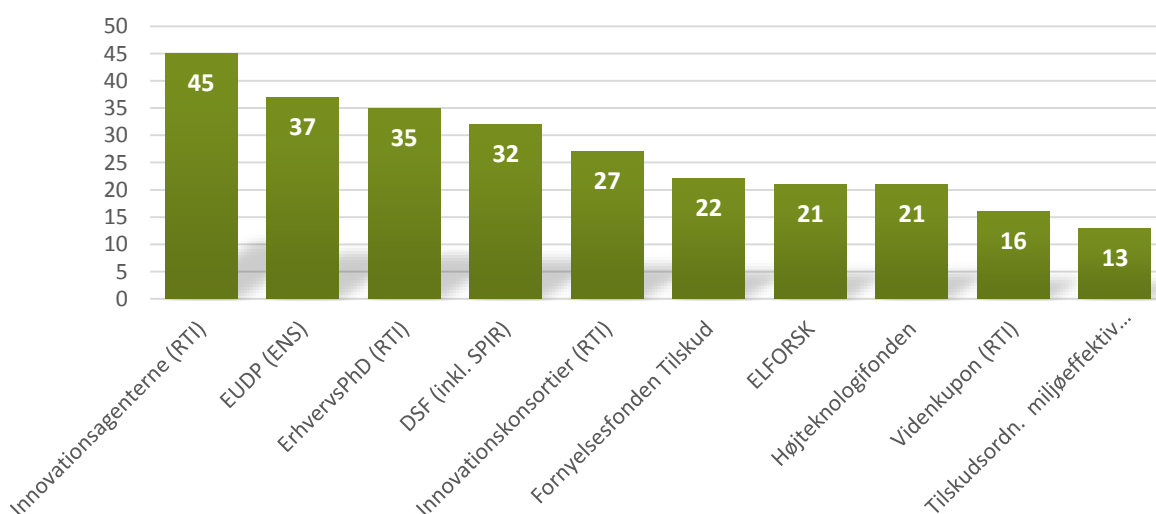
Surveyet fokuserer på betydningen af de offentlige forskningsbevillinger for virksomhedernes udvikling. I og med at virksomhederne ikke direkte får andel i de offentlige forskningsbevillinger, og derfor ikke kan forventes at kunne forholde sig direkte til betydningen af disse, er der i surveyet spurgt ind til forhold som fx virksomhedernes samarbejde med offentlige forskningsinstitutioner, deres oplevede betydning heraf, hvor mange ingeniører og ph.d'er, de har ansat mv.

2.2.1 Virksomhedskarakteristika

I alt har 90 virksomheder/respondenter svaret på surveyet, hvilket er 26 pct. af den samlede population, surveyet er udsendt til. Respondenterne repræsenterer, til sammenligning med dansk er-

FIGUR 2.2

Antallet af unikke virksomhedsdeltagelser i udvalgte programmer i perioden 2002-2012

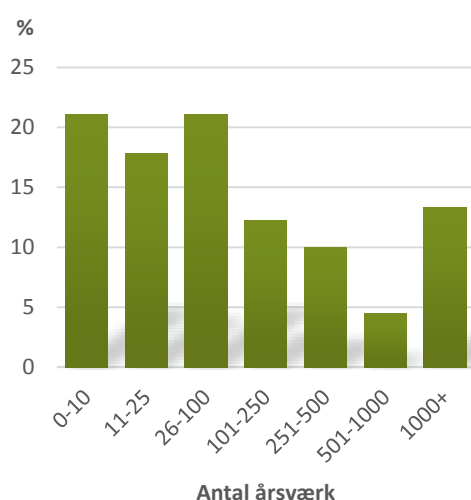


Kilde: DAMVAD 2014 på baggrund af DAMVADs Samspilsdatabase

Note: Angiver deltagelse for unikke virksomheder. En virksomhed tæller således kun én gang, selvom den har deltaget flere gange i perioden.

hvervsliv i almindelighed, relativt store virksomheder²⁷. Imidlertid bør resultaterne af surveyet skal tages med det forbehold, at antallet af respondenter er relativt lav. Det er dog ikke en usikkerhed, der ligger ud over det, man almindeligvis må forvente ved surveys. Størrelsesfordelingen af virksomhederne i surveyet fremgår af Figur 2.3.

FIGUR 2.3
Størrelsesfordelingen af virksomhederne i surveyet, antal årsværk



Kilde: DAMVAD
Note: N=90.

Eksempel: Udvikling af materialer til vindmøllelevinger

Forskning

Materialeforskning og -karakterisering handler om at forske i egenskaber og anvendelsesmuligheder for fx lette og stærke metaller, stål og nanometaller.

Forskning i kompositter (sammensatte materialer) handler bl.a. om at øge kendskabet til eksisterende kompositters egenskaber og at udvikle og teste nye fiberkompositter med henblik på fx vægtreduktion af vindmøllevinger.

Kommercialisering

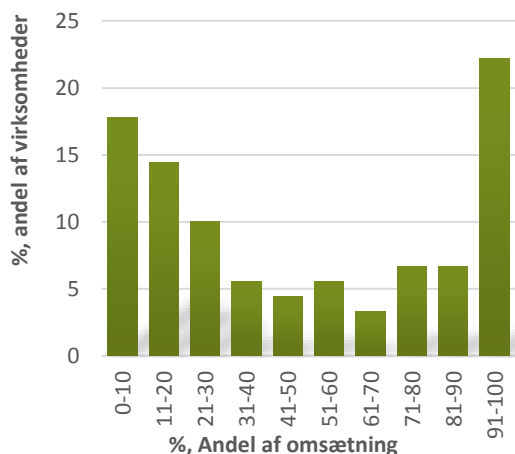
Forskning i materialer har stor betydning for udvikling, produktion og optimering af vindmøllelevinger, der kan holde til de enorme belastninger, vingerne udsættes for. Forskningen er særligt relevant i forbindelse med udvikling af meget store offshore-vindmøller, hvor konkurrencekraft, økonomisk optimering, vægtreduktion har stor betydning

Det er ikke alle virksomhederne i surveyet, der udelukkende beskæftiger sig med vindenergi-relaterede produkter og services. For de flestes vedkommende vil deres produkter og services også finde anvendelse inden for en række andre industrier. Dette ses bl.a. tydeligt, når man kigger på andelen af virksomhedernes omsætning, der kan henføres til vindenergi-relaterede aktiviteter. For mere end halvdelen af virksomhederne kan mindre end halvdelen af omsætningen henføres til vindenergi, jf. Figur 2.4.

²⁷ Andelen af SMVer i dansk erhvervsliv var i 2011 på ca. 99,7 pct. jf. EU-Kommissionen, SBA Factsheet 2011

FIGUR 2.4

Andel af virksomhedernes omsætning der kan henføres til vindenergi

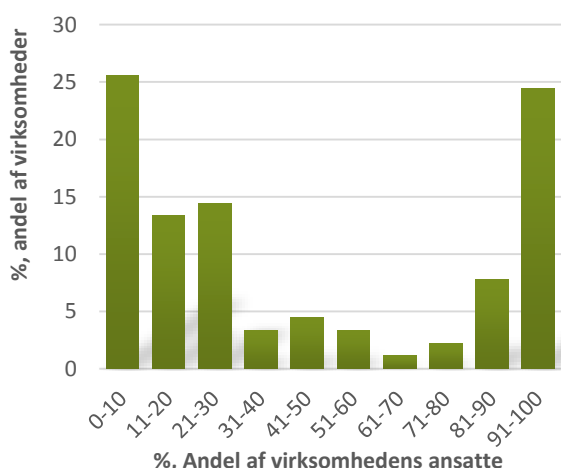


Kilde: DAMVAD
Note: N=90

Det samme forhold gør sig gældende i relation til andelen af de beskæftigede i virksomhederne, der er beskæftiget med vindenergi, jf. Figur 2.5.

FIGUR 2.5

Andel af beskæftigede beskæftiget med vindenergi.



Kilde: DAMVAD
Note: N=90

2.2.2 Virksomhedernes produkter

Dét, at virksomhederne i surveyet ikke udelukkende er beskæftiget i relation til vindenergi, kommer også til udtryk i forhold til deres produkter og ydelser.

Således angiver ca. 1/3 af respondenterne, at den del af virksomhedens produkter, der afsættes til vindindustrien, ikke er specifikt udviklet hertil. Ca. 1/3 angiver, at den del af virksomhedens produkter, der afsættes til vindindustrien, er specifikt udviklet hertil, men også finder anvendelse i andre industrier, og endelig angiver ca. 1/3 af respondenterne, at den del af virksomhedens produkter, der afsættes til vindindustrien, er specifikt udviklet hertil og alene anvendes i vindindustrien. Samtidig angiver ca. 66 pct. af virksomhederne, at deres produkter er teknologitunge, mens ca. 34 pct. af respondenterne angiver, at deres produkter hovedsageligt er baseret på standardkomponenter eller lavteknologiske produkter.

Eksempel: Test af vindmølle

Forskning

- I Danmark findes flere testcentre (Høvsøre og Østerild), hvor der er mulighed for i fuld skala at teste (kæmpe) vindmøller,
- Endvidere findes der i Danmark afprøvningsfaciliteter for vindmøllekomponenter, nye materialer etc.
- Udvikling af en europæisk forskningsinfrastruktur kaldet Windscanner, der er et laserbaseret måleinstrumentssystem, der måler vind og turbulens omkring kæmpevindmøller i tre dimensioner.

Kommerialisering

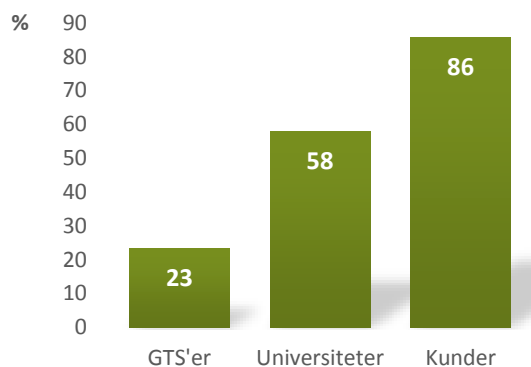
Praktiske test af nye innovationer og materialer er helt afgørende for udvikling af nye mere konkurrencedygtige vindmøller og spiller en vigtig

rolle i forhold til, at Danmark kan bevare sin forskningsmæssige og industrielle førerposition inden for vindenergi. De danske testcentre giver enestående mulighed for at teste og foretage målinger på kæmpevindmøller, og faciliteterne benyttes af bl.a. Vestas Wind Systems og Siemens Wind Power.

2.2.3 Virksomhedernes samarbejde omkring forsknings- og udviklingsaktiviteter

72 pct. af respondenterne angiver, at de har haft forsknings- og udviklingsaktiviteter. Der er imidlertid forskel på, om de har samarbejdet med andre omkring forsknings- og udviklingsaktiviteterne, og i givet fald, hvem de har samarbejdet med. Det er oftest virksomhedernes kunder, der har været samarbejdspartnere i forsknings- og udviklingsaktiviteter, kun i mindre grad universiteter og i endnu mindre grad GTS-institutter, jf. Figur 2.6.

FIGUR 2.6
Andel af respondenter der har samarbejdet, fordelt på typen af samarbejdspartner



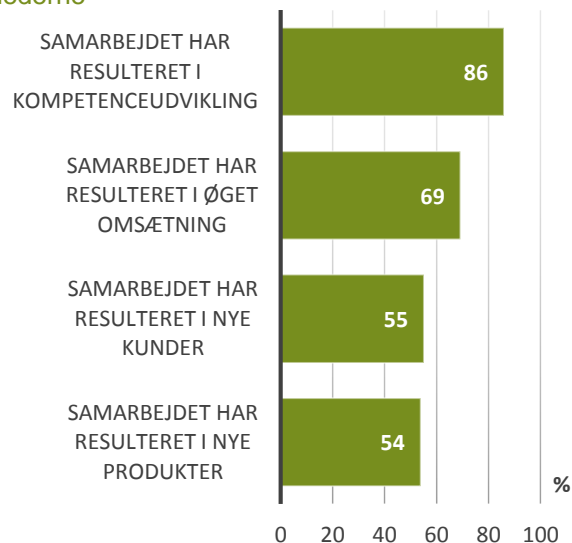
Kilde: DAMVAD
Note: N=90

Samtidig angiver 87 pct. af respondenterne, at samarbejdet har skabt merværdi for virksomheden.

Konkret har samarbejdet især skabt værdi i virksomhederne i form af kompetenceudvikling inden for virksomhederne, og det har resulteret i øget omsætning. Over halvdelen svarer desuden, at det har givet anledning til nye kunder og nye produkter, jf. Figur 2.7.

Det øgede kompetenceniveau må forventes på længere sigt at øge virksomhedens konkurrenceevne. Det vil således på sigt kunne omsættes til øget salg, omsætning og vækst for endnu flere af virksomhederne.

FIGUR 2.7
Hvordan samarbejdet har skabt værdi for virksomhederne



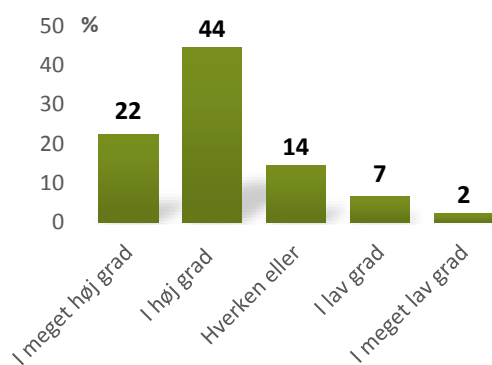
Kilde: DAMVAD
Note: N=78

2.2.4 Betydningen af den offentlige forskning

Ser man på respondenternes vurdering af betydningen af den offentlige forskning og udvikling fremadrettet, viser det sig, at respondenterne i overvejende grad vurderer, at den offentlige forskning og udvikling også i de kommende 5-10 år vil have stor betydning for udviklingen af vindindustrien, jf. figur 2.8.

FIGUR 2.8

Respondenternes syn på, om offentlig forskning også i de kommende 5-10 år vil være værdifuld for udvikling af vindindustrien



Kilde: DAMVAD

Note: 10 pct. af respondenterne har svaret "ved ikke". N = 81

konstruktion, og at de kan holde til de belastninger, de udsættes for i naturen. Til at sikre dette anvendes simuleringsværktøjer som HAWC og FLEX, der er udviklet på danske universiteter. Seneste forskningsresultater integreres løbende i designværktøjerne således at de vindmøller der udvikles i industrien hele tiden er baseret på de seneste forskningsmæssige resultater.

Eksempel: Design af vindmøller

Forskning der anvendes til design af vindmøller i designmodeller

- HAWC (Horizontal Axis Wind Turbine Code) er en softwaremodel af en vindmølle, der kan bruges til simulering og beregning af dynamiske belastninger af vindmøller.
- FLEX 5 er et simuleringsværktøj (software) til beregning af kræfter, fleksibilitet og ydelse og anvendes af vindmølleindustrien i forbindelse med design af vindmøller.
- Fluid mekanik handler mht. vindmøller om udvikling af værktøjer, der anvendes til design af optimale vingeprofiler og rotorblade ift. deres ydeevne og støjdbredelse samt til forudsigelse af påvirkningen fra vind og bølger

Kommerialisering

Inden en vindmølletype sættes i produktion, er det vigtigt at sikre, at vindmøllerne har det optimale design i forhold til fx energiproduktion og

3 Eksport af kerne-vindmøllekomponenter

Eksport af en given teknologi bruges ofte som mål for at vurdere et lands erhvervsmæssige styrkeposition inden for dette område.

Analysen viser, at Danmarks eksportspecialisering inden for vind er flere gange højere end EU-15 gennemsnittet. Til trods for, at eksportspecialiseringsgraden er faldende, står Danmark stærkt med en over dobbelt så høj eksport målt pr. indbygger sammenlignet med andre lande med kendte styrkepositioner inden for vindkraft.

Eksporten af kerne-vindkomponenter fra Danmark udvikler sig imidlertid mindre gunstigt end andre lande med kendte styrkepositioner. Når man ser på de største eksportører i EU er Danmark således i absolutte tal gået fra i 2007 at have en 2.-plads til i 2012 at være nummer 4.

De lande, der i analysens sammenligning performer særligt godt er bl.a. Tyskland og Spanien, der i 2012 er de største eksportører af kerne-vindmøllekomponenter. Begge klarer sig også godt inden for det forskningsmæssige område, jf. kapitel 1. Tyskland men særligt Spanien har oplevet en stor vækst i antallet af publikationer, og særligt Tyskland øger sine offentlige bevillinger til vindenergiforskning.

Disse lande forventes derfor i fremtiden også at udgøre store konkurrenter til Danmark både inden for det videnskabsmæssige område såvel som på eksportmarkederne.

3.1 Metode

I dette afsnit kortlægges Danmarks eksportevne inden for visse vindkraft kernekomponenter i forhold

til de øvrige EU-lande, og danske styrkepositioner afdækkes. Analysen omfatter udelukkende eksport af varer (ikke services), idet vareeksporten opgøres meget detaljeret for hvert EU-land. Dette er ikke tilfældet med services.

I nærværende fokuseres på Danmarks eksport af ca. 20 produkter²⁸, der er identificeret som kerne-vindmøllekomponenter jf. figur 3.1. Denne afgrænsning kan anvendes i en international benchmark af eksport af vindmøllekomponenter, hvor vi alene ser på udviklingen i eksporten på udvalgte områder, andele og eksportspecialiseringen, der er et udtryk for om området er en erhvervsmæssig styrkeposition i det enkelte land.

DAMVAD har i udvælgelsen af produkter valgt en konservativ tilgang, således at kun produkter, der er kerne-vindkomponenter, er medtaget. Eksporten af øvrige produkter, der indgår som input i vindmøller samt den store serviceindustri rundt om vindmøllebranchen er ikke mulig at medtage i det internationale benchmark af eksporten. Danske vindvirksomheders indtjening gennem produktion i udlandet er ligeledes ikke en del af den internationale benchmark.

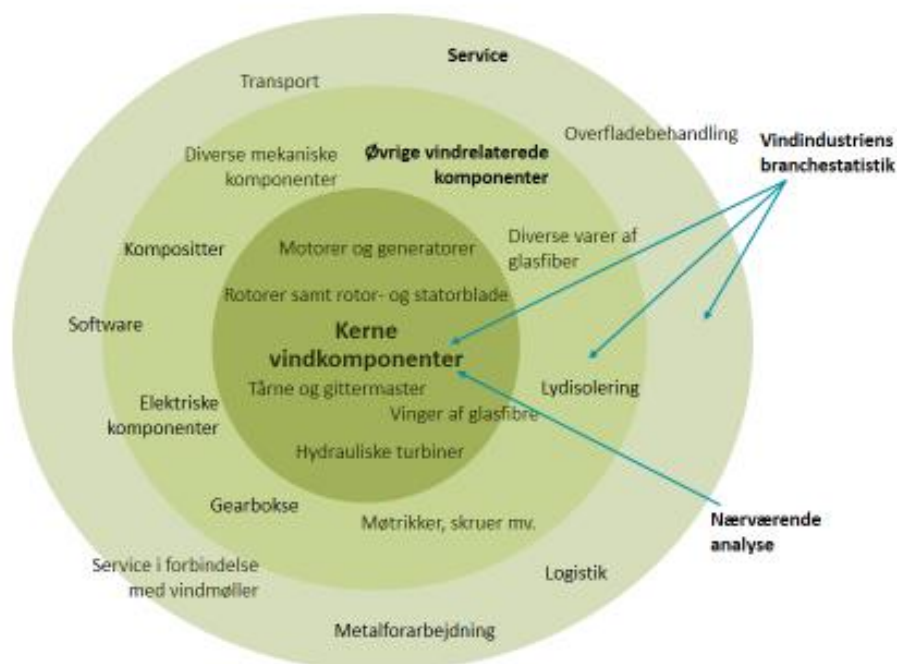
En begrænsning ved at bruge eksporten som mål er, at ny viden i globale virksomheder ikke nødvendigvis fører til højere eksport fra Danmark, men i stedet kan lede til højere omsætning og indtjening baseret på produktion og afsætning uden for Danmark, og samtidig højere værdiskabelse i moderselskabet i Danmark. Disse forhold indgår ikke i opgørelsen af eksporten, og det er på nuværende tidspunkt ikke muligt på baggrund af tilgængelige tal fra

²⁸ Koderne kan ændre sig over tid, nogle slås sammen og andre splittes op hvorfor antallet af koder varierer en smule alt efter hvilket år, der er tale om

nationalregnskabet eller Danmarks Statistik at opgøre, hvor stor en del af vindindustrien er ansvarlig for.

Som illustreret i figur 3.1 adskiller denne analyse sig dermed fra vindindustriens branchestatistik ved kun at omfatte kerne-vindkomponenter. Derudover er der en række metodemæssige forskelle. En mere detaljeret metodebeskrivelse findes i appendiks 2.

FIGUR 3.1
Eksempler på komponenter i vindindustriens branchestatistik og nærværende analyse

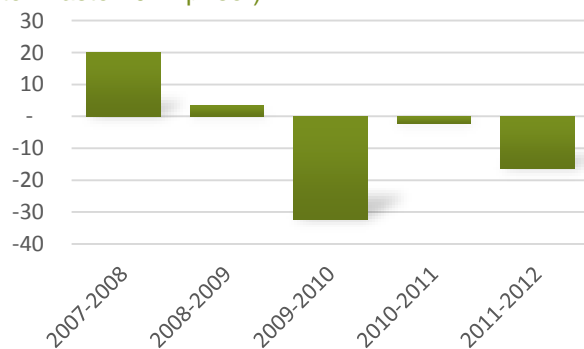


Kilde: DAMVAD 2014

3.2 Eksport af kerne-vindmøllekomponenter

Den danske eksport af de identificerede vindmøllekomponenter voksede mere end den totale vareeksport i perioden 2007-2009 jf. figur 3.2. Således steg eksporten af kerne-vindmøllekomponenter med 20 pct.-point mere end den totale vareeksport mellem 2007 og 2008. Herefter blev eksporten af de vindrelaterede produkter relativt hårdt ramt af den finansielle krise i 2010, hvor eksporten af vindmøllekomponenter faldt markant mere end den samlede danske vareeksport. Mellem 2010 og 2011 var væksten i de to kategorier næsten ens, mens eksporten af kerne-vindmøllekomponenter mellem 2011 og 2012 igen var noget lavere end den totale vareeksport.

FIGUR 3.2
Udviklingen i eksporten af vindkerneprodukter relativt til den totale vareeksport, forskel i årlig vækstrater i faste 2012-priser)



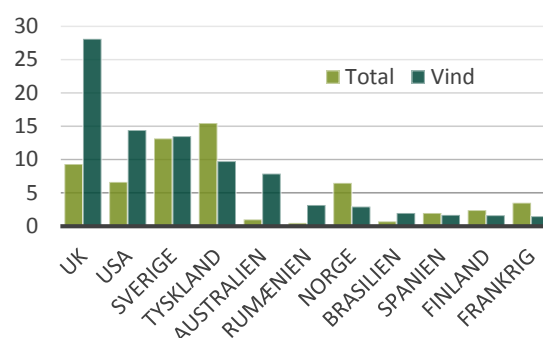
Kilde: DAMVAD 2014 på baggrund af Eurostats Comext

3.2.1 Hvor afsættes den danske vindeksport?

De største markeder for danske kerne-vindmøllekomponenter er Storbritannien, USA og Sverige. Dermed afsættes en større andel af vindeksporten til disse tre markeder end tilfældet er for den samlede vareeksport. Tyskland ligger dog også i top og aftager 10 pct. af de danske kerne-vindmøllekomponenter. Også Australien, Rumænien og Brasilien ligger i top ti over aftagere, og det er således ikke

kun nærmarkederne, der aftager de danske vindprodukter. Denne opgørelse vidner om, at ikke alle vindmøllekomponenter produceres tæt på markedet.

FIGUR 3.3
Andelen af den samlede danske eksport af vindmøllekomponenter efter destination, 2012



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext
Note: Figuren indeholder de 11 vigtigste eksportmarkeder

3.3 Europæisk benchmark

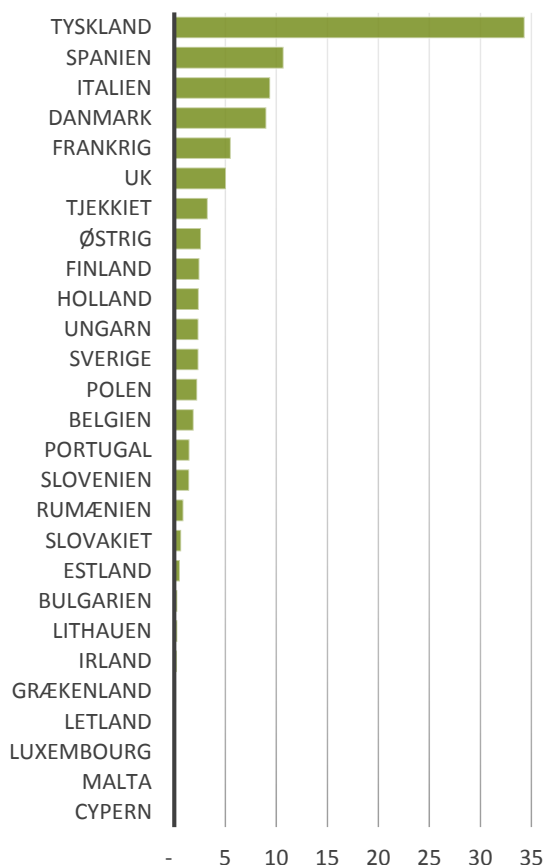
Den samlede europæiske eksport af kerne-vindmøllekomponenter er i perioden 2007-2012 steget med 13 pct. Selvom mange af vindvirksomhederne producerer tæt på markedet, vidner denne stigning om, at der til stadighed er et voksende eksportmarked for europæisk vindmølleeksport.

3.3.1 De danske konkurrenter

Tyskland er den største spiller, når det kommer til eksporten af kerne-vindmøllekomponenter i absolutte tal, mens Danmark i 2012 ligger på en 4.-plads jf. figur 3.4. Derudover er Italien og Spanien også vigtige eksportører i 2012 mens Storbritannien ligger nummer 6. Mange af de østeuropæiske lande har en meget lille vindrelateret eksport sammenlignet med de største eksportører. Tjekkiet er dog undtagelsen.

FIGUR 3.4

De enkelte landes andel af den samlede europæiske eksport af vindmøllekomponenter, EU27, 2012



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext

Note: Markedsandele angiver det enkelte lands andel af den samlede europæiske vindeksport

Som det fremgik af kapitel 1, har Tyskland og Spanien også høj kvalitet i vindenergiforskningen, og særligt Spanien har haft stor vækst i antallet af publikationer. Tyskland har samtidig øget bevillingerne til vindenergiforskning, og selvom helt samme tendens ikke gør sig gældende i Spanien, er der fortsat et stort offentligt budget inden for dette område. Da Tyskland og Spanien ligger nummer et og to når det kommer til markedsandele, er disse blandt Danmarks allerstørste konkurrenter.

3.3.2 Placering over tid

Når der ses på de største eksportører i absolutte tal over tid er Danmark gået fra en 2.-plads i 2007 til en 4.-plads i 2012, jf. Tabel 3.1. Danmarks størrelse taget i betragtning er det fortsat en flot placering, omend der er sket et fald. Tyskland beholder sin førerposition fra 2007, mens Spanien er rykket op som nummer to på listen. Dette skal ses i sammenhæng med Spaniens store satsning på vindenergiforskning og vækst i publikationer inden for dette felt. Storbritannien er gået fra en position som nummer 5 til i 2012 at være nummer 6. Finland, der i 2007 ikke var i top ti, ligger i 2012 på en 9.-plads.

Danmark sækker dermed nedad, når det kommer til at være blandt de største eksportører af kernevindrelaterede vindmøllekomponenter. Tager vi højde for vores størrelse er vi dog fortsat en meget markant spiller på verdensmarkedet jfr. afsnit 3.3.4. nedenfor.

TABEL 3.1

Top ti eksportører 2007 og 2012, EU27

Placering 2012	Placering 2007	Ændring 2007-2012
1. Tyskland	1	0
2. Spanien	4	2
3. Italien	3	3
4. Danmark	2	-2
5. Frankrig	6	1
6. UK	5	-1
7. Tjekkiet	8	1
8. Østrig	7	-1
9. Finland	13	4
10. Holland	10	0

Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostat Comext

Note: Placering efter niveauer for eksport i absolutte værdier.

3.3.3 De vigtigste konkurrenter

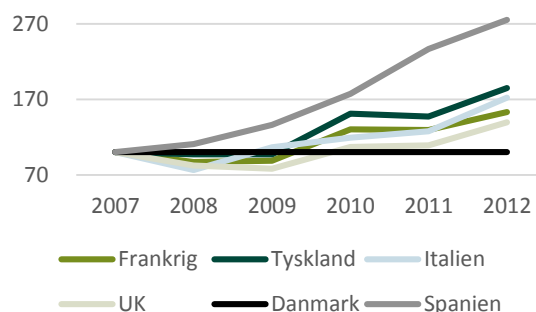
Udviklingen i eksporten fra Danmarks fem største europæiske konkurrenter ses i figur 3.5. Figuren er lavet som den relative udvikling med Danmark som benchmark. Som det fremgår, har Spanien udviklet sig mest positivt mens Tyskland efter nogle udsving i starten af perioden også har oplevet en stor stigning i deres eksport af kerne-vindmøllekomponenter. Også Storbritannien oplever stor vækst.

De 5 største eksportører af kernevindmøllekomponenter har således alle oplevet større vækst i eksporten af kerne-vindkomponenter end Danmark i perioden 2007-2012. Det skal dog her bemærkes, at alle disse lande på nær Tyskland i 2007 havde en mindre eksport end Danmark jf. tabel 3.1. Den høje vækst i eksporten skal dermed ses i lyset af, at udviklingen er sket fra et lavere niveau.

Det er desuden blevet fremhævet, at Spaniens markante vækst i eksporten af vindmøllekomponenter kan skyldes presset for at komme ud på eksportmarkederne, da den indenlandske efterspørgsel er

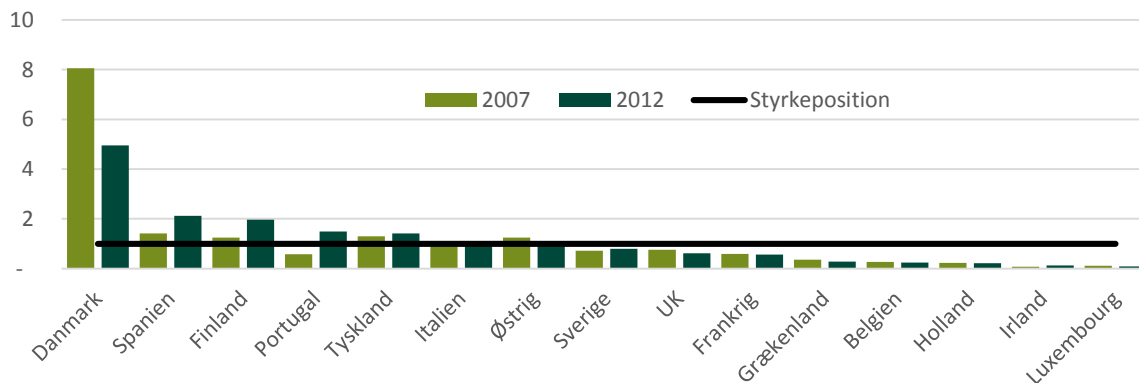
faldet markant under krisen. Herudover er Spanien kommet fra et mindre niveau i begyndelsen af perioden.

FIGUR 3.5
Relativ udvikling i vindeksport, Danmark og fem øvrige vigtigste aktører, 2007-2012. Danmark som benchmark dvs. Danmark =100, baseret på faste 2012-priser)



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext

FIGUR 3.6
Eksportspecialisering EU15, 2007 og 2012



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Eurostats Comext.

Note: Eksportspecialisering er opgjort som $(\text{vindrelateret eksport fra land } x / \text{total eksport til verden fra land } x) / (\text{vindrelateret eksport fra EU15} / \text{total eksport til verden fra EU15})$. Den vandrette, sorte linje angiver EU15-gennemsnit.

3.3.4 Fortsat dansk styrkepositioner

Danmark har en meget markant erhvervsmæssig styrkeposition inden for vindeksport målt ved eksportspecialiseringen, mens den danske eksport af kerne-vindkomponenter er faldende, jf. figur 3.6. Eksportspecialiseringen siger noget om, hvor meget eksporten af vindmøllekomponenter fylder i Danmark ift. den samlede vareeksport – alt sammen set ift. tilsvarende andel i udlandet. En specialisering over 1 beskriver en styrkeposition.

Danmark har en meget markant styrkeposition på vind-området, men vi er blevet udfordret af en stigende konkurrence de senere år. Samtidig har flere lande i 2012 opnået en relativt stærkere styrkeposition end i 2007. Dette gælder særligt Spanien, mens også Tysklands styrkeposition er udbygget. Som nævnt er disse lande også i front, når det gælder vindenergiforskning.

4 Vækst og beskæftigelse i vindsektoren -status og potentialer

Vindindustrien en stor rolle, også når det kommer til at skabe vækst og beskæftigelse. Hvis sektoren oplever problemer med at afsætte sine produkter på de internationale markeder, kan disse jobs være under pres. I det følgende kortlægges beskæftigelsen, dennes betydning og de fremadrettede potentialer. Afsnittet viser følgende:

Den danske vindsektor beskæftiger mere end 28.000 ansatte i Danmark, og vindvirksomhedernes placering i yderområder gør dem til vigtige spillere i forhold til at skabe beskæftigelse uden for de store byer. Samtidig er flere sektorer afhængige af vindindustrien, og aktivitet i vindindustrien spredes som ringe i vandet og kommer også andre brancher til gode.

Internationalt forventes efterspørgslen efter vindenergi at stige fremadrettet, og markedet for vindrelaterede produkter ventes at vokse. Dette vil lede til en øget efterspørgsel efter arbejdskraft.

I en dansk kontekst er efterspørgslen efterhånden mere og mere rettet mod højtuddannede, og virksomhederne forventer også fremadrettet at skulle ansætte flere ingeniører. Samtidig viser resultaterne, at en relativ stor del af de nyansatte højtuddannede er udlændinge sammenlignet med andelen i erhvervslivet generelt. De nyansatte udlændinge kommer primært fra lande som Tyskland og Storbritannien, der også har en stærk vindsektor og klarer sig godt på forskningsområdet.

4.1 Beskæftigelse i yderområder

De virksomheder, der har relation til vindsektoren, er spredt i hele Danmark, som illustreret i figur 4.1. Da vindvirksomhederne ikke kun er placeret i stor-

byregionerne, spiller disse en særlig rolle for beskæftigelsen i hele Danmark. Vindindustrien og de industrier, der leverer til vindvirksomhederne, beskæftigede i 2012 mere end 28.000 ansatte²⁹. Vindindustrien er dermed en vigtig spiller, når det kommer til industriarbejdspladser i Danmark.

²⁹ Vindindustriens branchestatistik 2012

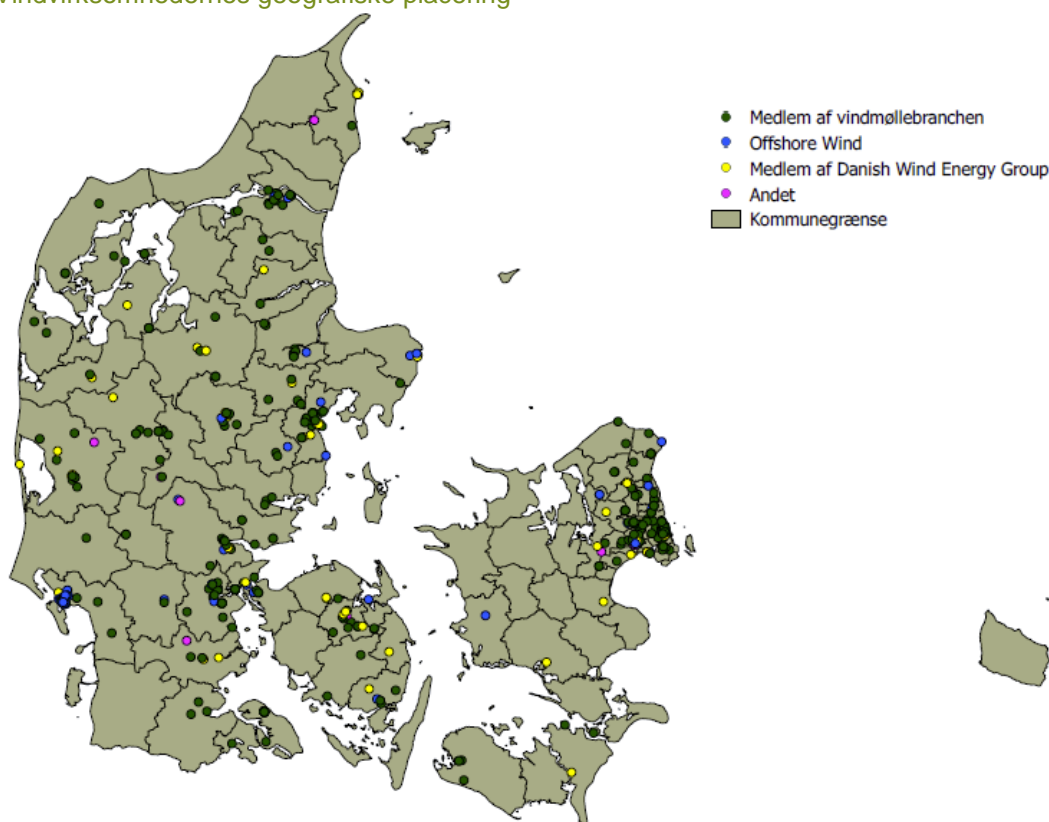
4.2 Mange brancher er afhængige af vindindustrien

Når der skabes aktivitet i vindindustrien breder denne sig som ringe i vandet, idet vindindustrien, i lighed med mange andre industrier, har mange underleverandører.

8,6 pct.³⁰ af branchen "Fremstilling af motorer, vindmøller og pumper" relaterer sig til vindmølleaktiviteter. Det er dermed den branche, hvor vindmølleaktiviteten udgør den største andel. Anvendelse af

DAMVADs input-output model viser, at når der omsættes for 1 mio. kr. i denne branche skabes, ud over den 1 mio. kr. i denne branche, aktivitet for 680.000 kr. som afledte effekter i økonomien. Den største effekt fås som vanligt i egen branche, hvor den ene mio. skaber yderligere omsætning i virksomhederne for 130.000 kr. Derudover skabes aktivitet inden for markedsførings og udvikling for ca. 100.000 kr., i engroshandlen for 80.000 kr. og i metalvareindustrien for 60.000 kr. Derudover vil en lang række andre brancher opleve mindre effekter. Dermed er aktiviteter i vindindustrien også

FIGUR 4.1
Vindvirksomhedernes geografiske placering



Kilde: DAMVAD 2013

Note: Den geografiske placering er opgjort på baggrund af virksomhedernes cvr-numre

³⁰ Egne udregninger baseret på de brånevægte, der ligger til grund for vindindustriens branchestatistik

med til at genere efterspørgsel og vækst i andre brancher.

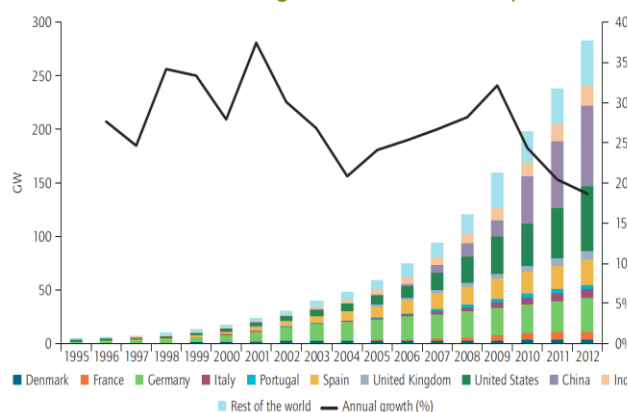
4.3 Vindsektorens betydning internationalt

Ser vi på prognoserne for vækst i vindmarkedet fremover, er der tale om meget store vækstrater. Det har der også været frem til i dag.

Opgørelser fra det Internationale Energi Agentur (IEA) viser, at vi de sidste 18 år har oplevet årlige vækstrater i vindmøllekapaciteten på mellem 20 og 40 pct. jf. figur 4.2.

Heraf fremgår det også, at den procentvise vækst siden udbruddet af den finansielle krise har været aftagende men fortsat pænt over 15 pct. om året. I absolutte tal er der tale om meget store vækstrater hen over krisen. Der er siden 2008 skabt 160 nye GW vindmøllekapaciteter. Det er væsentlig mere end en fordobling af hele den globale vindmøllekapacitet i 2008.

FIGUR 4.2
Kumuleret vækst i den globale vindmøllekapacitet



Kilde: IEA

Note: Kumuleret kapacitet i GW, venstre akse. Årlig vækst i %, højre akse.

Som det fremgår af figur 4.3 er investeringerne i vindkraft også steget markant hen over krisen. De årlige investeringer har siden 2008 været på 78 mia. USD eller et godt stykke over 400 mia. kr. årligt

Af figur 4.3 fremgår det ligeledes, at Danmark fortsat indtager en enestående førsteplads, når vi ser på vindmøllernes andel af strømforbruget. Men på det område er vi ikke længere dobbelt så langt foran vores nærmeste konkurrenter, som vi var i 2008. Det er et tegn på, at den internationale konkurrence er skærpet.

Ifølge IEA har udviklingen frem til i dag faktisk også gjort dele af vindmøllebranchen konkurrencedygtig på markedsvilkår, sådan at der ikke er behov for

subsider til at imødekomme den manglende pris-sætning af forurening med CO₂ i konventionelle energiformer. Dette gør sig særligt gældende på land, i områder, hvor vindkapaciteten er tilstrækkelig og hvor der er gode finansieringsmuligheder.

FIGUR 4.3
Udviklingen i vindkraft siden 2008

	End of 2008	End of 2012
Total installed capacity	122 GW	282 GW
Annual installed capacity	28 GW	45 GW
Annual investment	USD 52 billion	USD 78 billion
Number of countries with GW installed	17	24
Number of countries with 500 MW yearly market	10	14
Wind generation during the year	254 TWh	527 TWh

	Wind penetration levels	% of yearly electricity consumption
Global	1.3	2.5
Europe	4.0	6.0
Of which:		
● Denmark	20.0	29.9
● Ireland	9.0	14.5
● Portugal	9.0	20.0
● Spain	9.0	17.8
United States	1.9	3.5
China	< 1.0	2.0

Note: TWh = terawatt hour.

Kilde: IEA 2012

4.4 Internationale vækstprognoser

Ifølge IEA ventes elproduktionen fra vind at stige til mellem 6 og 7.000 TWh i 2050 og dække mellem 15 og 18 pct. af det samlede globale elforbrug, jf. de 2 scenarier i figur 5.4. Scenarierne bygger på opnåelse af 2-graders målsætningen i 2050. (2DS)

Som eksempler på, hvad det betyder for vindbranchen svarer det til:

- Mere end en fordobling af den årlige nykapacitet fra 45 GW i 2012 til 90 GW i 2030.
- Årlige investeringer på mellem 800 og 940 mia. kroner, hvilket er de største investeringer blandt vedvarende energier.
- De centrale vækstmarkeder ventes at blive Kina, OECD Europa og USA.

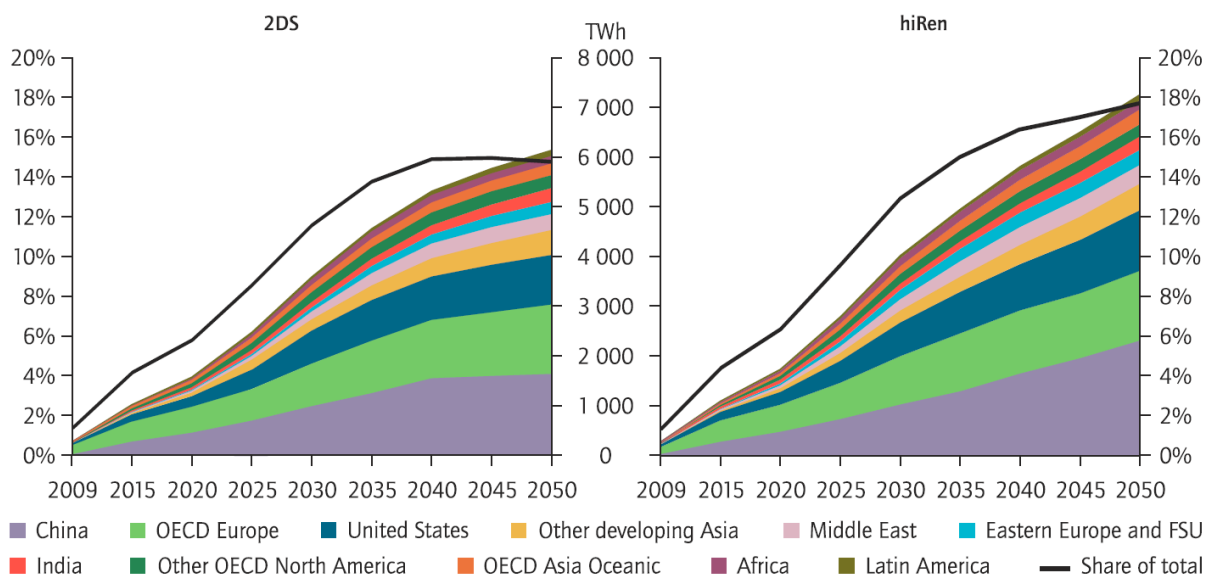
- Vindenergi skal mere end 12 dobles frem mod 2035, hvis 450 ppm scenariet skal nås.
- Vindenergi står for mere end en tredjedel af de i alt 4,1 Gt CO₂, som den øgede anvendelse af vedvarende energiformer ventes at reducere udledningen med.

Denne udvikling forudsætter ifølge IEA naturligvis også, at det fortsat lykkes for branchen at reducere omkostningerne ved at forske og udvikle nye og mere effektive løsninger. Dette skal kunne bidrage til en reduktion i omkostningerne på land med 25 pct. og hele 40 pct. på vand inden 2050.

Udviklingen giver et stort potentiale for øget vækst og velstand i hele verden med Kina, OECD Europa og USA som de store vækstmarkeder, men det for-

FIGUR 4.4

Prognose for udviklingen i produktionen af elektricitet fra vind i 2 graders scenarie (til venstre) og i et scenarie for en højere andel af vedvarende energi (til højre)



Kilde: IEA 2012

udsætter at der fortsat udvikles nye og mere effektive løsninger, der løbende kan blive selv bærende på markedsvilkår.

I Europa forventer EWEA (European Wind Energy Association) selv, at udviklingen kan mere end tredoble den direkte og indirekte beskæftigelse fra ca. 240.000 i 2010 til i alt knap 800.000 i 2030.

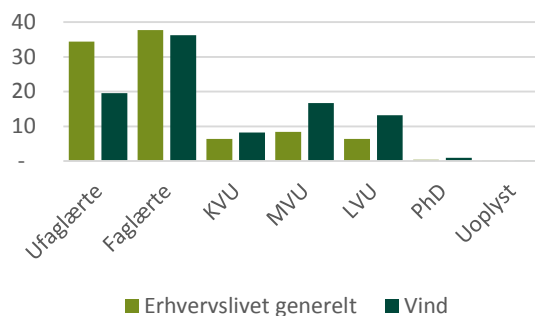
Ifølge den mellemstatslige organisation IRENA (International Renewable Energy Agency) var der i 2010 ca. 630.000 vindrelaterede jobs i verden, hvilket ifølge UNEP (United Nations Environment Programme) kan vokse til 2,1 mio. i 2030, mere end en tredobling.

Hvis Danmark skal have gavn af denne udvikling, kræver det bl.a. at vindindustrien kan ansætte de rigtige folk. I det følgende kigges på udviklingen i de ansattes uddannelsesniveau samt hvilken type arbejdskraft virksomhederne forventes at efterspørge i fremtiden.

4.5 Efterspørgsel efter arbejdskraft

Der ses i det følgende på de i identificerede vindvirksomheder som beskrevet i kapitel 2.1.1. Andelen af højtuddannede i de identificerede vindvirksomheder er væsentlig højere end i erhvervslivet generelt, jf. figur 4.5. Således udgør ufaglærte 37 pct. af de ansatte i erhvervslivet generelt mens det kun gælder 20 pct. i de identificerede vindvirksomheder. Samtidig har 14 pct. af de ansatte i vindindustrien en lang videregående uddannelse mens det kun gælder 7 pct. i erhvervslivet generelt. Dermed viser resultaterne, at der er større efterspørgsel efter højtuddannede blandt virksomheder med relation til vind end i erhvervslivet generelt.

FIGUR 4.5
Uddannelsesfordeling 2011, andele



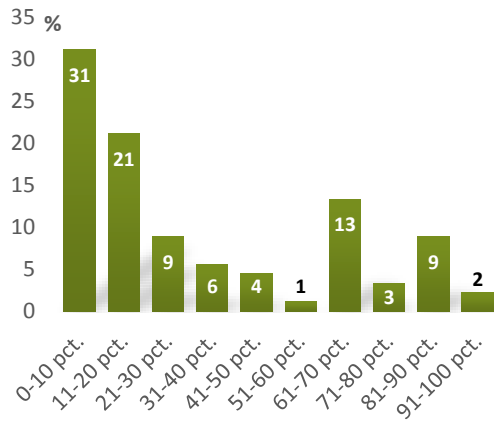
Kilde: DAMVAD 2014 på baggrund af registerdata fra Danmarks Statistik
Note: Angiver andelen af ansatte for hvilke der er uddannelsesoplysninger

Fra resultaterne i surveyet ved vi, at kompetenceudviklingen spiller en betydelig en rolle for respondenternes samarbejde med eksterne parter omkring forskning og udvikling. Der er derfor også i surveyet spurgt ind til, hvorvidt respondenterne har ingeniører og ph.d'ere ansat, da dette til en hvis grad kan anses som værende en forudsætning for at indgå i forskningssamarbejde på området, og for at kunne omsætte forskning og udvikling til konkrete produkter.

Konkret angiver mere end 60 af respondenterne, at andelen af ingeniører er under 30 pct. i deres virksomheder, mens 15 pct. angiver, at mere end 70 pct. af de ansatte er ingeniører, jf. figur 4.6.

FIGUR 4.6

Andel af virksomhedernes medarbejdere, der er ingeniører



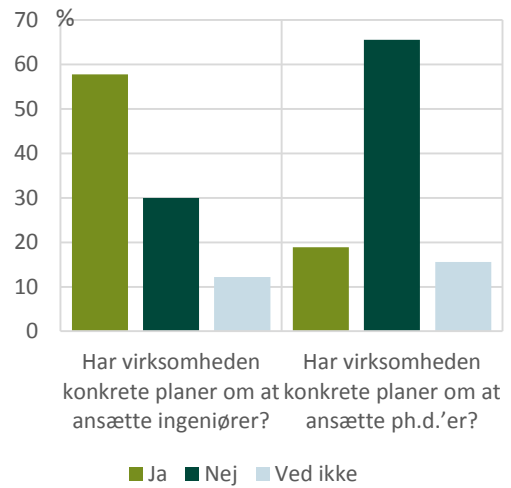
Kilde: DAMVAD
Note: N=90

Ud over fordelingen af ingeniører, angiver 87 pct. af virksomhederne, at 0-10 pct. af deres ansatte er ph.d'er og 8 pct. at det er mellem 11 og 20 pct.

Ser man på respondenternes konkrete forventninger til virksomhedernes fremadrettede ansættelser, er det næsten 60 pct. af virksomhederne, der forventer at ansætte ingeniører, mens det er næsten 20 pct., der for forventer at ansætte ph.d'er, jf. figur 4.7. Således er der positive forventninger til ansættelsen af højtuddannede fremadrettet.

FIGUR 4.7

Forventninger til fremadrettede ansættelser

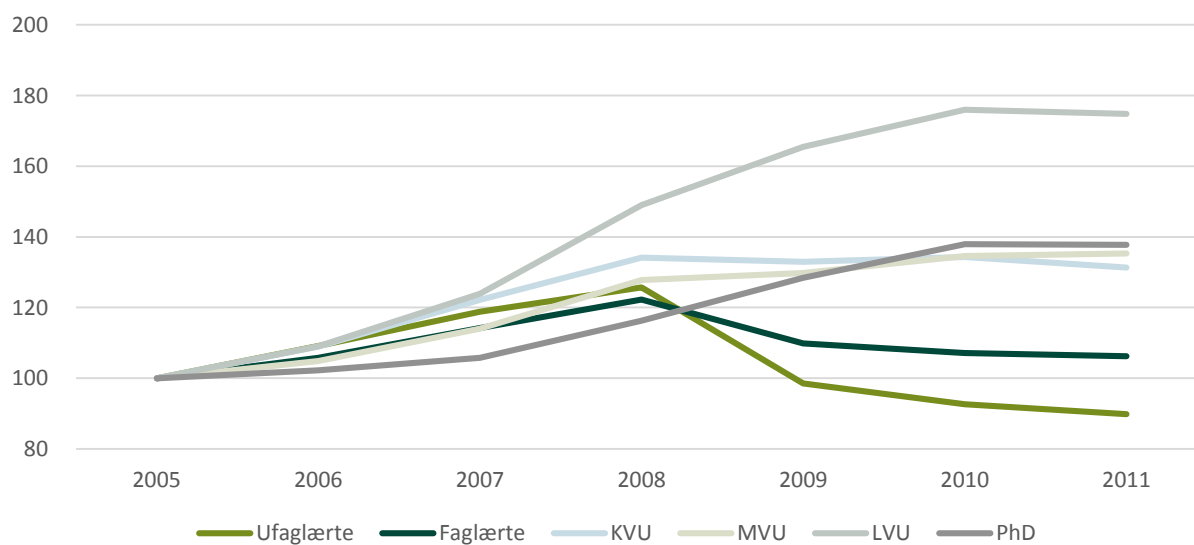


Kilde: DAMVAD
Note: N=90

Dette stemmer godt overens med den historiske udvikling, der har været i de ansattes uddannelsesmæssige baggrund, jf. figur 4.8. Her ses, at der siden 2005 er der sket en væsentlig stigning i antallet af ansatte med en lang videregående uddannelse, idet antallet er vokset med knap 75 pct. i perioden. Også antallet af ansatte med en kort og mellemlang uddannelse er steget med lige knap 40 pct., ligesom antallet af Phd'er. Antallet af faglærte og ufaglærte er i samme periode faldet.

FIGUR 4.8

Udvikling i antallet af ansatte efter uddannelsesniveau, 2005-2011, indeks (2005=100)



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Registerdata fra Danmarks Statistik.

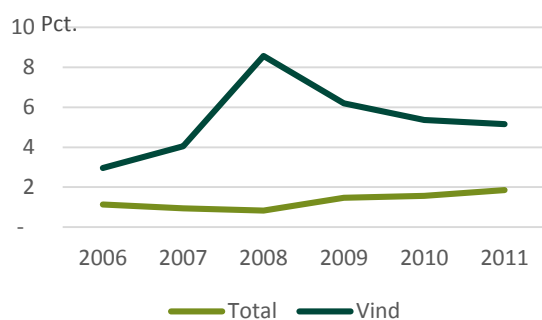
Note: Opgjort på baggrund af antallet af ansatte i det givne år.

4.6 Stor efterspørgsel efter højtuddannet international arbejdskraft

En større andel af nyansatte højtuddannede i vindvirksomhederne, der er indvandret til Danmark fra et andet land, kan være indikation på, at efterspørgslen efter højtuddannede ikke udelukkende kan mødes på baggrund af det danske udbud.

Virksomheder i vindindustrien har generelt en større tendens til at hente deres højtuddannede blandt udlændinge end erhvervslivet i Danmark generelt, jf. figur 4.9. Her ses at der generelt er flere udlændinge blandt de nyansatte i vindindustrien end i erhvervslivet generelt. Tendensen var særlig kraftig i årene før krisen, men ligger i hele perioden over niveauet i erhvervslivet generelt. I 2011 var 5 pct. af de nyansatte højtuddannede udlændinge, mens det gjaldt 2 pct. af de nyansatte i erhvervslivet generelt.

FIGUR 4.9
Andelen af nyansatte højtuddannede, der er udlændinge



Kilde: DAMVAD 2014 pba. Registerdata fra Danmarks Statistik
Note: Højtuddannede dækker over ansatte med MVU, LVU og PhD. Dækker andelen af nyansatte i det enkelte år. Datasættet er restrikeret til kun at omfatte personer der er indvandret til Danmark efter 2002 (og som ikke tidligere er udvandret fra Danmark) og som senest 360 efter indvandring har registreret sin højeste fuldførte uddannelse.

De ansatte med anden baggrund end dansk kommer primært fra Tyskland Storbritannien og Kina. Dernæst følger Polen, USA og Rusland.

5 Appendiks 1: Finansieringsstrømme, metode

5.1 Finansieringsstrømme

Der er to overordnede måder at undersøge finansieringsstrømme til forskning og udvikling på; enten via *bevillinger* givet til forskning eller via *udgifter* brugt på forskning og udvikling. Lidt forsimplet kan man sige, at fordelene ved førstnævnte er, at den er mindre bagudskuende og i forhold til de konkurrenceudsatte midler, som udgør 40 pct. af de offentlige midler, mere specifik i forhold til hvilken forskningsaktivitet og inden for hvilket område, der har opnået støtte. Fordelen ved sidstnævnte er, at den dækker over både offentlige og private forskningsmidler, og for begge sektorer er det muligt at få tal for udgifter til energiforskning.

I forhold til de offentlige investeringer er der benyttet en lang række kilder til at komme nærmere hvor mange midler, der specifikt går til vindenergiforskning. Energiforskning.dk har været den primære kilde i dette hen-seende, da denne informationsportal har samlet data fra de mest centrale offentlige programmer, som støtter energiforskning. Databasen har dog vist sig ikke at være uden mangler, og derfor er der også benyttet andre kilder; der er taget kontakt til Højteknologifondens sekretariat i forhold til bevillingsårene 2011 og 2012. Ligeledes er der taget kontakt til Energistyrelsen i forhold til ordningen Green Labs DK, Danmarks Grundforskningsfonds sekretariat og Styrelsen for Forskning og Innovation i forhold til EU's 7. rammeprogram for Forskning, Udvikling og Teknisk Demonstration. I forhold til sidstnævnte er det kun særprogrammet "Cooperation", som Styrelsen for Forskning og Innovation har leveret data på. For særprogrammet "Ideas" og "People" er der foretaget en desk research af bevillinger givet som henholdsvis ERC grants og bevillinger givet under Marie Curie-programmet. Det Frie Forskningsråd er også central i en kortlægning af finansieringsstrømme, da de via Forskningsrådet for Teknologi og Produktion forventeligt har støttet vindenergiforskning. Det har dog ikke været muligt at få mere specifik viden om rådets bevillinger inden for specifikke fagområder, hvorfor dette råds bevillinger ikke kan indgå i opgørelsen.

Det er vigtigt at understrege, at analysen ikke forholder sig til antallet af *ansøgninger* inden for vindenergiforskning og disses *succesrater* (antal ansøgninger som opnår tilsagn). Det er selvsagt en afgørende faktor for, hvor mange midler vindenergiforskning kan opnå. Analysen forholder sig derfor heller ikke til om bevillingsbeløbet til vindenergiforskning er for højt eller det modsatte, men derimod ses der alene på udviklingen i finansieringen til vindenergiforskning.

5.2 Bibliometrisk analyse af vindenergiforskning

Bibliometriske analyser af forskningsresultater er en metode, som meget ofte anvendes, når et forskningsområde, et program eller lignende skal analyseres, kortlægges eller evalueres. En bibliometrisk analyse benytter sig af oplysninger fra de videnskabelige publikationer til primært at belyse omfanget af forskningsaktiviteterne inden for et givent område samt kvaliteten af denne forskning.

Nærværende analyse baserer sig på data fra databasen Scopus, som er en bibliometrisk database der indekserer videnskabelige artikler, reviews mv. fra over 20.000 tidsskrifter. Databasen indeholder også over

5,5 mio. skrevne konferencebidrag. Særligt sidstnævnte er centralt for en analyse af et område som vindenergi, der primært ligger inden for de tekniske videnskaber, da dette område i højere grad end andre videnskabelige hovedområder benytter konferencer som publiceringskanal for nyeste forskning.

AFGRÆNSNING

Undersøgelsen er afgrænset til publikationer, som eksplicit adresserer forskning i vindenergi. Der er selv sagt meget forskning som i mere eller mindre indirekte forstand bidrager til udviklingen af nye teknologier og materialer til fremstilling af vindmøller, platforme mv. Materialevidenskab er fx et vigtigt forskningsområde i denne henseende, men forskning i nye materialer kan og vil ofte adressere teknologier, som kan anvendes langt bredere end inden for vindenergi. Afgrænsningen kan derfor siges at være restriktiv, men tilgangen supplerer eksportanalysen, jf. kapitel 4 og appendiks 2, hvor der ligeledes er valgt en restriktiv tilgang til analysen af eksport inden for vindenergi.

Afgrænsningen af vindenergiartikler i databasen er sket via en såkaldt simple keyword-søgning. Der er således søgt på helt bestemte keywords i titel, abstrakt og keyword-liste. Der er søgt på følgende ord: "wind energy", "wind resources", "wind turbines", "offshore wind" og "wind farms". Denne nettoliste af keywords er fremkommet via en generel søgning på "wind energy". På baggrund af de fundne artikler, er der blevet udarbejdet en bruttoliste af keywords, som herefter har været gennem en iterativ proces, hvor der testet for overlap med andre keywords. Den endelige nettoliste af søgeord blev herefter godkendt af styregruppen.

Analysen er begrænset til OECD- og BRIC-landene, perioden 2003-2012 og publikationer af typen: konference papirer, artikler og reviews. Det gav et resultat på 22.242 publikationer, hvoraf 1.431 er danske publikationer.

CITATIONSANALYSE

Citationsanalyser benyttes som indikator for forskningens gennemslagskraft eller kvalitet. Rationalet er, at hvis andre forskere refererer til en given publikation, så er det en indikation på, at indholdet i denne publikation er centralt for den videre forskning. Citationsanalyser er dog ikke uden problemer: for det første fordi en del citationer er selvcitationer, dvs. forskere refererer til egne tidligere udgivelser, og for det andet fordi publikationer i enkelte tilfælde kan blive citeret af andre, fordi disse finder publikationens forskningsresultater for fejlbehæftede eller lignende³¹. Derudover er der stor forskel på publiceringstraditioner på tværs af fagområder også i forhold til citeringstraditioner. Det betyder, at der kan være stor forskel på hvor mange citationer, publikationer fra forskellige fagområder gennemsnitligt opnår, ligesom der er forskel på hvor mange citationer forskellige publikationstyper gennemsnitligt opnår – også inden for samme fagområde³².

I nærværende citationsanalyse er beregningen foretaget sådan, at der normaliserer for forskningsområdets publicerings- og citeringstraditioner. Dvs. de danske vindenergi publikationer er kun blevet sammenholdt med

³¹ Se fx Nicolaisen, J. "The J-shaped distribution of citedness", Journal of Documentation: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.2376&rep=rep1&type=pdf>

³² Se fx Moed, H. F. (2009): *New developments in the use of citation analysis in research evaluation*, Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis Volume 57, Issue 1, February 2009, Pages 13-18

publikationer inden for samme fagområde (samme keywords) og udgivet i samme år, selvcitationer er ekskluderet fra datagrundlaget og der er foretaget en vægtet beregning af citationerne på baggrund af publikationstype. Resultatet er en *relativ impact* (normaliseret gennemslagskraft) for hver af de ti mest publicerende lande.

Som et supplement til den relative impact beregning er der blevet gennemført en analyse på andelen af danske publikationer blandt de ti procent mest citerede publikationer i verden inden for samme forskningsområde. Resultaterne er angivet som et beregnet gennemsnit på baggrund af de seneste tre års publikationer, og der er ikke vægtet mellem forskellige publikationstyper.

For begge citationsanalyser er der benyttet åbne citationsvinduer (fra udgivelsesår til og med 2013) med den hensigt at skabe så stabilt data som muligt. Publikationerne er endvidere ikke fraktioneret, dvs. en publikation vil indgå i beregningen af danske publikationer, hvis minimum én forfatter er fra Danmark.

5.3 Finansieringsstrømme i Spanien, Tyskland og Storbritannien

Det kan være problematisk at fremfinde oplysninger om finansieringsstrømme til specifikke forskningsområder fra andre lande. I nærværende analyse har det dog været muligt via det internationale energiagentur (International Energy Agency – IEA) at fremfinde de mest centrale informationer om bevillingsstrømme inden for vindenergiforskning fra de tre udvalgte lande: Spanien, Tyskland og Storbritannien. Der er således foretaget et litteraturstudie af de sidste ti års udgivelser af ”IEA Wind – annual report”. Det skal dog bemærkes, at der ikke på tværs af lande og på tværs af år er en systematisk opgørelse over udgifterne til vindenergi, da rapporterne synes at fokusere på nye initiativer i højere grad end at redegøre for udviklingen fra forrige års bevillinger. Derfor er analysens fokus ligeledes på at belyse større satsninger og udviklingen i disse, frem for en redegørelse af den totale investering fra hvert land, da en sådan information ikke er tilgængelig.

6 Appendiks 2: Eksport af kerne-vindmøllekomponenter, metode

Eksportopgørelsen bygger på Danmarks eksport af ca. 20 produkter³³, der er identificeret som vindmølle-relaterede, i perioden 2007-2012.

Tallene er trukket fra DAMVADs handelsdatabase, der bygger Eurostats Comext. I databasen opgøres hvert enkelt produkt efter 8-cifrede koder, der følger den Kombinerede Nomenklatur (KN). Idet alle europæiske lande opgør deres eksport på denne måde, er det muligt at lave en konsistent sammenligning af eksporten på tværs af lande og år.

Vindprodukterne er identificeret med udgangspunkt i Erhvervsstyrelsens kortlægning af eksport af de energiteknologier, der er kategoriseret som vind. Desuden er listen suppleret med de produktkoder, der er identificeret som relevante dels i forbindelse med arbejdet med den officielle grønne statistik, dels med kortlægningen af vindmølleindustrien.

Ved at se på de produkter, der dels falder under segmentet "Vedvarende energi" i den grønne statistik, dels sælges af identificerede vindvirksomheder, fås en bruttoliste med potentielt relevante produktkoder. Denne er gennemgået og de relevante produktkoder er udvalgt. Listen med produktkoder er sendt til godkendelse hos DTU, og ligger til grund for eksportanalysen.

Det skal her bemærkes, at der findes ca. 10.000 forskellige produktkoder. Koderne er fra officiel side ikke opgjort med deres endelige anvendelse for øje (dvs. hvorvidt de eksempelvis skal indgå i en vindmølle eller i et solcelleanlæg osv.), men har i stedet til formål at udgøre en konsistent identifikation, der egner sig til at opgøre told.

DAMVAD har derfor i udvælgelsen af produkter valgt en konservativ tilgang, således at kun produkter, der i overvejende grad relaterer sig til vind, er medtaget. Dermed er en lang række inputs i form af eksempelvis møtrikker, skruer, bolte osv. ikke med på listen, da disse er af en sådan karakter, at de kan finde anvendelse inden for en lang række industrier. De er med andre ord ikke specifikke for vindindustrien.

Den konservative tilgang er valgt for så vidt muligt at sikre, at eksportanalysens har fokus vindindustrien og at resultaterne ikke mudres af eksport af produkter, der i højere grad finder anvendelse inden for andre industrier der for denne analyse er irrelevante.

Det skal slutteligt bemærkes at nærværende eksportanalyse dermed på flere punkter adskiller sig fra vindindustriens branchestatistik. Nærværende bygger på eksport af produkter, dvs. vareeksport, opgjort på baggrund af Comext-databasen. Eksporten i vindindustriens branchestatistik er opgjort på baggrund af udvalgte danske virksomheders eksport, dvs. eksport af varer og tjenester, afhængig af hvilken branche, virksomheden tilhører. Kilden til sidstnævnte er den generelle firmastatistik, der er en dansk statistik, og

³³ Koderne kan ændre sig over tid, nogle slås sammen og andre splittes op hvorfor antallet af koder varierer en smule alt efter hvilket år, der er tale om

dermed giver eksporten opgjort på denne baggrund ikke mulighed for en konsistent international sammenligning i samme grad som det er muligt med Comext. Desuden adskiller branchestatistikken sig fra nærværende analyse ved også at omfatte underleverandører.



DAMAD

Sørkedalsveien 10A
N-0369 Oslo

Frederik Langes Gate 20
N-9008 Tromsø

Badstuestræde 20
DK-1209 Copenhagen K