Analyse af statens indsats for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet

Udarbejdet for Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, Uddannelses- og Forskningsministeriet, Innovationsfonden og EUDP, august 2019

Dataindsamling og rapport afsluttet februar 2019

IRISgroup

For mere information om publikationen eller generelt om IRIS Group, kontakt venligst:

IRIS Group
Jorcks Passage 1B, 4. Sal
1162 København K

irisgroup@irisgroup.dk
irisgroup.dk

Indholdsfortegnelse

Forord **1**

1. Sammenfatning og anbefalinger **3**

1.1 Ti teknologiområder med store potentialer 3

1.2 Styrker og svagheder i FUD-finansieringskæden 5

1.3 Hjemtag af FUD-midler fra internationale programmer 12

1.4 Anbefalinger 13

2. Tilgang **20**

3. Danske styrker og potentialer på energiområdet **22**

3.1 Indledning 22

3.2 Globale megatrends og internationale mål 23

3.3 Danske mål og aftaler 26

3.4 Danske erhvervsstyrker på energiområdet 27

3.5 Danske forskningsstyrker 30

3.6 Komplementære styrker 33

3.7 Teknologiområder med danske potentialer 33

4. Værdikæden for finansiering af FUD på energiområdet **39**

4.1 Indledning 39

4.2 FUD-finansieringskæden på energiområdet 40

4.3 Adgang til finansiering af forskning (TRL 1-3) 42

4.4 Adgang til finansiering af udvikling (TRL 4-6) 43

4.5 Adgang til finansiering af demonstration (TRL 7-9) 44

4.6 Særlige brancheperspektiver 45

4.7 Snitflader og sammenhænge mellem programmerne 50

Appendiks til kapitel 4: Fakta om EUDP og Innovationsfonden 55

5. Adgang til risikovillig kapital **58**

5.1 Indledning 58

5.2 Udviklingen i ventureinvesteringerne inden for energiteknologi 61

5.3 Det nuværende investeringsmiljø inden for energiteknologi 63

5.4 Læren fra andre erhverv og klynger 64

5.5 Markedet for risikovillig kapital i Canada og Holland 69

5.6 Samspillet mellem statslige støtteprogrammer og markedet for risikovillig kapital 73

5.7 Anbefalinger 75

6. Samspillet mellem danske og internationale FUD-ordninger på energiområdet 81

6.1 Indledning 81

6.2 Centrale internationale programmer og samarbejder 81

6.3 Internationale programmer 82

6.4 Mission Innovation 84

6.5 Anbefalinger 86

Bilag - Litteratur og interviewpersoner 88

Forord

Energikommissionen fremlagde i 2017 sine anbefalinger til fremtidens energipolitik i Danmark. Ét af elementerne var, at der bør udarbejdes en samlet strategi for forskning, udvikling og demonstration (FUD) på energiområdet.

I foråret 2018 besluttede det daværende Energi-, Forsynings- og Klimaministerium, Uddannelses- og Forskningsministeriet, Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) og Innovationsfonden at iværksætte en ekstern konsulentundersøgelse af den nuværende indsats for at fremme FUD og skabe vækst på energiområdet. Formålet var at etablere et stærkere videngrundlag for den kommende FUD-indsats, herunder at udvikle forslag til sigtelinjer for arbejdet.

Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet valgte IRIS Group til at gennemføre analysen, hvis resultater fremgår af denne rapport[1].

Analysen har fokuseret på følgende temaer:

1. Identifikation af energiteknologier, hvor Danmark både har særlige styrker, og som kan bidrage til at fremme de politiske målsætninger på klima- og energiområdet.
2. Identifikation af behov og særlige udfordringer på disse teknologiområder og i energisystemet, som det er vigtigt at adressere i den fremtidige FUD-indsats.
3. Kortlægning af den samlede finansieringskæde fra forskning til marked for energiteknologi. Herunder 1) om der er ubalancer, huller eller svagheder i finansieringskæden og 2) hvorvidt der er behov for at styrke snitflader og overgange mellem de forskellige fonde (herunder især Innovationsfonden og EUDP).
4. Hvordan markedet for risikovillig kapital til energiteknologi kan styrkes.
5. Hvorvidt der kan skabes en stærkere kobling mellem danske og internationale programmer på energiområdet, så danske forskere og virksomheder opnår bedre adgang til international finansiering.

Analysen er gennemført i perioden august til december 2018. Den baserer sig bl.a. på 50 interviews med forskere, virksomheder og brancheorganisationer. Det er således i høj grad en brugeranalyse, der afdækker brugenes vurdering og perspektiver på de fem temaer.

Herudover baserer analysen sig på data hentet fra registre og forskningsdatabaser samt danske og internationale publikationer på energiområdet.

Dataindsamling og rapport blev afsluttet i februar 2019.

Analysen er gennemført af et team bestående af partner og direktør Jens Nyholm, underdirektør Anders Asboe Christensen og konsulent Frederik Gaardboe. Der har til analysen været tilknyttet en styregruppe med deltagelse af Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, EUDP, Innovationsfonden samt Uddannelses- og Forskningsministeriet.

God læselyst!

[1] Der er også udarbejdet to baggrundsnotater "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen" og "Samspillet mellem danske og internationale FUD-ordninger på energiområdet", der kan rekvireres hos Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet".

1. Sammenfatning og anbefalinger

1.1 Ti teknologiområder med store potentialer

Det er vigtigt, at den kommende nationale FUD-indsats på energiområdet fokuserer på teknologiområder med særlige danske potentialer.

Det vil sige teknologier, der kan bidrage til; 1) at realisere de nationale energi- og klimamål, 2) høj kvalitet i forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsatsen, 3) øget vækst og beskæftigelse i energiindustrien og i dansk erhvervsliv generelt.

I analysen har vi således forsøgt at identificere teknologiområder, som bør prioriteres i FUD-indsatsen med afsæt i ovenstående tre kriterier.

I kortlægningen af teknologier med særlige danske potentialer har vi taget udgangspunkt i følgende drivkræfter:

- **Globale megatrends og internationale mål/aftaler.** Den globale efterspørgsel efter energi og energiteknologi vil stige kraftigt i de kommende år. Sammensætningen af den globale efterspørgsel efter energiteknologi afhænger af en række megatrends (klimaforandringer, presset på naturressourcerne, digitalisering) samt internationale mål og aftaler (fx Paris-aftalen). Megatrends og internationale mål er således af stor betydning for retningen i efterspørgslen efter energiteknologi – og dermed hvor vækstpotentialerne er størst.
- **Danske mål og aftaler på energiområdet.** De nationale politiske mål og prioriteringer på klima- og energiområdet har også betydning for, hvor dansk energiindustri har vækst- og eksportpotentialer. Bl.a. fordi hjemmemarkedet er vigtigt for at udvikle, afprøve og demonstrere nye teknologier.
- **Danske erhvervsstyrker.** Det er naturligvis væsentligt, at en dansk FUD-indsats tager afsæt i eksisterende danske erhvervsstyrker. Det vil sige 1) områder, hvor vi allerede står stærkt som vind og bioenergi, og 2) mere umodne teknologiområder, hvor danske virksomheder er godt i gang, og hvor vækstperspektiverne er gode.
- **Danske forskningsstyrker.** Det er vigtigt, at vi satser på FUD-aktiviteter, hvor danske forskningsmiljøer er i den internationale elite – og dermed kan bidrage til høj kvalitet i FUD-indsatsen.

Analysen konkluderer, at hele ti teknologiområder rummer et betydeligt dansk potentiale.

De ti teknologiområder er meget forskellige, når det gælder modenhed og størrelse af den nuværende erhvervsaktivitet.

Danmark har for det første etablerede erhvervsmæssige styrkepositioner inden for *vindenergi, bioenergi, fjernvarme og energieffektivitet.* Ifølge nyere analyser beskæftiger de fire styrkepositioner til sammen 65.000 årsværk og har en omsætning på mere end 250 mia. kr. Det er også områder, hvor Danmark står meget stærkt forskningsmæssigt, og hvor den globale efterspørgsel samlet vil stige kraftigt i de kommende år.

Solenergi er også et relativt modent teknologiområde, og hvor der forventes meget kraftig vækst i den globale efterspørgsel. Den danske solindustri er i dag lille – bl.a. fordi solcelleindustrien er flyttet til Asien. Men vi besidder stærke nicher inden for solvarme (solfangere), design og udvikling af solcellefarme samt bygningsintegrerede solcelleløsninger. Det er område med store vækstmuligheder, og hvor dansk forskning også står stærkt.

For det andet har vi potentialer inden for to umodne områder i energiproduktionen – nemlig *bølgeenergi og geotermi.* Det er områder, der henholdsvis er drevet af iværksættervirksomheder (bølgeenergi) og store virksomheder (geotermi). Samtidig rummer områderne nogle stærke forskningsmiljøer og for geotermis vedkommende et godt udgangspunkt knyttet til geologiske forhold i

den danske undergrund og et veludbygget fjernvarmenet. Det er områder, der *kan* få stor betydning i energiproduktionen på langt sigt – afhængigt af om det lykkes at udvikle teknologi, der gør produktionen konkurrencedygtig.

For det tredje betyder de globale mål på klima- og energiområdet, at fremtidens energiforsyning vil blive baseret på stigende mængder vedvarende energi. Fx er det et dansk mål, at 55 pct. af energiforbruget i 2030 skal komme fra vedvarende energi.

Det vil betyde en kraftig stigning i den globale efterspørgsel på andre områder, hvor Danmark har erhvervs- og forskningsstyrker. Nemlig *energilagring og energikonvertering* samt *smart energy.*

Teknologier til effektiv lagring af energi er afgørende i et energisystem, der baserer sig på vedvarende energikilder som sol og vind, hvor produktionen fluktuerer. Frem mod 2050 forventes de globale investeringer i energilagring at stige til mere end 30 gange niveauet i dag. Energikonvertering handler bl.a. om at omdanne overskydende strøm til gasser og kemikalier, der kan anvendes i andre sektorer. Energikonvertering er endvidere et teknologiområde, der indgår i løsningerne for lagring af energi.

Inden for *energilagring* og *energikonvertering* står vi stærkt inden for en række områder som brint, brændselsceller, elektrolyse, batterier, effektelektronik og termisk lagring.

Smart energy er en overskrift for et intelligent energisystem baseret på flere vedvarende energikilder, der 1) kan balancere forbruget af energi efter produktionen, 2) indebærer en decentralisering af energiproduktionen, hvor forbrugere også er producenter, fx i form af salg fra overskudsenergi fra solpaneler. Smart energy baserer sig på en række IT-teknologier, sensor- og kontrolteknologier samt energiteknologier, hvor data er bindeled mellem produktion og forbrug.

Det kommercielle marked for smart energy forventes at udvikle sig i de kommende år. Og Danmark har et stærkt udgangspunkt – bl.a. på grund af vores veludbyggede energinet, styrkepositioner inden for IT og effektelektronik samt vores tradition for at tænke smarte systemer og grøn omstilling sammen. Herudover har vi flere forskningsmiljøer, der står stærkt inden for forskning i intelligente og integrerede energisystemer.

Endelig er teknologier til *optag og lagring af CO_2* (CCS) - og muligvis også udnyttelse af den optagne CO_2 - det sidste område, hvor vi ser danske potentialer. Det er et meget umodent område, der globalt forventes at få stor fokus i de kommende år, da de globale mål for udledning af drivhusgasser ikke kan realiseres uden udvikling af ny teknologi på dette område.

I figur 1.1 på næste side, har vi givet et bud på, hvordan de ti teknologiområder samlet kan illustreres. Fem af områderne vedrører produktion af vedvarende energi. Fjernvarme, smart energy, energilagring og -konvertering kan ses som tværgående teknologiområder, der baserer sig på eller relaterer sig til alle former for vedvarende energi.

Energieffektivitet handler om teknologier til mere effektiv anvendelse af energi, mens teknologier til optag og lagring/udnyttelse af CO_2 er et klimateknologisk satsningsområde, der skal bidrage til at realisere de globale $C0_2$-mål.

Figuren illustrerer således også sammenhængen mellem teknologiområderne og de overordnede klima- og energipolitiske mål i Danmark og globalt.

Det ligger uden for analysens rammer at vurdere, om Danmark har ressourcer og kapital til at satse på og opnå vækst på alle disse områder.

Men det er vigtigt at understrege, at energiproduktion, energiinfrastruktur, energilagring og energikonvertering er sammenhængende områder. Fremtidens løsninger er integrerede løsninger – og evnen til at afprøve, integrere og balancere forskellige energiformer i energisystemet bliver også af stor betydning for evnen til at bringe nye løsninger inden for energiproduktion på markedet.

Analysen dokumenterer, at der internationalt forventes stigende investeringer på alle ti områder i figuren. Samlet forventes de globale investeringer i energiteknologi at nå hele 13.500 mia. US dollars frem mod 2030 (ca. 40 gange Danmarks BNP).

Væksten på de ti områder kommer dog ikke af sig selv.

Der er ifølge forskere og virksomheder inden for sektoren et stort behov for at investere i både forskning, udvikling og demonstration på alle ti områder.

Med afsæt i ca. 50 interviews med forskere, virksomheder og brancheorganisationer peger analysen på i 31 forskellige områder (se gennemgang i kapitel 3), hvor FUD-projekter er vigtige for at:

1) Udvikle ny teknologi og/eller,

2) Bringe teknologier fra de tidlige faser i forskningen, over udvikling og demonstration, til kommercialisering.

Det er således, ifølge brugerne, vigtigt at finansiere en bred vifte af FUD-projekter i de kommende år. Både via danske FUD-programmer og via samarbejdsprojekter finansieret af internationale programmer, herunder især EU.

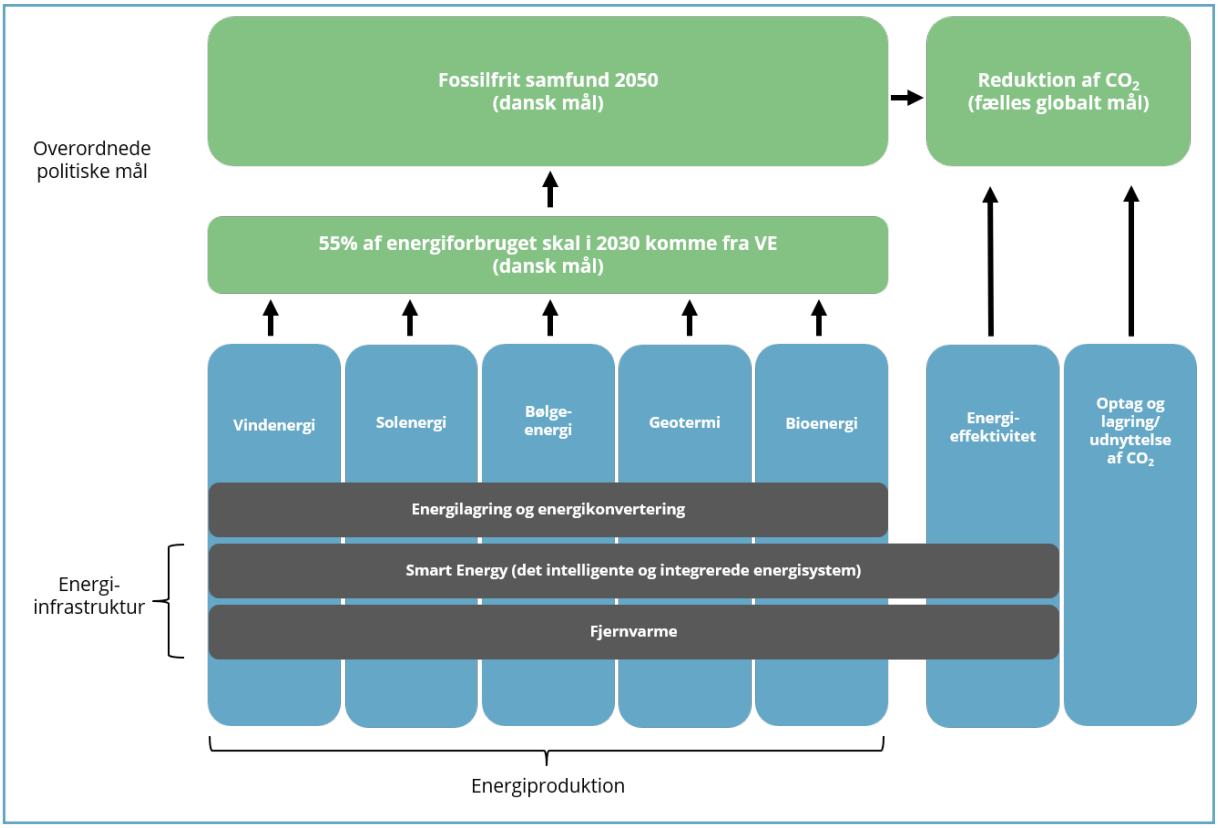
1.2 Styrker og svagheder i FUD-finansieringskæden

Realiseringen af potentialerne på de ti teknologiområder afhænger af, om forskere og virksomheder kan finde finansiering til idéer og projekter. Det gælder hele vejen fra forskning, over udvikling, til demonstration og efterfølgende kommercialisering af teknologierne.

Det er således vigtigt, at perspektivrige idéer og teknologier kan opnå finansiering, så de kan udvikles, afprøves og bringes længere mod markedet.

Vi har med afsæt i de gennemførte interviews kortlagt brugernes vurdering af styrker og

Figur 1.1. Forslag til fokusområder i FUD-indsatsen og deres relation til overordnede politiske mål



Kilde: IRIS Group

svagheder i den samlede "FUD-finansierings-kæde". En kæde, som omfatter en række forskellige fonde og programmer, og som overordnet dækker tre faser i form af:

- **Forskning**, hvor idéer til nye teknologier opstår, hvor teknologikoncepter formuleres, og hvor resultater i forskningen testes teknisk og kommercielt (*proof of concept*).
- **Udvikling** af ny teknologi og nye systemer – og test af disse i relevante miljøer.
- **Demonstration**, hvor prototyper og systemer demonstreres og eftervises i driftsmiljøer. Her dokumenteres fx størrelse af energiproduktionen, produktionsomkostninger, sikkerhed, stabilitet, etc.

Der eksisterer i dag syv statslige finansieringskilder, der dækker de tre faser. Hertil kommer internationale finansieringskilder, hvoraf EU's rammeprogram (Horizon2020) er langt det vigtigste.

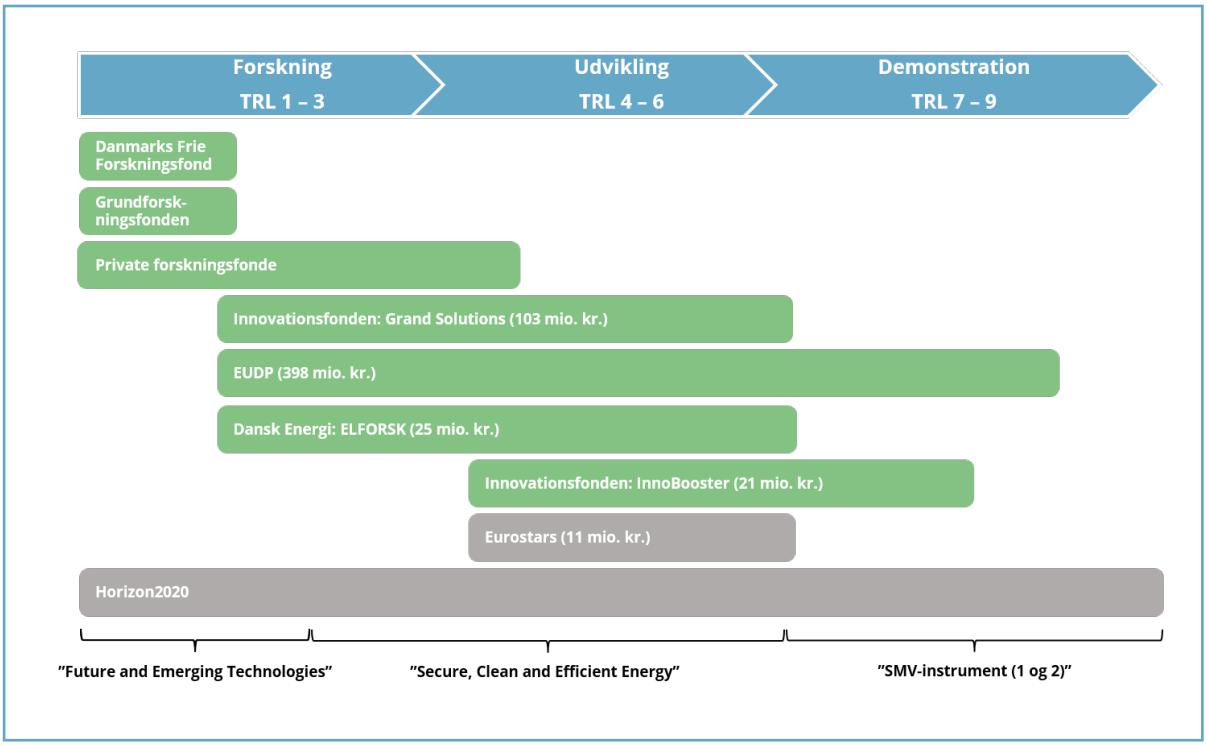
Figur 1.2 giver et overblik, idet finansieringskilderne er indplaceret efter, om de dækker forskning (TRL 1-3), udvikling (TRL 4-6) eller demonstration (TRL 7-9)[2].

Som det fremgår, dækker Innovationsfonden primært aktiviteter inden for forskning og udvikling, mens EUDP finansierer aktiviteter inden for både forskning, udvikling og demonstration. Langt hovedparten af EUDP's bevillinger gives dog til udvikling og demonstration.

ELFORSK er et mindre forsknings- og udviklingsprogram under Dansk Energi, som fokuserer på effektiv anvendelse af el og energi i forbrugsledet.

Som det fremgår af figuren, er EUDP langt den største finansieringskilde efterfulgt af

Figur 1.2. Centrale programmer til finansiering af FUD på energiområdet



Kilde: IRIS Group og data udleveret af Innovationsfonden og EUDP.
Note: Parenteserne viser tal for midler til FUD på energiområdet. For EUDP og ELFORSK er vist budgetterne for 2018. For Grand Solution, InnoBooster og Eurostars er vist bevillingerne til projekter på energiområdet i 2017. De grønne bjælker vedrører nationale midler, mens de grå vedrører internationale midler.

[2] For en uddybning af TRL-skalaen henvises til kapitel 4.

Horizon2020, der dækker alle tre faser. Herefter følger Grand Solutions under Innovationsfonden.

Tildelingerne til energiforskning fra "det traditionelle forskningssystem" er forholdsvis begrænsede. I gennemsnit har Danmarks Frie Forskningsfond bevilget 40 mio. kr. til energiforskning årligt i perioden 2014-18, mens Grundforskningsfonden kun har givet én bevilling til energiforskning siden 1997.

EUDP og Innovationsfonden har stor betydning

Der er blandt de interviewede virksomheder og forskere bred enighed om, at EUDP (etableret 2008) og Grand Solutions (2015) spiller en nøglerolle for finansieringen af forskning og udvikling på energiområdet i dag.

Samtidig har EUDP i samspil med midler fra tidligere programmer til finansiering af strategisk forskning (fx Energiforskningsprogrammet og Det Strategiske Forskningsråd) været afgørende for opbygningen af både forsknings- og erhvervsstyrker på energiområdet i Danmark.

En af Danmarks styrker på energiområdet er desuden den tætte kobling mellem forskning og erhverv samt det forhold, at energiforskningen på danske universiteter er meget anvendelsesorienteret. De danske programmer har gennem de sidste 10-15 år bidraget til at understøtte dette samspil og skabe grundlag for at overføre viden fra forskningen til virksomhederne (og vice versa).

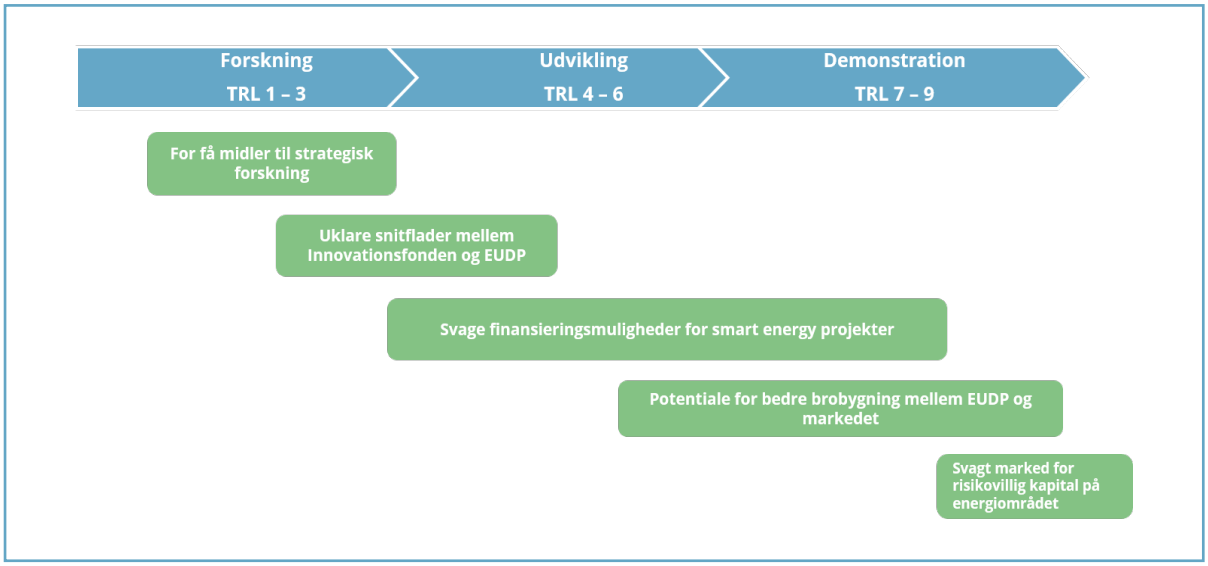
Endelig har FUD-programmerne på energiområdet ifølge brugerne været vigtige for, at danske forskningsmiljøer har kunnet skabe kritisk masse og tiltrække dygtige forskere fra andre lande.

Brugerne angiver over en bred kam, at det er vigtigt med selvstændige og ambitiøse programmer som EUDP på energiområdet. Det skyldes de store omkostninger og risici forbundet med at udvikle energiteknologi og bringe den på markedet.

Endelig er der også en del af de interviewede virksomheder, der fremhæver EU's særlige SMV-instrument som en attraktiv mulighed for at finansiere demonstration og kommercialisering. Programmet kan anvendes sideløbende med eller som opfølgning på EUDP-projekter. Der kan under programmet ydes tilskud på helt op til 2,5 mio. euro pr. virksomhed[3].

Men der er også nogle udfordringer i FUD-finansieringskæden på energiområdet. Figur 1.3 giver et overblik over, hvad brugerne i dag ser som de fem vigtigste forbedringsområder i indsatsen for

Figur 1.3. Forbedringsområder i FUD-finansieringskæden til finansiering af FUD på energiområdet



Kilde: IRIS Group

[3] Det fremhæves dog også som en udfordring, at der er mange ansøgere i forhold til midler, og at succesraten dermed er lav.

at skabe en stærk og sammenhængende finansieringskæde fra forskning til marked. Forbedringsområderne er indsat i forhold til deres placering i FUD-finansieringskæden.

For få midler til strategisk forskning

Det er på tværs af forskere, virksomheder og brancheorganisationer en gennemgående vurdering, at der er kommet *en ubalance i de statslige FUD-midler på energiområdet*. Det kommer ifølge brugerne til udtryk ved, at der i dag er for få midler til strategisk forskning i forhold til de midler, der er til rådighed til udvikling og demonstration[4].

Der er blandt brugerne en frygt for, at Danmarks evne til på sigt at udvikle nye, banebrydende teknologier vil blive svækket, hvis ikke finansieringen af grundforskning og især strategisk forskning øges i forhold til i dag.

Der findes ikke præcise tal for, hvor meget staten i dag bruger på strategisk forskning på energiområdet, og hvor stort faldet har været.

Som vist dækker både Grand Solutions og EUDP både forskning og udvikling. Langt hovedparten af bevillingerne under EUDP ydes dog som nævnt til udviklings- og demonstrationsaktiviteter, og EUDP støtter ikke projekter, hvor den primære aktivitet er forskning.

Omvendt finansierer Grand Solutions på energiområdet primært forskning, men projekterne medfinansierer også udviklingsaktiviteter.

Uklare snitflader mellem Innovationsfonden og EUDP

Det tager ofte lang tid og koster mange penge at komme fra forskning til marked på energiområdet. Det betyder, at der ofte er brug for at kunne trække på finansiering fra flere forskellige programmer undervejs i teknologiudviklingen. Det er derfor vigtigt, at 1) der er glidende overgange mellem de forskellige programmer, hvor det er nemt at hente opfølgende finansiering på baggrund af lovende resultater, og 2) der er en arbejdsdeling mellem fonde og programmer, der er gennemskuelig for aktørerne.

Mange brugere er af den opfattelse, at der er et betydeligt overlap i, hvad Innovationsfonden og EUDP finansierer af projekter. I figur 1.2 (på side 6) er dette illustreret ved, at Grand Solutions og EUDP dækker nogle af de samme TRL-niveauer.

Arbejdsdelingen er ifølge Innovationsfonden og EUDP, at:

- Grand Solutions (på energiområdet) primært fokuserer på strategisk forskning, men at de støttede projekter også kan omfatte udviklings- og kommercialiseringsaktiviteter, der baserer sig på denne forskning.
- EUDP tager afsæt i udviklings- og demonstrationsaktiviteter, og at EUDP kun finansierer forskning, der understøtter disse aktiviteter.

Men den tilstræbte arbejdsdeling mellem de to fonde ændrer ikke på, at der er en oplevelse af overlap blandt brugerne. Og at nogle forskere og virksomheder er i tvivl om, hvilken fond der er den rette at ansøge om midler til et projekt.

Herudover angiver en række af de interviewede brugere, at der er følgende udfordringer i samspillet mellem Innovationsfonden og EUDP:

- De to fonde har hver deres investeringsstrategi[5]. Det gør det på nogle områder usikkert, hvorvidt det fx er muligt at hente opfølgende finansiering i EUDP, hvis resultater i Grand Solutions tegner lovende. Herudover betoner flere interviewpersoner det som vigtigt, at Danmark kun har én strategi for, hvad vi skal satse på inden for energiteknologi.
- Der er ikke gnidningsfrie overgange, hvor fx teknologier, der tegner sig lovende i Grand Solutions-projekter, hurtigt kan søge/opnå opfølgende finansiering i EUDP. Det vil sige, at det forhold, at finansiering af forskning, udvikling og demonstration i modsætning til flere andre lande ligger i to fonde kan være med til at gøre udviklingstiderne længere og øge tidsforbruget på ansøgninger.

[4] Bl.a. på grund af 1) at Energiforskningsprogrammet og programmet ForskEL er nedlagt, og at Innovationsfondens budget til Grand Solutions er væsentligt mindre end forskningsbudgettet under Det Strategiske Forskningsråd.

[5] EUDP-strategi 2017-19 og Innovationsfondens investeringsstrategi for energiområdet 2018-20.

Svage finansieringsmuligheder for smart energy projekter

På de fleste af de ti teknologiområder vurderer brugerne, at der – fraset problematikken om de samlede midler til strategisk forskning – er gode finansieringsmuligheder i alle faser (frem til TRL 8).

Flere interviewpersoner angiver imidlertid, at de finder det sværere at opnå finansiering til FUD-projekter inden for området *smart energy*, især under EUDP.

Som det fremgår af figur 1.1 (på side 5), er smart energy et vigtigt område, der handler om at udvikle fremtidens energiinfrastruktur – baseret på intelligent anvendelse af flere forskellige vedvarende energiteknologier. Både inden for el- og varmeområderne.

Der er et stort behov for at gennemføre brede FUD-projekter (med deltagelse af energiselskaber, energiproducenter, IT-virksomheder, mv.), hvor intelligente og fleksible energisystemer udvikles og demonstreres.

Det handler bl.a. om FUD-projekter, der omfatter:

- Forsøgsprojekter inden for integration af flere vedvarende energikilder i el-nettet og varmeforsyningen.
- Intelligent styring og lagerdimensionering.
- Sikring af stabilitet i systemer baseret på 1) fluktuerende energiproduktion og 2) mange små producenter frem for få store kraftværker.
- Eftersyn og gentænkning af markedsmekanismer baseret på øget viden om forbrugsmønstre og -adfærd.

Flere interviewpersoner peger på, at det er blevet sværere at finde finansiering til den type projekter – ikke mindst efter at forskningsprogrammet ForskEL er lukket, der netop fokuserede på den type af projekter.

Pointen blandt brugerne er, at især EUDP opleves som mere produkt- end problemorienteret. Der opleves en vis vilje til at finansiere systemprojekter i fx Nordhavn og EcoGrid 2.0 på Bornholm, men det er ifølge brugerne "snarere på trods af end på grund af EUDP's kriterier".

Konkret peges på følgende udfordringer i fondenes vurderingskriterier i relation til smart energy-projekter:

- Konkurrencesituation, markedspotentiale og markedsføringsplaner skal være klart beskrevet under *EUDP*.
- Forventede økonomiske effekter skal være klart beskrevet under *EUDP*.
- Der skal i projektet indgå en innovativ teknologisk løsning under *EUDP* (systemprojekter er bredere og har ikke nødvendigvis fokus på at udvikle nye teknologier/produkter).
- Under *Innovationsfonden* skal markedet være klar til projektets løsninger (Grand Solutions), og vigtige interessenter/aftagere skal være involveret i projekterne.

Hvor disse kriterier matcher fint med behovet for FUD-projekter på de fleste områder beskrevet i afsnit 1.1, så matcher de ifølge brugerne mindre godt med systemudviklingsprojekter.

Her er det sværere at udarbejde en konkret markedsføringsplan eller at lave en business case med angivelse af forventede effekter. Det er kriterier, der passer bedre til udvikling af konkrete teknologier og produkter.

Flere brugere angiver, at de har fået afvist ansøgninger inden for smart energy med den begrundelse, at de har scoret lavt på ovenstående kriterier.

Potentiale for bedre brobygning mellem EUDP og markedet

Et vigtigt element i den samlede finansieringskæde fra forskning til marked er brobygningen mellem FUD-projekter finansieret af staten og markedet for risikovillig kapital.

Det gælder naturligvis især projekter, hvor teknologiudviklingen drives af mindre virksomheder. Hvis ikke virksomhederne kan opnå supplerende eller opfølgende finansiering i markedet, risikerer de statslige FUD-investeringer at være spildte.

Analysen viser, at udbuddet af risikovillig kapital til energiteknologi er meget svagt i Danmark (se neden for). Flere af de interviewede virksomheder har da også haft udfordringer med at trække

privat kapital til kommercialiseringen af teknologier, der er finansieret af statslige FUD-programmer.

Det skaber store krav til, at EUDP 1) vælger projekter, som er interessante for investorer, 2) skaber grundlag for brobygning til markedet.

Et vigtigt element heri er naturligvis at sikre, at de EUDP-projekter, der vælges, har tilstrækkeligt markedspotentiale.

Ansøgere til EUDP skal i dag beskrive vejen til markedet for deres teknologi i en *Business Model Canvas*, der vedlægges ansøgningen. EUDP's bestyrelse lægger vægt på, at ansøgerne kan demonstrere konkrete planer for markedsmæssig udbredelse af de udviklede teknologier og nye produkter.

Som nævnt giver kriteriet udfordringer i forhold til smart energy-projekter. Men når det gælder projekter, der finansierer teknologiudvikling i mindre virksomheder, er kriteriet yderst relevant.

Spørgsmålet er, om brobygning til det private kapitalmarked kan styrkes yderligere gennem tiltag, der:

- Skaber større sikkerhed for, at markedet har interesse for de teknologier, der støttes.
- Understøtter mindre virksomheders (i EUDP's projektportefølje) evne til at tiltrække supplerende eller opfølgende finansiering.

Vi har i analysen forsøgt at identificere lande, der har haft succes med at bygge bro mellem EUDP-lignende programmer og det private kapitalmarked. Især det canadiske udvikling- og demonstrationsprogram, Sustainable Development Technology Canada (SDTC), fremstår succesfuldt blandt de lande, vi har kigget på.

Vi har interviewet SDTC og flere venturefonde i Canada. Aktørerne peger på, at følgende faktorer har været vigtige for den succes, der er opnået i Canada:

- *Teknisk og kommerciel due diligence.* Der lægges stor vægt på både tekniske og markedsmæssige potentialer i evalueringen af ansøgninger. Der er etableret en særlig reviewkomité bestående af ti eksperter, som indstiller projekter til bestyrelsen. Kredsen omfatter bl.a. personer med dybt industrikendskab, teknologikendskab samt professionelle investorer.
- *Krav om deltagelse af mindst én konsortiepartner.* En konsortiepartner kan være en anden virksomhed, en videninstitution, en offentlige organisation, mv., der er uafhængig af ansøgeren, men som er villig til at bidrage til projektet, fx ved at stille faciliteter eller viden til rådighed. I vurderingen lægger SDTC mest vægt på partnere, som repræsenterer målgruppen for teknologien – og dermed indikerer et "market pull".
- *Krav om privat medfinansiering.* SDTC stiller krav om, at minimum 25 pct. af de samlede projektomkostninger består af privat medfinansiering (ud over bevillingshaverens egenfinansiering). Det kan være i form af midler fra en konsortiepartner eller tiltrukket privat kapital.
- *Projekterne følges tæt.* Med afsæt i kommercielt orienterede milepæle følges projekterne tæt af SDTC's projektledere. Projekterne kan stoppes, hvis resultaterne ikke lever op til forventningerne, og milepælene ikke indfries.
- *Velfungerende netværk og koordineret indsats på energiområdet.* SDTC's ledelse og projektledere har et meget tæt samarbejde med Business Development Bank of Canada (søsterorganisation til Vækstfonden) og Export Development Canada, som ofte kommer projekterne til gode. Der afholdes løbende møder om SDTC's porteføljevirksomheder og mulighederne for at tiltrække privat kapital til projekterne.

EUDP har også iværksat tiltag og formuleret kriterier, der trækker i ovenstående retning. Men det er IRIS Groups vurdering, at det canadiske set-up er international *best practise* og bør kunne være til inspiration for en videreudvikling af EUDP.

Det er også bemærkelsesværdigt, at de canadiske ventureselskaber er meget rosende over for programmets design. De angiver, at de har investeret i en række af de virksomheder, der har deltaget i SDTC.

Svagt marked for risikovillig kapital

Det er som nævnt kapitalkrævende at udvikle ny energiteknologi og bringe den på markedet. Det forudsætter ikke alene adgang til statslige FUD-programmer. Det er også afgørende, at der er et velfungerende *privat marked* for risikovillig kapital til at finansiere udvikling, demonstration og kommercialisering af ny teknologi[6].

Det gælder især i forhold til iværksættervirksomheder og andre mindre virksomheder, der udgør en vigtig del af energiklyngen.

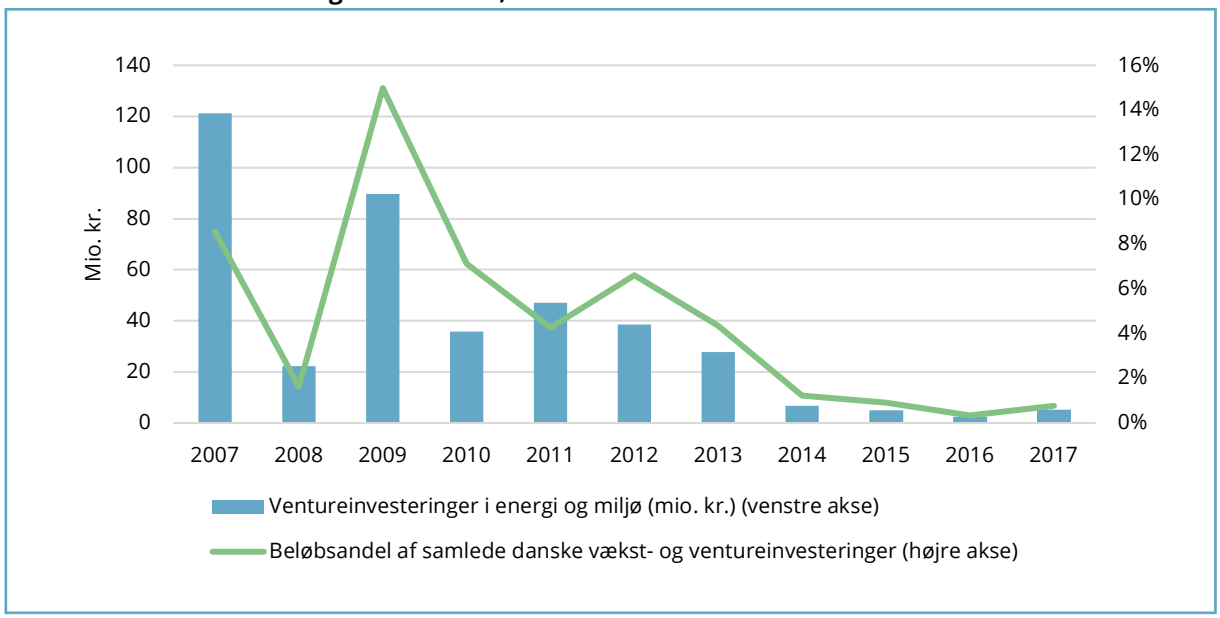
Analysen viser, at det danske marked for finansiering af energiteknologisk innovation er meget svagt i dag. Vækst- og ventureinvesteringerne inden for energi og miljø er således faldet fra 40-80 mio. kr. årligt i perioden 2009-12 til kun få mio. kr. årligt i de senere år, jf. figur 1.4.

Også en række andre lande har oplevet et fald i vækst- og ventureinvesteringerne på energiområdet. Blandt andet fordi mange venturefonde – globalt set – oplevede betydelige tab på deres investeringer i energiteknologi i 00'erne. Men faldet i investeringsniveauet og i udbuddet af risikovillig kapital har været ekstraordinært stort i Danmark.

Analysen viser, at der i dag hverken er venturefonde, private investorer eller store energiselskaber, der i større omfang investerer i energiteknologiske iværksættere i Danmark. Markedet er med andre ord nærmest ikke eksisterende, og der mangler investorer med indsigt i energiteknologi[7]. Også hos Vækstfonden og Innovationsmiljøerne er investeringerne i energiteknologi faldet væsentligt i de senere år.

Der er flere, sammenhængende årsager til, at markedet har udviklet sig som illustreret i figuren. De interviewede aktører og investorer fremhæver især følgende grunde:

Figur 1.4. Vækst- og ventureinvesteringer inden for energi og miljø opgjort i mio. kr. og pct. af samlede ventureinvesteringer i Danmark, 2007-17



Kilde: Invest Europe

[6] Det skal bemærkes, at adgang til risikovillig kapital ligger inden for Erhvervsministeriets ressort, og at kapitlet således bevæger sig uden for opdragsgivers ressort. Analysen fokuserer også på denne problemstilling, fordi de samfundsøkonomiske effekter af statslige FUD-investeringer på energiområdet også afhænger af, hvordan kapitalmarkedet fungerer – og dermed af den førte erhvervspolitik.

[7] Aktive investorer som VELUX fondene og Ørsted Ventures investerer primært i udenlandske virksomheder eller venturefonde på energiområdet.

- En del af de teknologier, som der blev investeret i for 5-10 år siden, viste sig ikke at være kommercialiseringsegnede.
- Fondene/investorerne manglede sektorindsigt og erfaring i at investere i energiteknologi.
- Mange af virksomhederne manglede kritiske kommercialiserings- og forretningskompetencer, og det har været svært at rekruttere erfarne forretningspersoner fra etablerede virksomheder (som det fx kendes fra life science-sektoren).
- Markedet for teknologierne modnede sig langsommere end forventet, og kommercialiseringen blev i nogle tilfælde besværliggjort af ændringer i reguleringen.

De fire faktorer betød tilsammen, at der blev tabt mange penge på energiteknologi, og at investorerne fra 2012/13 trak sig helt ud af cleantech-området eller reducerede investeringerne markant.

1.3 Hjemtag af FUD-midler fra internationale programmer

Danske forskeres og virksomheders gennemsnitlige, årlige hjemtag fra Horizon2020 har siden 2014 udgjort ca. 180 mio. kr. på energiområdet. Det svarer til knapt 40 pct. af de midler, som Innovationsfonden og EUDP sidste år bevilgede til energiteknologi. Hertil kommer andre, mindre internationale programmer som Nordisk Energiforskning og Eurostars.

De internationale programmer udgør således en væsentlig del af finansieringsgrundlaget for FUD-projekter på energiområdet. Derfor bør det også være en central målsætning for den kommende FUD-indsats at styrke grundlaget for at hjemtage flere internationale midler.

Danmark har allerede relativt stor succes på energiområdet. Inden for det store energiprogram "Secure, Clean and Efficient Energy" har danske aktører hjemtaget 3,8 pct. af de udbudte midler, hvilket er væsentligt over Danmarks samlede målsætning for hele Horizon2020-programmet på 2,5 pct. Succesraten er endvidere 18 pct. – mod 12 pct. for hele Horizon2020.

Både Horizon2020 og det kommende Horizon Europe-program fokuserer desuden på områder, der matcher godt med de ti teknologiområder, der blev beskrevet i afsnit 1.1. Der er altså god sammenhæng mellem danske styrker og potentialer og EU's prioriteringer på energi- og klimaområdet.

Potentiale for øget engagement i internationale fora og netværk

De internationale aktiviteter på energiområdet består dels i programmer, der medfinansierer internationale FUD-aktiviteter (som Horizon2020). Og dels i netværk og samarbejdsfora, der bidrager til udvikling af fælles mål, idéer, samarbejdsprojekter og videndeling.

Analysen viser, at vi specielt på det sidste område kan styrke engagement og koordinering af den danske deltagelse og indsats.

Disse netværk og fora er nemlig også vigtige for opbygningen af samarbejdsrelationer, der styrker grundlaget for at deltage i projekter og hjemtage midler. Grundlaget for det internationale samspil er endvidere udvidet med *Mission Innovation*-initiativet, der blev lanceret i 2015 i forbindelse med COP21 i Paris, og som ud over Danmark har deltagelse af 22 andre lande.

Mission Innovation omfatter bl.a. otte såkaldte "Innovation Challenge grupper", der fokuserer på forskellige mål og teknologiområder på energi- og klimaområdet. I disse grupper organiseres netværk, internationale konferencer, mv.

Den danske deltagelse i Mission Innovation har hidtil været præget af enkeltaktørers (især universiteters) engagement og interesse – uden en samlet koordinering og prioritering af aktiviteterne.

Herudover deltager EUDP, Innovationsfonden og danske forskere også i andre internationale fora, herunder IEAs (International Energy Agency) teknologisamarbejdsprogrammer og ERA-NET under

EU, der har til formål at fremme samarbejde mellem bevilgende myndigheder.

Den gennemførte analyser peger i retning af, at Danmarks hjemtag kan øges gennem tiltag, der 1) styrker vores internationale engagement i netværk, fora, mv. inden for danske energiteknologiske styrkepositioner, 2) tilpasser danske programmer og evalueringskriterier i en retning, der øger mulighederne for at hente supplerende internationale midler.

1.4 Anbefalinger

Vi har med afsæt i analysen opstillet en række anbefalinger til at styrke statens indsats for FUD på energiområdet. Det vil sige anbefalinger, der kan bidrage til bedre prioriteringer af projekter, højere kvalitet og sammenhæng i projekterne og større samfundsøkonomisk afkast af investeringer.

Anbefalingerne falder i følgende overskrifter:

- Strategiske sigtelinjer for FUD-indsatsen.
- Stærkere samspil mellem EUDP og Innovationsfonden.
- Større investeringer i energiforskning.
- Bedre rammer for kommercialisering af teknologier udviklet i FUD-projekter.
- Udvikling af et attraktivt marked for risikovillig kapital til energiteknologi[8].
- Større hjemtag af EU-midler.

Strategiske pejlemærker for FUD-indsatsen

Vi har som vist i afsnit 1.1 identificeret ti løfterige teknologiområder, hvor Danmark har særlige potentialer for at udvikle teknologier med globalt skaleringspotentiale.

På hvert af disse områder har vi – med afsæt i brugerinterviewene – identificeret behov og udfordringer, som det er vigtigt at adressere i den statslige FUD-indsats.

Vi har identificeret 31 forskellige indsatsområder (se gennemgang i kapitel 3), hvor igangsættelse af nye FUD-projekter (ifølge brugerne) har stor betydning for at realisere potentialerne. Det er med andre ord relevant at finansiere en bred vifte af FUD-projekter i de kommende år.

De 31 områder er forskellige og afspejler behov inden for både forskning, udvikling og demonstration. Men når der ses på tværs af de 31 områder, tegner der sig et billede af, at der kan sættes en klarere retning for FUD-indsatsen.

Der er således en række temaer, teknologier og behov, der går igen i mange af indsatsområderne.

På næste side har vi med dette afsæt formuleret seks strategiske pejlemærker for FUD-indsatsen på energiområdet, der således sammenfatter vores anbefalinger til den overordnede retning for de statslige FUD-investeringer.

De strategiske pejlemærker udgør et bud på den overordnede retning i FUD-indsatsen. De erstatter ikke de mere specifikke evalueringskriterier i Innovationsfonden og EUDP, som alle ansøgninger skal vurderes efter. Og de to fonde skal i de kommende år også støtte enkeltprojekter, der måske kun bidrager til et enkelt eller to af pejlemærkerne.

Men pejlemærkerne bør danne udgangspunkt for både den nationale FUD-indsats og for en samlet investeringsstrategi på energiområdet for de to fonde (se neden for). Om 5-10 år kan den samlede FUD-indsats evalueres efter, om den i markant omfang har bidraget til forbedringer på de seks områder.

[8] Det skal bemærkes, at dette område ressortmæssigt ligger under Erhvervsministeriet.

Strategiske pejlemærker for FUD-indsatsen

1. **Fokus på områder med stort globalt potentiale.** FUD-indsatsen bør fokusere på teknologiområder med stort potentiale for både vækst og realisering af energi- og klimapolitiske mål. Det vedrører p.t. vindenergi., solenergi, bioenergi, bølgeenergi, geotermi, energilagring og -konvertering, smart energy, fjernvarme, energieffektivitet og teknologier til optag og lagring/udnyttelse af CO_2. Listen bør tages op til løbende revision.
2. **Mere vægt på strategisk forskning.** På de fleste af de ti teknologiområder er der behov for strategisk forskning, der adresserer teknologiske udfordringer og afdækker teknologiske muligheder. Der er fx behov for strategisk forskning inden for offshore systemer, batteriteknologi, elektrolyse, elektrokemi, termisk lagring, effektelektronik, omdannelse af CO_2 til brændstof, mv.
3. **Digitale løsninger og smart teknologi.** En stor del af de 31 indsatsområder vedrører digitale teknologier, der kan bidrage til at styrke produktiviteten og gøre energisystemet smartere. Avancerede datamodeller, sensorer, *Internet of Things* og high performance computere vil udgøre en stor del af innovationen i energisektoren i de kommende år. Derfor er det vigtigt, at flere FUD-projekter involverer IKT-forskningsmiljøer og IT-virksomheder.
4. **Øget satsning på energilagring og -konvertering.** Hvis ambitionerne om et energisystem baseret på vedvarende energi skal realiseres, er det helt afgørende at udvikle effektive løsninger inden for lagring og konvertering af energi. Det bør både blive hovedtema for en lang række projekter og indgå som element i teknologiudviklingen inden for de forskellige former for energiproduktion.
5. **Mere fokus på udvikling af VE-baserede energisystemer.** Hvis de globale klima- og energimål skal realiseres, kræver det udvikling af energisystemer, der er intelligente, hybride og fleksible. Det er vigtigt, at FUD-indsatsen ikke blot bidrager til nye anlæg og produkter. Den skal også være en ramme for at udvikle og afprøve nye systemer, herunder systemer med decentral energiproduktion, hvor forbrugerne også er producenter af energi, og hvor en række eksisterende teknologier skal spille sammen i intelligente og integrerede systemer.
6. **Produktionsoptimering.** Danmark har en række etablerede styrkepositioner inden for fx vind, biogasanlæg, design af solfarme og fjernvarme. Fælles for disse områder er et behov for viden- og innovationssamarbejde, der sigter mod at forbedre teknologiernes ydeevne og nedbringe produktionsomkostningerne.

Stærkere samspil mellem EUDP og Innovationsfonden

EUDP og Innovationsfonden indgår allerede i et godt samarbejde på både ledelses- og medarbejderniveau.

Vi vurderer dog – med afsæt i de gennemførte interviews – at samspil og snitflader mellem de to fonde kan styrkes væsentligt. Et bedre samspil kan bl.a. bidrage til 1) at bringe perspektivrige projekter hurtigere mod markedet og 2) en bedre balance i de statslige FUD-investeringer inden for energiteknologi, jf. afsnit 1.2.

Vi har på baggrund af analysen opstillet fire anbefalinger til at styrke snitflader og sammenhæng i fondenes samlede indsats for at styrke forskning, udvikling og demonstration inden for energiteknologi.

Klar arbejdsdeling mellem Innovationsfonden og EUDP

Der bør være en klar arbejdsdeling og logiske overgange mellem de to fonde, hvor:

- Innovationsfonden under Grand Solutions-programmet alene fokuserer på forskning (TRL-niveau 1-3), når det gælder energiteknologi.
- EUDP fokuserer på udvikling og demonstration (TRL-niveau 4-8).

Der er i forlængelse heraf behov for at præcisere, hvordan retningslinjerne for Grand Solutions skal fortolkes på energiområdet, idet det nuværende sæt af retningslinjer gælder alle sektor- og teknologiområder – og dermed også tilskynder til aktiviteter, der på energiområdet bør finansieres af EUDP.

"No wrong door" og fokus på samlet finansieringsbehov

Det er vigtigt, at både EUDP og Innovationsfonden ser sig selv som brikker i en samlet finansieringskæde. De "investerer" i projekter og virksomheder, og forudsætningen for succes og værdiskabelse for samfundet er ofte, at projekterne henter supplerende eller opfølgende finansiering. Derfor skal fondene i højere grad kunne

hjælpe virksomheder og projekter på følgende områder:

- Være en fælles indgang til FUD-finansiering på energiområdet, hvor der også henvises til andre aktører og programmer.
- Hjælpe støttede projekter med at identificere supplerende finansieringsmuligheder, herunder både fra internationale programmer og private investorer (se også afsnit 1.5).

Det anbefales, at de to fonde etablerer en key account funktion for støttede projekter, der yder sparring og hjælper brugere med at identificere relevante, supplerende finansieringskilder.

Koordinering af investeringer og fælles udbud

De klare snitflader, jf. anbefaling 1, kan suppleres af et tæt samarbejde mellem Innovationsfonden og EUDP på følgende områder:

- Mulighed for fælles ansøgninger, hvor aktører samtidig kan søge om finansiering til projekter, der både involverer forsknings- og udviklingsaktiviteter.
- Fælles udbud på større områder, herunder fx større projekter om integration af vedvarende energi i energisystemerne, der både omfatter forskning, udvikling og demonstration[9].
- En "fast track" til EUDP for Grand Solutions-projekter, der har realiseret konkrete milepæle (fx *proof of concept*), og som fortsat kan sandsynliggøre stort markedspotentiale. Det vil fx sige, at projekterne ikke behøver at vente til EUDP's halvårlige ansøgningsrunder.

Som nævnt er der blandt brugerne en oplevelse af, at EUDP's kriterier gør det svært at hente finansiering inden for smart energy. Frem for at justere EUDP's kriterier kan det overvejes at løse denne udfordring gennem forslaget om fælles udbud, da der på smart energy området netop er behov for projekter, der kombinerer strategisk forskning, udvikling, demonstration og test[10]. Disse udbud bør så indeholde individuelle kriterier, hvor der bl.a. lægges vægt på deltagerkreds, udvikling af nye forretningsmodeller, klimaeffekter og perspektiver for energiforsyningen (frem for specifikke business cases og markedsføringsplaner for hver af de deltagende virksomheder).

Fælles strategier på alle vigtige teknologiområder

Større samarbejde og synergi forudsætter fælles fokus. Et væsentligt element i en national FUD-indsats er, at Innovationsfonden og EUDP ikke har hver deres strategi for, hvor de investerer – men at Danmark har én samlet investeringsstrategi på energiområdet. Samtidig peger mange interviewpersoner på, at de nuværende strategier er for generelle og brede.

Vi anbefaler derfor, at Innovationsfonden og EUDP udvikler en fælles strategi for de to fondes FUD-investeringer med specifikke delstrategier for de ti teknologiområder præsenteret i afsnit 1.1.

Delstrategierne bør udvikles i dialog med universiteter, brancheorganisationer og virksomheder på de forskellige områder. Det er vigtigt, at delstrategierne har afsæt i danske forsknings- og erhvervsstyrker inden for de enkelte teknologiområder.

Større investeringer i energiforskning

Den energipolitiske aftale fra juni 2018 indebærer, at de statslige udgifter til energiforskning stiger til 580 mio. kr. i 2020, heraf 500 mio. kr. til EUDP. Frem mod 2024 vil de statslige udgifter til energi- og klimaforskning stige til 1 mia. kr.

Analysen bekræfter, at der i høj grad er behov for øgede investeringer i FUD-projekter på energiområdet for at realisere potentialerne på de ti teknologiområder.

Vi anbefaler med udgangspunkt i analysen og de strategiske pejlemærker, at hovedparten af stigningen efter 2020 afsættes til strategisk forskning

[9] Vi anbefaler ikke, at midlerne under de to fonde generelt skal samles i fælles udbud. Men på områder, hvor der er behov for nye projekter, der både involverer forskning, udvikling og demonstration er fælles udbud en oplagt mulighed.

[10] Se baggrundsnotatet "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen".

(TRL 2-3) for at rette op på den nuværende ubalance i FUD-midlerne på energiområdet.

Det kan fx realiseres ved at øge bevillingerne til Grand Solutions på energiområdet.

Herudover bør også grundforskningen inden for energiforskning styrkes. Det faglige råd for teknologi og produktion under Danmarks Frie Forskningsfond (DFF) bør drøfte den rolle, som DFF fremadrettet kan og bør spille i den samlede finansieringskæde, og hvorvidt den nuværende praksis for evaluering af ansøgninger på energiområdet understøtter denne rolle.

Bedre rammer for kommercialisering af teknologier udviklet i FUD-projekter

Det er vigtigt at skabe et godt grundlag for at kommercialisere de teknologier, der udvikles i EUDP-projekter og InnoBooster-projekter.

Det erhvervs- og samfundsøkonomiske afkast af de statslige FUD-projekter kan øges, hvis vilkårene for at kommercialisere EUDP-støttede teknologier forbedres.

Ansøgere til EUDP skal som nævnt beskrive vejen til markedet for deres teknologi i en *Business Model Canvas*, der vedlægges ansøgningen.

På baggrund af vores analyse af FUD-indsatsen i andre lande (Holland og Canada) anbefaler vi, at EUDP undersøger muligheden for at skabe et endnu stærkere "market pull" i støttede teknologier med deltagelse af mindre virksomheder og iværksættere.

Erfaringer fra især Canadas SDTC-program peger på, at konsortiepartnere, der er uafhængige af ansøgeren, men som er villige til at bidrage til projektet (fx ved at stille faciliteter eller viden til rådighed), er en god indikator på markedsefterspørgsel. Konsortiepartnere kan i det canadiske program ikke få del i støtten fra SDTC og skal derfor engagere sig i projektet, fordi de tror på en senere gevinst ved at udvikle teknologien.

Et andet succesfuldt værktøj til i højere grad at sikre kommercialisering af støttede projekter er krav om privat medfinansiering (udover projektpartnernes egenfinansiering).

Dog er det danske kapitalmarked for finansiering af energiteknologisk innovation som nævnt meget svagt i dag. Et fast krav om privat medfinansiering kan derfor, indtil et stærkere marked er udviklet, være vanskeligt at opfylde for langt de fleste danske virksomheder – selv på trods af en lovende teknologi.

Værktøjet er imidlertid ikke en mindre god indikator for et "market pull".

Vi anbefaler derfor, at EUDP i deres indkaldelse af ansøgninger kommunikerer, at der ses positivt på forhold, der viser en markedsefterspørgsel og ligger udover kravet om at udarbejde en *Business Model Canvas.* Fx i form af at have en konsortiepartner, der bidrager til projektet uden at få del i det ansøgte tilskud, eller i form tiltrukket finansiering fra andre kilder.

Herudover bør EUDP og Innovationsfonden tilstræbe et stærkere samarbejde med centrale erhvervspolitiske aktører som Vækstfonden, Danmarks Grønne Investeringsfond, Erhvervshuse og klyngeorganisationer på energiområdet. Dette vil styrke grundlaget for at hjælpe mindre virksomheder til supplerende finansiering. Samtidig kan et tættere samarbejde give EUDP og Innovationsfonden et større indblik i, hvad markedet stiller af krav til de projekter, som de støtter.

Endelig anbefaler vi at udvikle et tilbud om at knytte mentorteams til de EUDP-projekter, der drives af mindre virksomheder. Mentorteams kan sammensættes af erfarne personer med forretningsbaggrund, der repræsenterer forskellige typer af kompetencer (tekniske, kommercielle, finansieringsmæssige kompetencer). Der er bl.a. gode erfaringer med dette virkemiddel i DTU's arbejde med at udvikle et økosystem for teknologibaserede iværksættere[11].

[11] Se IRIS Group (2018)

Udvikling af et attraktivt marked for risikovillig kapital til energiteknologi

Vi har gennemført en grundig analyse af, om det – trods de negative erfaringer – er muligt at udvikle et velfungerende marked for risikovillig kapital til energiteknologi i Danmark.

Analysen er baseret på følgende aktiviteter:

- Interviews med nøglepersoner i Danmark vedrørende udviklingen i markedet for risikovillig kapital inden for energiteknologi. Fokus har her været på at afdække udviklingen i de senere år, årsager til faldet i investeringer i energiteknologi (jf. afsnit 1.2), samt mulighederne for at skabe et stærkere venturemarked.
- Desk research og interviews med fokus på to andre teknologiområder (life science og robotteknologi), hvor der i dag er et veletableret marked for risikovillig kapital i Danmark. Målet har her været at kortlægge, om der kan hentes viden og inspiration fra andre områder i etableringen af et dansk venturemarked inden for energiteknologi.
- Analyse af venturemarkedet i to andre lande (Holland og Canada) med mere veludbyggede markeder for risikovillig kapital inden for energiteknologi.

Vores konklusion er, at det er muligt at skabe et marked, der er attraktivt for både virksomheder og investorer, hvis følgende betingelser bliver opfyldt:

- Der skal iværksættes en aktiv og langsigtet erhvervspolitisk indsats for at opbygge et venturemarked inden for energiteknologi. I opbygningsfasen er det vigtigt, at staten 1) bærer en del af den økonomiske risiko ved at medinvestere i nye energiteknologier, 2) bidrager til at opbygge et kompetent og integreret investormiljø, herunder at tiltrække investorer fra andre lande.
- Der skal udvikles et stærkere økosystem inden for energiteknologi, der bl.a. omfatter: 1) stærke startup-miljøer, hvor iværksættervirksomheder med stort potentiale har adgang til sparring, mentorer, opstartsfinansiering, mv., 2) aktører (fx klyngeorganisationer), der arbejder med at matche virksomheder og investorer, 3) tættere samarbejde mellem etablerede virksomheder og iværksættere.
- Der skal tiltrækkes udenlandske investorer med sektorindsigt for at løfte kompetenceniveauet i investormiljøet i Danmark. Herunder er det vigtigt at tiltrække udenlandske venturefonde, der er specialiseret i energiteknologi/cleantech.

Det vil således kræve en flerstrenget erhvervspolitisk indsats at skabe et stærkt venturemarked inden for energiteknologi i Danmark.

Vækstfonden vil være det naturlige omdrejningspunkt. Men det er vigtigt, at også klyngeindsatsen og arbejdet med at udvikle startup-miljøer ved universiteterne indgår i ligningen.

Vi anbefaler, at regering og folketing giver Vækstfonden mandat til en langsigtet satsning på at udvikle et marked for risikovillig kapital, herunder venturekapital, inden for energiteknologi.

Vi vurderer, at mandatet vil kræve tilførsel af en startkapital på 600-700 mio. kr. til at foretage de nødvendige investeringer i virksomheder og venturefonde. Det er endvidere vigtigt at skabe handlefrihed for Vækstfonden i forhold til at optimere betingelserne for at skabe et velfungerende marked, jf. ovenstående punkter.

Endelig er det vigtigt, at udviklingen af et stærkere marked for risikovillig kapital til energiteknologi slår på flere strenge, der dækker flere faser i virksomhedernes udvikling. Og som tilvejebringer flere typer af finansiering og tiltrækker flere forskellige typer af investorer.

De gælder også risikovillige lån til energiteknologi, som i dag ydes af Danmarks Grønne Investeringsfond. Fondens statsgaranterede låneramme er p.t. 2 mia. kr., og det forventes, at rammen er fuldt disponeret ultimo 2019.

Vi anbefaler med dette udgangspunkt, at en del af den foreslåede ramme på 600-700 mio. kr. udmøntes som en udvidelse af Danmarks Grønne Investeringsfonds egenkapital (i dag 80 mio. kr.), og at den statsgaranterede låneramme øges til fx 4 mia. kr.

I figur 1.5 har vi forsøgt at give et overblik over de centrale virkemidler i at udvikle et marked for risikovillig kapital til energiteknologi. Som det fremgår, er Vækstfonden omdrejningspunktet. Men indsatsen skal på de forskellige områder ske i samarbejde med andre innovationspolitiske aktører som fx klyngeorganisationer, universiteter og udbydere af acceleratorprogrammer. Hertil kommer private fonde, corporate ventures, mv., der sammen med Vækstfonden kan investere i at tiltrække specialiserede udenlandske fonde til Danmark.

Det er således et vigtigt element i indsatsen, at Vækstfonden indleder en dialog med andre investorer i Danmark, der både vil medvirke til 1) at investere i energiteknologiske virksomheder og 2) at tiltrække udenlandske investorer, herunder venturefonde.

Større hjemtag af EU-midler

Med afsæt i de gennemførte interviews og vores analyse af internationale fora og programmer har vi opstillet fem anbefalinger, der tilsammen kan bidrage til yderligere at styrke hjemtaget af midler fra internationale programmer på energiområdet.

Professionalisering af deltagelsen i Mission Innovation

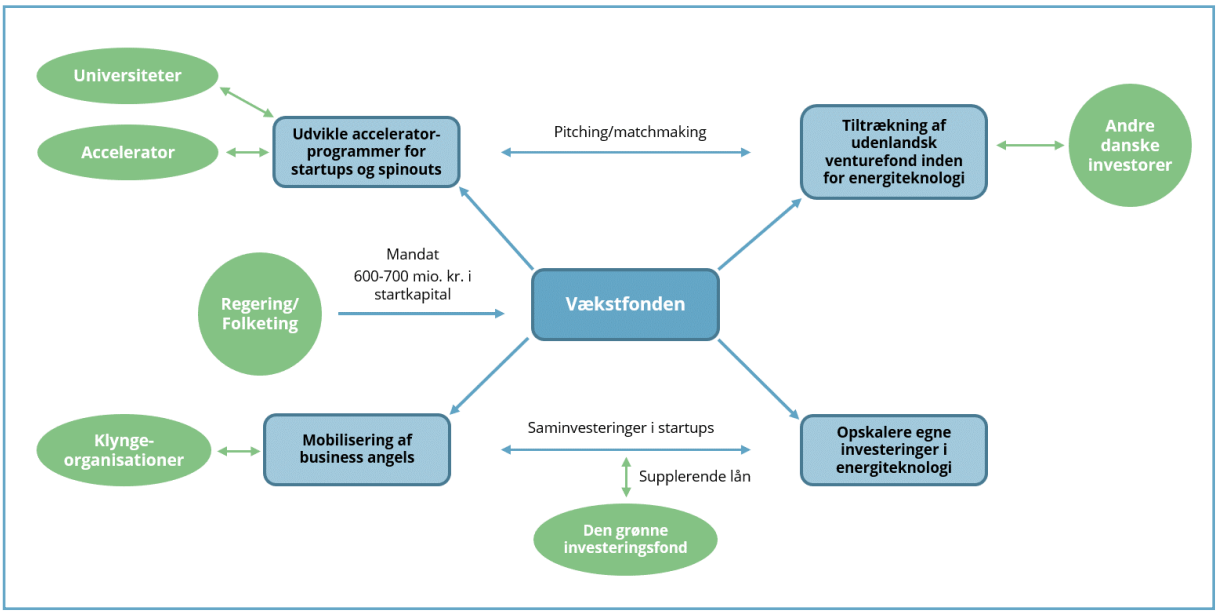
Mission Innovation har udviklet sig til en vigtig platform for samarbejde og koordinering blandt førende energiteknologiske lande.

Først og fremmest bør Danmark engagere sig mere aktivt i de Innovation Challenges (netværk), hvor der er et sammenfald med danske styrkepositioner. Herudover kan vi i højere grad bruge samarbejdet til at markedsføre og synliggøre danske styrkepositioner[12] samt deltage i internationale udbud på områder, hvor der er danske styrkepositioner (se kapitel 6).

Danmarks deltagelse og engagement i Mission Innovation kan styrkes på følgende måder:

- Udarbejdelse af en plan for Danmarks deltagelse – med prioritering af relevante

Figur 1.5. Udvikling af et marked for risikovillig kapital med Vækstfonden som omdrejningspunkt



Kilde: IRIS Group

[12] Eksempelvis blev der i forbindelse med et Mission Innovation-ministermøde i Malmø udgivet en publikation med over 50 cases om energiteknologiske gennembrud, hvoraf ingen var danske.

Innovation Challenges samt koordination af, hvem der deltager i de forskellige aktiviteter.

- Arbejde aktivt for at engagere flere danske universiteter og virksomheder i relevante Innovation Challenges.
- Øge markedsføringen og synliggørelsen af danske styrkepositioner gennem Mission Innovation-aktiviteter.
- Mere aktiv deltagelse i fælles udbud under Mission Innovation for at tiltrække international viden og kompetencer til danske FUD-aktiviteter.

Fælles international strategi for FUD på energiområdet

Danmarks engagement i internationale FUD-aktiviteter på energiområdet er et resultat af beslutninger og prioriteringer i både EUDP, Innovationsfonden og Styrelsen for Forskning og Uddannelse.

Det anbefales at etablere et fast, koordinerende forum på energiområdet, der skal:

- Koordinere og prioritere Danmarks deltagelse i internationale programmer og samarbejdsfora på energiområdet.
- Samarbejde om at indtænke kriterier fra de internationale programmer i den danske indsats på energiteknologiområdet, jf. afsnit 1.4.2.

Holistiske FUD-projekter på tværs af teknologier og sektorer

Det kommende program "Climate, Energy and Mobility" (under Horizon Europe) vil i høj grad prioritere tværgående projekter, der går på tværs af energi-, klima- og transportområderne.

Det anbefales i forlængelse heraf, at der også i danske programmer fokuseres mere på at støtte tværsektorielle FUD-projekter. Dermed vil danske aktører få opbygget netværk, samarbejdsrelationer og erfaringer på tværs af sektorer, som kan styrke deres forudsætninger for at lede og bidrage til Horizon-ansøgninger.

Synliggørelse af klimaeffekter af FUD-projekter

De internationale programmer – herunder Horizon Europe – vil fremadrettet lægge stor vægt på energiprojekters klimamæssige potentialer og effekter.

Det anbefales i forlængelse heraf, at ansøgere til Grand Solutions og EUDP skal redegøre for den klimamæssige "business case" for deres FUD-projekter. Det vil bidrage til at skærpe fokus på klimamæssige effekter samt styrke kompetencerne og erfaringerne i at estimere effekterne.

Fokus på FUD-projekternes internationale potentialer og perspektiver

De store internationale programmer – især Horizon2020 – stiller betydelige krav til projektansøgernes forskningsmæssige niveau, og konkurrencen om midlerne er hård.

For at styrke danske forskeres forudsætninger for at udarbejde internationale ansøgninger – og lave et ressourceeffektivt hjemtag af internationale midler – anbefales det, at der i forbindelse med ansøgninger til Grand Solutions lægges vægt på at beskrive og evaluere projekternes internationale potentialer. Det vil sige i hvilken grad, at de kan danne grundlag for hjemtag af midler fra EU, udenlandske fonde, mv.

2. Tilgang

Analysen baserer sig på en kombination af interviews, desk research og diverse kvantitative data indhentet til brug for opgaven.

Som det fremgår af oversigten nederst på siden, har vi gennemført ca. 60 interviews med repræsentanter for virksomheder, universiteter, brancheorganisationer samt investorer og innovationspolitiske operatører i både Danmark og andre lande. Herudover trækker analysen på en række andre analyser og publikationer på området – både danske og internationale (se bilag).

Analysen har fokuseret på fem temaer, som den resterende del af rapporten er struktureret efter:

- Identifikation af teknologiområder, hvor Danmark har særlige styrker og potentialer, og som både kan bidrage til at 1) fremme politiske målsætninger på energi- og klimaområdet, 2) understøtte høj kvalitet inden for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet og 3) understøtte langsigtet vækst, eksport og beskæftigelse (kapitel 3).
- Identifikation af behov og udfordringer på disse teknologiområder, som det er vigtigt at adressere i den fremtidige FUD-indsats for at realisere potentialerne (også kapitel 3).
- Vurdering af den samlede finansieringskæde fra forskning til marked for energiteknologi. Herunder 1) om der en den rette balance i de statslige investeringer i forskning, udvikling og demonstration og 2) om der er behov for at styrke snitflader og sammenhænge mellem de forskellige fonde på området (kapitel 4).
- Hvordan markedet for risikovillig kapital til energiteknologiske virksomheder kan styrkes, herunder om overgange mellem deltagelse i statslige programmer (fx EUDP) og privat finansiering kan forbedres (kapitel 5).
- Hvorvidt der kan skabes en stærkere kobling mellem nationale og internationale programmer (herunder Horizon-programmet) på energiområdet, så danske forskere og virksomheder opnår bedre adgang til international finansiering (kapitel 6).

Der har til analysen været tilknyttet en styregruppe med deltagelse af Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, EUDP, Innovationsfonden samt Uddannelses- og Forskningsministeriet. Styregruppen har mødtes fire gange i projektperioden og har bidraget med input og sparring vedrørende analysedesign, fortolkning af resultater og rapportudkast. Herudover har styregruppens medlemmer bidraget med forslag til interviewpersoner.

Ansvaret for rapportens konklusioner og anbefalinger ligger dog alene hos IRIS Group, og de afspejler ikke nødvendigvis styregruppens holdninger.

Gennemførte interviews

- 47 interviews med forskere, virksomheder, brancheorganisationer, mv. i Danmark (se bilag).
- 13 interviews med investorer og fonde, der finansierer energiteknologi i Danmark, Holland og Canada.
- Tre interviews med andre aktører med indsigt i markederne for risikovillig kapital inden for højteknologiske sektorer.
- Fem interviews med organisationer med særlig indsigt i internationale programmer, herunder EU-programmer.

Anvendte kvantitative data

- Bibliometriske data fra den internationale database Scopus.
- Data om investeringer i venturekapital, hentet fra Invest Europe og Pitchbook.
- Data om danske aktørers hjemtag af midler fra internationale programmer hentet fra Styrelsen for Forskning og Uddannelse.
- Data om danske programmer på energiområdet hentet fra Innovationsfonden og EUDP.
- Diverse data om prognoser, markedsudvikling, vækst, omsætning, beskæftigelse, mv. på forskellige teknologiområder hentet fra en lang række forskellige publikationer (se bilag).

BIOGAS

3. Danske styrker og potentialer på energiområdet

3.1 Indledning

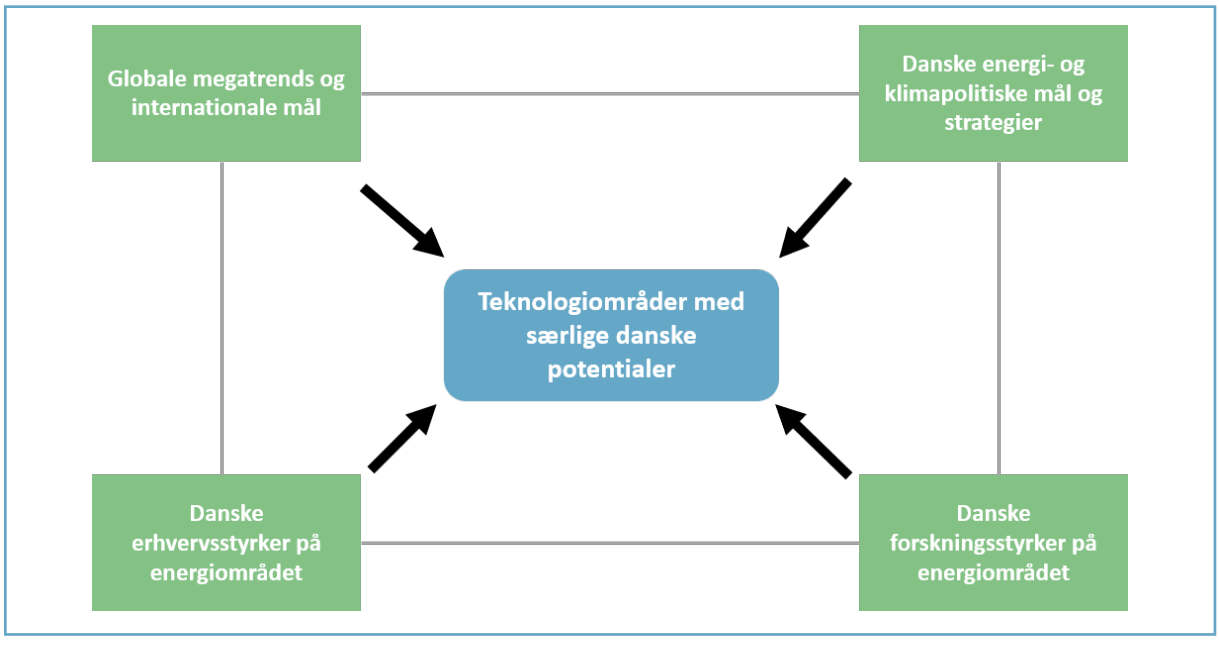
Det er vigtigt, at den kommende indsats for forskning, udvikling og demonstration (FUD) på energiområdet baserer sig på viden om særlige danske potentialer. Det tema sætter vi fokus på i dette kapitel. Gennem brug af data, gennemgang af international litteratur og en lang række interviews med forskere, virksomheder og brancheorganisationer har vi forsøgt:

1. At indkredse teknologiområder, hvor der er et stort potentiale for at skabe vækst i energiindustrien i Danmark og gennemføre FUD-projekter på et højt niveau.
2. At identificere konkrete styrker/nicher inden for hvert af disse teknologiområder, hvor vi har særligt gode forudsætninger for at udvikle løsninger med et globalt skaleringspotentiale.
3. At identificere krav til FUD-indsatsen for at realisere disse potentialer.

Vores afsæt har været, at teknologiområder med særlige danske potentialer skal findes i snitfladerne mellem (se figur 3.1):

- **Globale megatrends og internationale mål/aftaler.** Den globale efterspørgsel efter energi og energiteknologi afhænger i høj grad af en række megatrends samt de mål og aftaler, der opstilles og indgås på energi- og klimaområdet. Megatrends og internationale mål og aftaler (fx Paris-aftalen) er således af stor betydning for retningen i efterspørgslen efter energiteknologi – og dermed hvor vækstpotentialerne er størst.
- **Danske mål og aftaler på energiområdet.** De danske politiske mål på klima- og energiområdet har også en væsentlig betydning for, hvor dansk energiindustri har vækst- og eksportpotentialer. Det skyldes både, at den indenlandske efterspørgsel spiller en rolle for afsætningen i dansk energiindustri, og at hjemmemarkedet er vigtigt for at udvikle, afprøve og demonstrere nye teknologier.

Figur 3.1. Faktorer med betydning for danske erhvervspotentialer



Kilde: IRIS Group

- **Danske erhvervsstyrker.** Det er naturligvis væsentligt, at en dansk indsats på FUD-området tager afsæt i eksisterende danske erhvervsstyrker eller områder, hvor vi har betydelige potentialer for at udvikle styrkepositioner.
- **Danske forskningsstyrker.** På tilsvarende vis er danske forskningsstyrker også et vigtigt udgangspunkt. Det er vigtigt, at vi satser på FUD-aktiviteter, hvor der findes danske forskningsmiljøer i den internationale elite, som kan bidrage til FUD-projekter af høj kvalitet og til at udvikle nye teknologier.

Kapitlet er bygget op på den måde, at afsnit 3.2-3.5 belyser hver af de fire faktorer illustreret i figur 3.1. Med dette udgangspunkt indkredser afsnit 3.6 teknologiområder, hvor vi har særlige potentialer. Samtidig skitserer afsnittet med afsæt i de gennemførte interviews indsatsområder i FUD-indsatsen, der kan bidrage til at realisere potentialerne.

Der henvises i øvrigt til baggrundsnotatet *"Danske potentialer inden for energiteknologi og sigtelinjer for FUD-indsatsen"*, der indeholder en mere uddybende gennemgang og analyse af de forskellige dele af figur 3.1.

3.2 Globale megatrends og internationale mål

Efterspørgslen efter energi og energiteknologi afhænger i høj grad af en række globale megatrends – og af samspillet mellem disse megatrends og internationale mål/aftaler inden for energi og klima.

Vi har i figur 3.2 på næste side forsøgt at illustrere de vigtigste megatrends samt centrale mål og aftaler på internationalt niveau. Samtidig viser oversigten de vigtigste konsekvenser for efterspørgslen efter energi og løsninger på energiområdet – underbygget af tal fra nyere prognoser og foresight-studier.

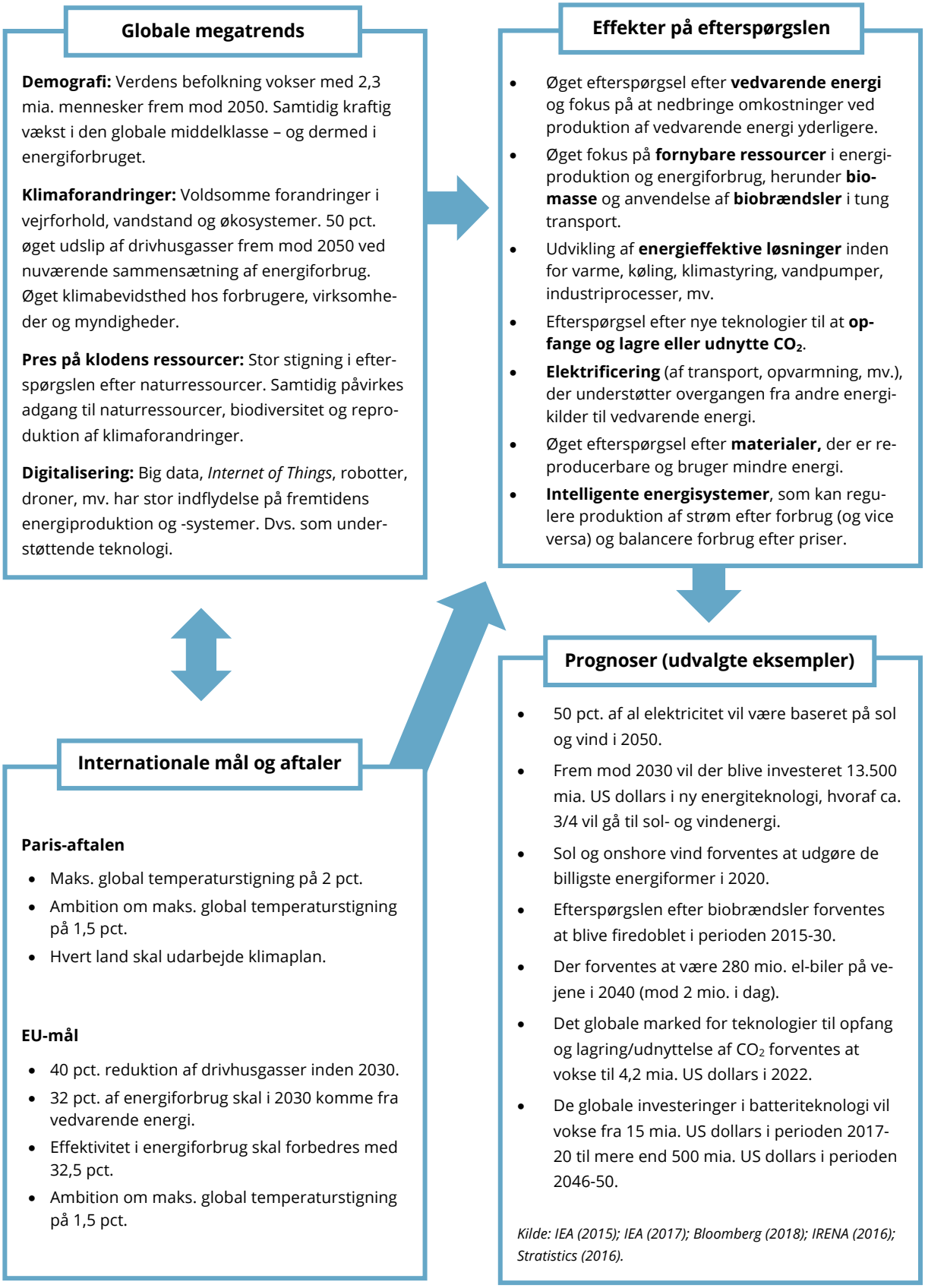
Oversigten illustrerer, at vedvarende energi vil udvikle sig fra at være et nicheområde i energiproduktionen til at blive den vigtigste (og billigste) energiform.

Samtidig vil de kommende årtier blive præget af en kraftig elektrificeringsbølge inden for både opvarmning/køling og i transportsektoren.

Endvidere forventes fortsat kraftig vækst i investeringerne i energieffektiviseringer og i efterspørgslen efter ny teknologi og nye materialer til dette formål.

Endelig forventes fortsat vækst inden for den biobaserede økonomi samt en markant øget satsning inden for teknologier til optag og lagring/anvendelse af CO_2, der anses for afgørende for at nå målene i Paris-aftalen.

Figur 3.2. Sammenhæng mellem trends, mål og efterspørgsel efter energiteknologi



Kilde: IRIS Group

Den stærkt øgede efterspørgsel og stigende produktion af vedvarende energi skaber ikke alene et behov for fortsat udvikling af teknologi, der kan bringe omkostningerne ned og styrke effektiviteten i produktionen af vedvarende energi. Udviklingen indebærer også en række andre behov for teknologiudvikling og udvikling af energisystemet. Det er forsøgt illustreret i figur 3.3.

Der er et stærkt voksende behov for teknologier, der kan håndtere de fluktuerende mængder af vedvarende energi, der produceres, og som kan bidrage til at organisere forbruget, så det tilpasser sig energiproduktion, priser og belastningen af el-nettet.

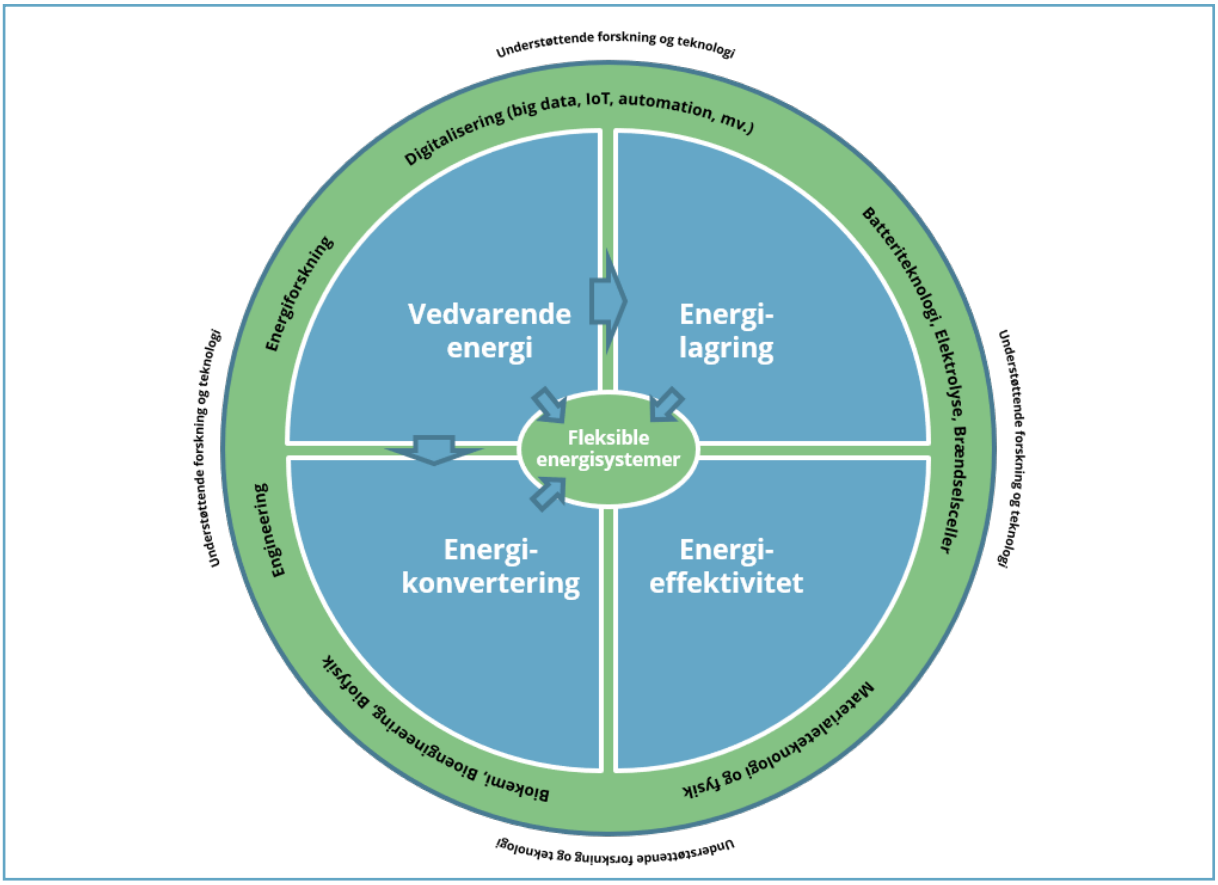
Energilagring er et vigtigt element, der bl.a. omfatter nye former for batterier (både storskala batterier til intelligent energiinfrastruktur og småskala til husholdninger, transport og industri), termisk lagring og kemiske teknologier.

Herudover dækker energikonvertering over centrale teknologier – både som instrument til energilagring og til at finde alternative anvendelsesmuligheder, når der er overskudsproduktion og prisen på strøm er lav. Strøm kan konverteres til brint, gasser og kemikalier (såkaldte "Power-to-X teknologier").

Den voksende anvendelse af vedvarende energi skaber et stort behov for fleksible, hybride systemer inden for både varmeforsyningen og el-nettet, hvor der kan veksles mellem forskellige energiformer. Dette element er derfor placeret i midten af figuren. Der er brug for at udvikle teknologier og intelligente systemer, der sikrer en høj grad af stabilitet og fleksibilitet i anvendelse og konvertering af energi. Samtidig er det vigtigt at forske i, hvordan eksisterende udstyr og komponenter i energiinfrastrukturen kan håndtere stigende mængder af vedvarende energi.

Vi har i figur 3.3 forsøgt at illustrere sammenhængen mellem de forskellige behov for energiteknologiske løsninger. Energiteknologierne er i figuren omkranset af en række andre forskningsfelter, der vil indgå i – og således er understøttende for – fremtidens energiteknologiske løsninger.

Figur 3.3. Fremtidens fokusområder inden for energiteknologi



Kilde: IRIS Group

3.3 Danske mål og aftaler

De danske mål og aftaler på energi- og klimaområdet er også en vigtig kilde til at vurdere potentialer for dansk energiindustri, jf. afsnit 3.1. Dels fordi det indenlandske marked i sig selv trækker en del af omsætningen i den danske energisektor. Dels fordi hjemmemarkedet er vigtigt for udvikling, test og demonstration af nye teknologier.

Danmark kan også få en rolle som et land, der tiltrækker virksomheder og investorer på energiområdet – med fokus på de områder, hvor vi udvikler testfaciliteter og er foregangsland i at tage nye energiteknologier i brug. Også derfor spiller den nationale energi- og klimapolitik en vigtig rolle for, hvor de største erhvervspotentialer findes.

Danmarks målsætninger og indsats er en del af EU's samlede bidrag til Paris-aftalen, og Danmark har gennem en bred politisk aftale fra juni 2018 fastlagt en række nationale mål og sigtelinjer, jf. boksen øverst til højre.

Desuden fokuserer den politiske aftale på at skabe vedvarende energi på markedsvilkår samt at styrke Danmarks energiforskning og eksport af grønne energiløsninger.

Udgangspunktet for energiaftalen er, at grønne energiteknologier, hvor Danmark har en styrkeposition, skal drive den grønne omstilling frem mod 2050, hvor målet er netto nuludledning og uafhængighed af fossile brændstoffer. Den grønne omstilling skal inden for en forholdsvis kort årrække kunne drives på markedsvilkår. Der er i aftalen især fokus på, at Danmark skal styrke sin position som førende inden for havvindmølleparker. Desuden er det et mål i aftalen, at nye energiteknologier inden for både energieffektivisering og vedvarende energikilder skal fremmes og hjælpes til markedet. Centrale elementer i aftalen er listet i boksen nederst til højre.

Nationale mål og sigtelinjer på energi- og klimaområdet

- 55 pct. af energiforbruget skal i 2030 komme fra vedvarende energi.
- Vedvarende energis andel af elforbruget skal udgøre over 100 pct. i 2030. Dvs. kul skal være totalt udfaset.
- Mindst 90 pct. af fjernvarmeforbruget er baseret på andre energiformer end kul, olie og gas i 2030.
- Netto nuludledning i 2050 (i overensstemmelse med Paris-aftalen).

Kilde: Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet (2018)

Mål og initiativer i energiaftalen fra juni 2018

- Der etableres tre nye havvindmølleparker, som skal producere 2400 MW, der til sammen kan dække mere end alle husstandes elforbrug.
- Der afsættes en pulje på 4,2 mia. kr., hvor vedvarende energiteknologier kan konkurrere i neutrale udbud.
- Der afsættes en pulje på 240 mio. kr. årligt til at udbygge energinettet med biogas og andre grønne gasser.
- De statslige midler til forskning, udvikling og demonstration (FUD) af energiteknologi øges til 580 mio. kr. i 2020 fordelt med 500 mio. kr. til EUDP og 80 mio. kr. til Innovationsfonden. Fra 2020 øges de statslige bevillinger til FUD på energi- og klimaområdet til 1 mia. kr. i 2024. Stigningen fra 2020 til 2024 vil blive indfaset som en lineær stigning.
- Varmeværkerne får frihed til at vælge basis for deres varmeproduktion og kan investere i grønne energikilder.
- Der investeres 500 mio. kr. i energieffektiviseringer af private og industrielle bygninger.

Kilde: Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet (2018)

3.4 Danske erhvervsstyrker på energiområdet

Danmark har styrkepositioner inden for en række energiteknologier. Da der er store forskelle i de forskellige teknologiers modenhed – nogle har været på markedet i mange år og andre har lang vej til markedet – bør der skelnes mellem etablerede styrkepositioner og potentielle styrkepositioner.

De etablerede danske styrkepositioner er kort skitseret i tabel 3.1. De dækker både energiproduktion, energieffektivitet og energiinfrastruktur (fjernvarme). Den samlede omsætning inden for styrkepositionerne udgør ifølge nyere analyser ca. 300 mia. kr., eksporten er ca. 150 mia. kr. og beskæftigelsen ca. 125.000 årsværk, når tallene fra disse analyser lægges sammen[13]. Til sammenligning beskæftiger en anden markant dansk styrkeposition, life science, knapt 70.000 årsværk[14].

Målt på omsætning, eksport og beskæftigelse er **vind** den klart dominerende branche, når det gælder energiproduktion. Her spiller Vestas Wind Systems, MHI Vestas og Siemens Gamesa Renewable Energy naturligvis en afgørende rolle. Samtidig er Ørsted verdensledende inden for offshore vindmøllefarme, lige som E.ON og Vattenfall udvikler og drive vindfarme fra deres base i Danmark. Hertil kommer et meget stort antal underleverandører.

Effektiv energianvendelse udgør overskriften for en anden stor dansk styrkeposition, som omfatter belysning, bygninger og byggematerialer samt industrielle processer og produkter. Blandt de toneangivende danske virksomheder kan nævnes Grundfos, Danfoss, Velux og Rockwool.

Fjernvarmesektoren omfatter virksomheder inden for industri, varmeforsyning, rådgivning og underleverandører. Danmark har meget effektive kraftvarmeværker og en høj andel af husstande, som er koblet på fjernvarmenettet. Desuden er der flere steder i Danmark unikke virksomhedssamarbejder om udnyttelse og genanvendelse af overskudsvarme i fjernvarmenettet.

De erhvervsmæssige styrker inden for **bioenergi** vedrører produktion af biomassefyrede kedler, omstilling af kraftvarmeværker, rådgivende ingeniørhuses viden om konstruktion, drift og vedligehold samt energiselskabers erfaring med at opføre og drive biomasserelaterede anlægsprojekter. Dertil kommer virksomheder inden for biogas og biobrændsel.

Olie og gas udgør også en dansk, energiteknologisk styrkeposition, der er baseret på indvindingen fra Nordsøen, og som primært er forankret i en erhvervsklynge på ca. 250 virksomheder med base i Esbjerg Havn.

Tabel 3.1. Nøgletal for danske erhvervsstyrker på energiområdet

Erhvervsstyrke	Antal beskæftigede årsværk	Årlig omsætning	Årlig eksport
Vind	33.700 (2017)	112 mia. kr. (2017)	54 mia. kr. (2017)
Olie & Gas	14.400 (2015)	55 mia. kr. (2015)	32 mia. kr. (2015)
Bioenergi	11.500 (2014)	25 mia. kr. (2014)	8 mia. kr. (2014)
Energieffektivet	56.800 (2015)	150 mia. kr. (2015)	56,8 mia. kr.
Fjernvarme	10.800 (2017)	44 mia. kr. (2017)	6,4 mia. kr. (2017)

Kilder: Vindmølleindustrien (2018), Dansk Energi (2016), DI Bioenergi (2017), CLEAN (2019).

[13] Det skal dog understreges, at der er tale om selvstændige analyser med selvstændige definitioner, hvor der fx kan være en del dobbelttælling.

[14] IRIS Group (2017)

De potentielle styrker er naturligvis forbundet med betydelig usikkerhed, da realisering af potentialerne afhænger af udviklingen i den globale konkurrence, og om det lykkes for danske virksomheder at udvikle konkurrencedygtige teknologier og bringe dem på markedet. Der kan skelnes mellem to typer af potentielle styrkepositioner:

1. Teknologier, der med stor sikkerhed vil slå igennem på markedet i løbet af få år, og hvor usikkerheden primært knytter sig til danske virksomhedernes evne til at udvikle teknologier, der er konkurrencedygtige over for virksomheder i andre lande.
2. Teknologier med betydeligt potentiale, men med stor teknologisk usikkerhed, fordi vi endnu ikke kender deres konkurrencedygtighed over for andre energiformer.

Inden for den første kategori har Danmark potentielle erhvervsstyrker inden for området smart energy, herunder specielt smart grid (intelligente elsystemer)[15] samt energilagring og energikonvertering. På disse områder har Danmark virksomheder, der er i front på en række centrale teknologiområder.

Danmarks betydelige potentialer inden for smart grid (el) og smart energy (el, varme og gas) knytter sig bl.a. til:

- En unik infrastruktur i både el-, gas- og fjernvarmenettet samtidig med, at vi er et af de mest digitaliserede samfund i verden.
- Tradition for at tænke smarte systemer og grøn omstilling sammen.
- Danmark følger planen for udrulning af intelligente elmålere (smart meters) i alle husstande inden 2020[16]. Timeafregning skal give forbrugerne incitament til at flytte forbrug til tidspunkter, hvor der er rigelig kapacitet i elnettet, og hvor strømmen derfor er billig. Derudover kan smart meters opsamle anonymiserede forbrugsdata, som detaljeret kan afdække forbrugsmønstre.
- Førende forskningsmiljøer og virksomheder (fx IBM Danmark og en række mindre virksomheder), der arbejder med avancerede algoritmer og styresystemer på energiområdet.
- Førende forskningsmiljø inden for effektelektronik på AAU.
- Verdensførende udviklingsfaciliteter (PowerLabDK på DTU) og demonstrationsfaciliteter (EcoGrid 2.0 på Bornholm og EnergyLab Nordhavn), hvor forskellige dimensioner af intelligente og integrerede løsninger afprøves. DTU er desuden ved at udbygge deres eksisterende testmiljø for distributionsnettet (DSO) på Risø med et fjernvarme- og gas-net samt et monitorerende IT-system med henblik på at teste potentialer i et integreret energisystem.

Inden for energilagring og energikonvertering har Danmark en række førende virksomheder (se tabel 3.2), der indgår i et tæt samarbejde med førende forskningsmiljøer på bl.a. AAU og DTU.

Inden for den anden kategori har vi potentielle styrker inden for geotermi og bølgeenergi[17].

Inden for geotermi knyttet potentialerne sig bl.a. til geologiske forhold i den danske undergrund og vores veletablerede fjernvarmenet, der kan understøtte anvendelse af geotermisk varme. I oktober 2018 indgik A.P. Møller Holding Invest og Aarhus Kommune en aftale om at begynde udviklingen af Danmarks største geotermianlæg i Aarhus med henblik på at udnytte geotermisk varme i fjernvarmesystemet.

Inden for bølgeenergi har Danmark en række iværksættervirksomheder, der bl.a. er

[15] Er en del af det bredere teknologiområde "smart energy", der også omfatter løsninger inden for varmeforsyning og gas.
[16] EU har en målsætning om, at mindst 80 pct. af alle elmålere i EU er smart meters i 2020, i det omfang det er økonomisk rentabelt. Regeringen besluttede i forbindelse med Vækstplan DK fra februar 2013 at sikre udrulning af smart meters hos alle danske el-forbrugere inden 2020.
[17] Se Baggrundsnotatet "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen".

udsprunget af stærke forskningsmiljøer på bl.a. Aalborg Universitet.

Endelig kan man også tale om potentielle styrker inden for sol, selv om der er tale om en moden branche, hvor produktionen af solceller/solpaneler er koncentreret i Asien. Her findes flere nicher i Danmark, der i dag er relativt små beskæftigelsesmæssigt, men som kan opnå vækst pga. et stort globalt markedspotentiale. Det gælder bl.a. solvarmeområdet samt virksomheder, der arbejder med design, udvikling og drift af solcelleanlæg. Hertil kommer et stort potentiale inden for bygningsintegrerede solcelleløsninger, hvor Danmark har stærke forudsætninger for at udvikle en styrkeposition[18]. Solområdet beskæftiger skønsmæssigt 1.500-2.000 årsværk i Danmark i dag.

Tabel 3.2. Potentielle styrkepositioner

Område	Beskrivelse	Eksempler på virksomheder
Smart grid	• Stærkt dansk udgangspunkt pga. stor produktion af el fra vindenergi. • Ifølge Dansk Energi kan Smart Grid skabe 8.000 nye job og en øget eksport på op mod 14 mia. kr. frem mod år 2020. • Endnu begrænset kommercielt marked for Smart Grid.	Omfatter virksomheder inden for forsynings- og elselskaber samt IT-virksomheder, fx IBM. Men også relevant forretningsområde for en række industrivirksomheder.
Energilagring og energikonvertering	• Styrker inden for brintteknologi, katalyse og brændselsceller. • Både store virksomheder og en mindre gruppe af iværksættere.	Haldor Topsøe, Ballard, Air Liquide, Green Hydrogen.
Geotermi	• Nyt teknologiområde i Danmark. • Potentiale knytter sig til geologiske forhold i den danske undergrund og det veludbyggede fjernvarmenet.	Mærsk og Danfoss investerer i området.
Bølgeenergi	• Primært drevet af små, iværksættervirksomheder • Markant forskningsstyrke på AAU.	Resen Waves, Wavepiston, Crestwing, Weptos.
Sol (nicheområder)	• Markant styrke inden for udvikling af solvarmeanlæg (Arcon-Sunmark). • Anvendelse af solceller/solpaneler i bygninger og bygningsmaterialer. • Design, udvikling og drift af solfarme.	Arcon-Sunmark, European Energy, Better Energy, Energi Innovation, Linax, Actec Solar og Dansk Solenergi.

Kilde: IRIS Group

[18] Se Baggrundsnotatet "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen".

3.5 Danske forskningsstyrker

Dansk energiforskning har gennem de senere år præsteret på et højt internationalt topniveau. I tabel 3.3 har vi rangeret de 25 bedst præsterende lande på fire nøgleindikatorer. Dels antal forskningspublikationer pr. mio. indbyggere (kolonne 1), der udtrykker, hvor stor forskningsproduktionen er i det enkelte land. Dels tre indikatorer for forskningens kvalitet, gennemslagskraft og excellence.

Indikatoren i kolonne 2 viser, hvor hyppigt publikationerne på energiområdet i gennemsnit bliver citeret, mens kolonne tre viser det såkaldte "feltvægtede indeks" for forskningens gennemslagskraft. Det måler også citationshyppighed, men korrigerer for, at citationstraditionerne varierer på tværs af forskningsområder. Værdien 1 svarer til verdensgennemsnittet. Et indekstal på 2 er således udtryk for, at publikationer inden for området citeres dobbelt så hyppigt som verdensgennemsnittet. Den fjerde kolonne viser, hvor stor en andel af landenes publikationer på energiområdet, der er blandt de 10 pct. mest citerede publikationer i verden inden for forskningsfeltet, og indikerer dermed excellence.

På de fire indikatorer ligger Danmark henholdsvis nr. 2, 11, 4 og 3 i verden. Vi tilhører således

Tabel 3.3. Dansk energiforskning i et internationalt perspektiv (2013-17)

	Antal publikationer pr. mio. indbyggere		Antal citationer per publikation		Feltvægtet gennemslagskraft af forskning (indeks)		Andel publikationer blandt de 10 pct. mest citerede publikationer (pct.)	
1	Norge	1.073	Singapore	18,8	Singapore	2,2	Singapore	28,2
2	Danmark	909	Hong Kong	15,7	Hong Kong	2,05	Hong Kong	27
3	Singapore	726	Australien	12,3	Schweiz	1,85	Danmark	22,6
4	Island	698	Schweiz	12,1	Danmark	1,81	Australien	20,6
5	Sverige	698	Israel	12	Australien	1,7	Schweiz	20,5
6	Finland	613	Irland	10,9	Holland	1,66	Holland	20,2
7	Schweiz	605	Sverige	10,9	Italien	1,6	Italien	20
8	Australien	512	Holland	10,8	Saudi Arabien	1,59	Saudi Arabien	20
9	Estland	455	Spanien	10,8	Sverige	1,58	Irland	19,8
10	Canada	411	Belgien	10,7	Israel	1,57	Sverige	19,1
11	Holland	409	Danmark	10,7	Storbritannien	1,54	Norge	19
12	Hong Kong	402	Saudi Arabien	10,7	Belgien	1,53	Belgien	17,9
13	Portugal	399	Storbritannien	10,1	Irland	1,53	Storbritannien	17,9
14	Belgien	369	Grækenland	9,7	Norge	1,5	Qatar	17,8
15	Qatar	363	Canada	9,4	Qatar	1,5	USA	17,5
16	Storbritannien	343	New Zealand	9,1	Spanien	1,46	Spanien	17,2
17	Østrig	342	Iran	9	USA	1,46	Tyskland	17
18	Irland	330	Tyskland	8,9	Canada	1,44	Canada	16,9
19	Tyskland	294	Italien	8,9	Tyskland	1,44	Finland	16,7
20	Italien	288	USA	8,9	Finland	1,42	New Zealand	16,5
21	Spanien	282	Finland	8,8	New Zealand	1,42	Portugal	16,4
22	Grækenland	280	Portugal	8,5	Grækenland	1,37	Iran	16,3
23	USA	266	Kina	8,4	Iran	1,37	Grækenland	15,9
24	Frankrig	236	Tyrkiet	8,4	Ungarn	1,31	Estland	15,2
25	UAE	231	Qatar	8,3	Portugal	1,31	Tyrkiet	14,4

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival. Scival baserer sig på Scopus-data. Udtræk: oktober 2018.
Note: Selvcitationer er inkluderet. Typer af publikationer: Artikler, reviews og konferencebidrag. Lande med under 100 publikationer inden for energiområdet i perioden 2013-17 er ikke medtaget.

en lille gruppe af førende energiforskningslande, der også omfatter Singapore, Hongkong, Schweiz, Holland og Australien.

Da energiforskningen generelt er et af de mest anvendelsesorienterede forskningsområder – også i Danmark – står vi altså med et godt forskningsmæssigt grundlag for at fastholde og videreudvikle vores førerposition inden for energiteknologi.

Herudover er det relevant at se nærmere på, om Danmark inden for det brede energiforskningsfelt har særlige styrkepositioner, hvor vi står særligt godt internationalt.

Vi har kigget nærmere på dette spørgsmål gennem en analyse af såkaldte "aktive forskningsemner" i databasen Scopus. Et forskningsemne er i denne sammenhæng "en samling af videnskabelige publikationer med et fælles intellektuelt omdrejningspunkt".

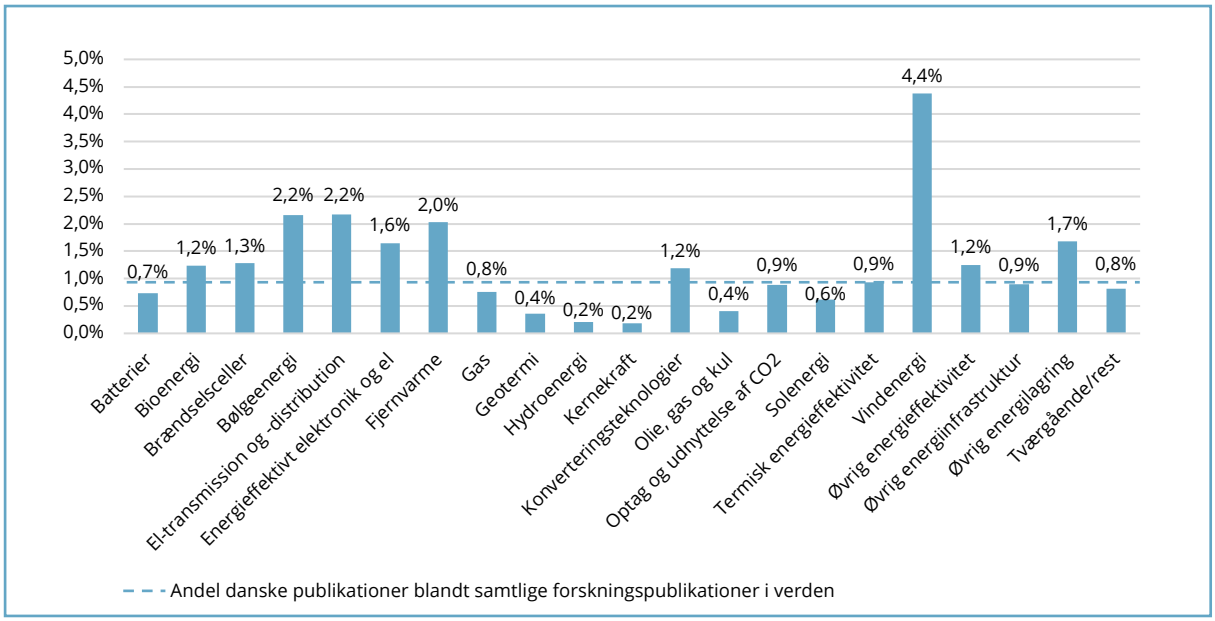
I Scopus findes i alt 4.121 emner relateret til energiforskning i perioden 2013-18, heraf har forskere ved danske forskningsinstitutioner bidraget til 1.223 emner. Disse 4.121 emner kan rangeres efter, hvor fremtrædende de er globalt set. Fremtrædende forskningsemner er områder, der har momentum og er fremtrædende i en given periode (vi har valgt 2013-18). Det vil sige, at emnet er præget af stor og stigende forskningsaktivitet.[19]

I figur 3.4 har vi taget udgangspunkt i de 10 pct. mest fremtrædende energiforskningsemner i verden og fordelt dem i 21 hovedområder.

Figuren viser for hvert af de 21 hovedområder andelen af publikationer, der kommer fra forskere i Danmark. Danske publikationer fylder mest inden for områderne bølgeenergi (2,2 pct.), el-transmission og -distribution (2,2 pct.), fjernvarme (2 pct.) og især vindenergi (4,4 pct.). På disse områder er der således en markant dansk specialisering.

Til sammenligning udgør samtlige danske forskningspublikationer lidt under 1 pct. af alle forskningspublikationer i verden, hvilket den stiplede linje i figur 3.4 indikerer.

Figur 3.4. Andel danske publikationer blandt den mest fremtrædende (top 10 pct.) energiforskning i verden (2013-18)



Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival. Scival baserer sig på Scopus-data. Udtræk: december 2018.
Note: Selvcitationer er inkluderet. Typer af publikationer: Alle.

[19] Se baggrundsnotatet "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen" for en uddybning af metoden.

Det generelle billede er således, at danske forskere er stærkt repræsenteret inden for en række områder af den mest fremtrædende energiforskning i verden.

Vi har også forsøgt at kigge på, hvordan dansk energiforskning står *kvalitetsmæssigt* inden for de 21 hovedområder. Som indikator har vi benyttet indekset for feltvægtet gennemslagskraft, hvor værdien 1 svarer til verdensgennemsnittet, og et indekstal på 2 er udtryk for, at publikationer inden for området citeres dobbelt så hyppigt som verdensgennemsnittet. Vi har i tabellen i højre spalte valgt en gruppe af sammenligningslande, der generelt ligger højt inden for energiforskning (Singapore, Hongkong, Schweiz, Holland og Australien), jf. tabel 3.3 oven for.

Tabel 3.4 viser, at Danmark på alle områder på nær geotermi, hydroenergi og kernekraft ligger over verdensgennemsnittet (der er 1,0). Kvaliteten af dansk forskning er særlig høj (indekstal over 2) inden for brændselsceller, energieffektiv elektronik og el (effektelektronik), fjernvarme og øvrig energilagring, der primært omfatter varmelagring. Og i forhold til sammenligningslandene ligger Danmark også pænt inden for bioenergi og el-transmission og distribution samt vindenergi (indekstal over 1,5).

Det skal igen understreges, at afsnittets anden analyse ser på de ca. 10 pct. mest fremtrædende energirelaterede emner i verden, og derfor ikke dækker al forskning inden for de viste hovedområder. Men når resultaterne fra den emnebaserede bibliometriske analyse sammenholdes med resultaterne fra afsnittets første bibliometriske analyse, der inkluderer al energiforskning, er det tydeligt, at dansk energiforskning er i den internationale elite, og at vi i Danmark har en række meget stærke forskningsmiljøer inden for konkrete energiteknologier (vindenergi, brændselsceller, effektelektronik og energilagring) og energiinfrastrukturer (fjernvarme samt el-transmission og -distribution).

Tabel 3.4. Kvalitet af den mest fremtrædende (top 10 pct.) energiforskning i verden (2013-18)

	Danmark (Feltvægtet gennemslagskraft af forskning)	**Sammenligningslande** (Feltvægtet gennemslagskraft af forskning)
Batterier	1,83	2,34
Bioenergi	1,64	1,70
Brændselsceller	2,11	2,11
Bølgeenergi	1,41	0,95
El-transmission og distribution	1,90	1,56
Energieffektiv elektronik og el	2,77	2,30
Fjernvarme	2,19	2,14
Gas	1,48	1,33
Geotermi	0,32	1,38
Hydroenergi	0,76	1,21
Kernekraft	0,90	1,06
Konverteringsteknologier	1,60	1,62
Olie, gas og kul	1,72	1,59
Optag og udnyttelse af CO2	1,40	1,81
Solenergi	1,54	1,96
Termisk energieffektivitet	1,24	1,54
Vindenergi	1,90	1,74
Øvrig energieffektivitet	1,51	1,64
Øvrig energiinfrastruktur	1,81	1,15
Øvrig energilagring	2,09	2,14
Tværgående/rest	1,89	1,73

Kilde: IRIS Group på baggrund af Scival. Scival baserer sig på Scopus-data. Udtræk: december 2018.
Note: Selvcitationer er inkluderet. Typer af publikationer: Alle. Feltvægtet gennemslagskraft af hvert forskningsområde er beregnet som gennemsnittet af hvert emnes "Field-Weighted Citation Impact", som indgår i området. Gruppen af sammenligningslande består af Singapore, Hongkong, Schweiz, Holland og Australien.

3.6 Komplementære styrker

De gennemgåede megatrends og mål påvirker også andre sektorer, hvor Danmark har styrkepositioner. I de gennemførte interviews med forskere og virksomheder er der bl.a. peget på potentialer og synergier med følgende brancher:

- **IKT:** Løsninger inden for smart grid, energieffektivitet og intelligente systemer til optimering og overvågning af energiproduktion trækker på IT-hardware, software, big data løsninger, blockchain-teknologi, sensorteknologi, mv.
- **Transport:** Danmark har en styrkeposition inden for søtransport, der konkurrerer på intelligente systemer til at reducere energiforbrug og på overgang til fossilfrie brændstoffer.
- **Avanceret kemi:** Overskydende strøm fra fx vindmøller kan anvendes til at producere både væsker (som ammoniak) og kemikalier (via såkaldte "power-to-X teknologier"). Et tættere samspil mellem virksomheder inden for kemi, vindenergi og konverteringsteknologier (fx katalyse) kan bidrage til at udvikle og producere kemiske produkter med minimalt CO_2-forbrug.
- **Byggeri og byggematerialer:** Energibesparende teknologier, solcelleintegrerede løsninger, mv. er en stigende konkurrenceparameter inden for bl.a. udvikling af byggematerialer, hvor Danmark har en styrkeposition.

På samme måde bliver fremtidens energiteknologi ikke alene udviklet i et samarbejde med traditionelle energiforskningsmiljøer.

De gennemførte interviews understreger, at fremtidens FUD-projekter også kommer til at trække på forskning inden for bl.a. IKT, big data, blockchain, materialeteknologi, kemi, fysik, design, mv. Det betyder også, at afsnit 3.5 ikke giver det fulde billede af danske forskningsstyrker relateret til teknologiudvikling inden for de forskellige energiteknologiområder.

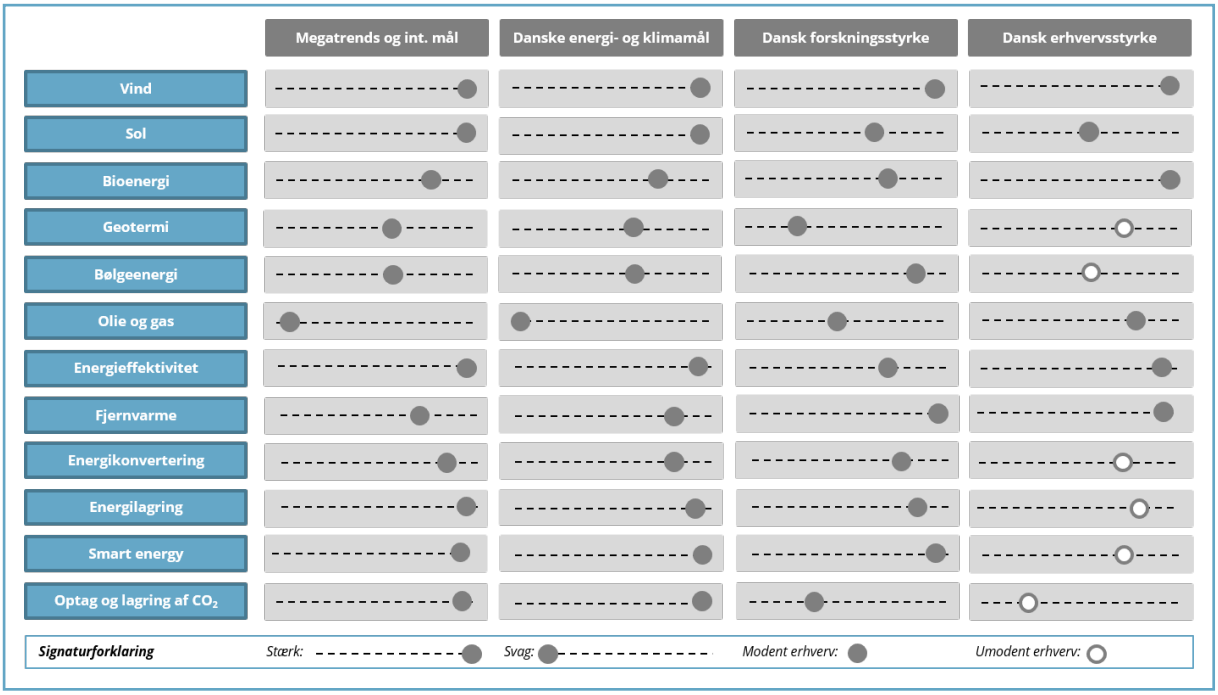
Det er generelt en vigtig pointe, at de kommende års FUD-projekter vil blive mere tværdisciplinære og inddrage flere typer af kompetencer inden for både forskning og erhverv.

3.7 Teknologiområder med danske potentialer

Vi har afslutningsvist holdt globale trends, internationale og danske politiske mål på energi- og klimaområdet, danske erhvervsstyrker og danske forskningsstyrker op mod hinanden. Konklusionen er, at vi har betydelige potentialer for øget vækst, beskæftigelse og eksport på flere områder.

I figur 3.5 på næste side har vi taget udgangspunkt i de eksisterende og potentielle danske styrkepositioner, jf. afsnit 3.4. Figuren viser (de to første kolonner) for det første i hvilket omfang, at megatrends og mål trækker i retning af øget efterspørgsel efter energiteknologi. For det andet viser den (de to sidste kolonner), hvordan områderne falder ud i analysen af henholdsvis forsknings- og erhvervsmæssige styrker. For en uddybning henvises til baggrundsnotatet "*Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen*".

Figur 3.5. Vurdering af danske erhvervsstyrker på fire dimensioner



Kilde: IRIS Group

Analysen kan opsummeres som følger:

- Vind, fjernvarme og energieffektivitet skiller sig ud som teknologiområder med markante danske styrkepositioner – både erhvervsmæssigt og forskningsmæssigt. Det er samtidig områder, hvor megatrends og danske mål peger i retning af store vækstpotentialer.

- Danmark står stærkt inden for visse nicher på solområdet. Den markante vækst i den globale efterspørgsel på solområdet betyder, at der er et godt grundlag for markant at øge eksport og beskæftigelse på disse områder.

- Bølgeenergi, bioenergi og geotermi er vedvarende energikilder, hvor der er lidt større usikkerhed om det langsigtede, globale potentiale. Men Danmark har på disse områder styrker enten forskningsmæssigt (især bølgeenergi) eller erhvervsmæssigt (især bioenergi).

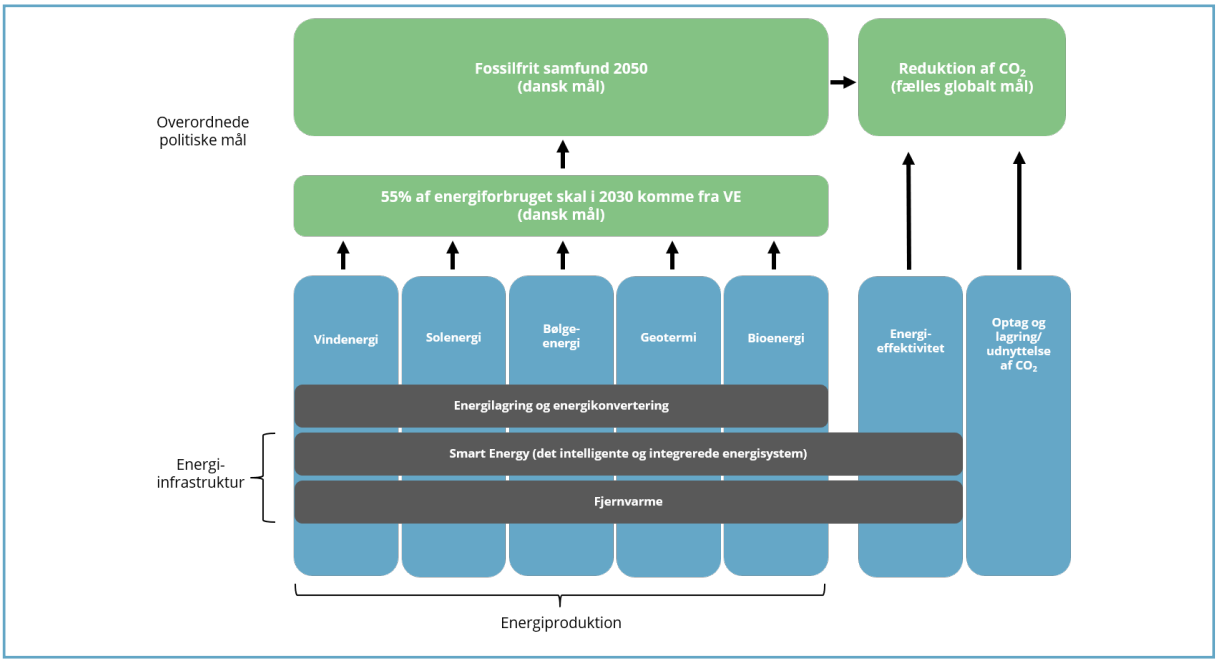
- Olie og gas (ekskl. vedvarende gasser) fremstår som en erhvervsstyrke med et begrænset vækstpotentiale pga. de internationale klimapolitiske mål, mv.

- Energilagring, energikonvertering og smart energy er alle områder, der bliver afgørende for at realisere de internationale klima- og energimål. Danmark står især stærkt forskningsmæssigt inden for smart grid og energilagring. Samtidig er der brug for FUD-projekter, der går på tværs for at udvikle fremtidens intelligente og fleksible energisystemer.

- Teknologier til optag, lagring og anvendelse af CO_2 er et nyt globalt satsningsområde. Danmark står ikke specielt stærkt på området, men som strategisk forskningsområde er det nyt i alle lande, og der er formentlig her større mulighed for at opbygge nye styrkepositioner end på mere modne forskningsområder. Desuden er den danske undergrund meget velegnet til lagring af CO_2.

Samlet tegner der sig et billede af, at en dansk FUD-indsats på energiområdet kan omfatte ti sammenhængende fokusområder, jf. figur 3.6 på næste side. De repræsenterer en balance mellem eksisterende styrkepositioner, teknologier med betydelige potentialer (men også betydelig

Figur 3.6. Forslag til fokusområder i FUD-indsatsen på energiområdet og deres relation til de overordnede politiske mål



Kilde: IRIS Group

usikkerhed) og teknologier, der bliver afgørende elementer i fremtidens energisystemer og energiforsyning.

Figur 3.6 giver også et overblik over, hvordan teknologiområderne relaterer sig til de overordnede politiske mål.

For en nærmere gennemgang af de ti teknologiområder henvises til baggrundsnotatet "*Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen*".

På hvert af de ti områder har vi – med afsæt i interviewene med forskere og virksomheder (brugerne af de statslige FUD-programmer) – identificeret behov og udfordringer, som det er vigtigt at adressere i den statslige FUD-indsats.

Vi har identificeret 31 forskellige indsatsområder, hvor igangsættelse af nye FUD-projekter (ifølge brugerne) har stor betydning for at realisere potentialerne. Det er med andre ord relevant at finansiere en bred vifte af FUD-projekter i de kommende år.

De 31 områder er forskellige og afspejler behov inden for både forskning, udvikling og demonstration.

På de næste to sider har vi kort opsummeret de 31 bud på indsatsområdet i FUD-indsatsen. De er uddybet i baggrundsnotatet "*Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen*".

Vigtige fokusområder i FUD-indsatsen: Energiproduktion

VINDENERGI

- **Fortsat udvikling af mølleteknologien**. Der er behov FUD-projekter inden for materialeteknologi og hydraulik samt udvikling af nye metoder til at designe, validere og tilpasse stadigt større turbiner og rotorer til lokale og ekstreme vejrforhold.
- **Offshore systemer.** Der er behov for forskning i flydende fundamenter samt i design og optimering af offshore vindmøllefarme samt offshore grid- og distributionssystemer.
- **Optimering af drift og vedligehold**. Der er behov for forskning i avancerede datamodeller, machine learning, anvendelse af high performance computere og sensorteknologi til at optimere planlægning, overvågning og vedligeholdelse af vindmølleparker. Hertil kommer teknologier til at optimere strømproduktionen i forhold til vindretning, turbulens, mv.
- **Integration.** Der er behov for forskning i komponenter, systemer og teknologi (herunder energilagring), der gør det muligt markant at øge anvendelsen af vindenergi (i kombination med andre vedvarende energiformer) i energisystemerne og kan sikre stabilitet og sikkerhed i fremtidens el-produktion.

GEOTERMI

- **Bedre forståelse af, hvordan flow-potentialet bevares, både i reservoiret generelt og specielt i injektionsbrøndene.** Der er behov for øget viden om de kemiske reaktioner, der sker i reservoiret og i anlæggene, når det saltholdige grundvand hhv. køles eller genopvarmes.
- **Udvikling af særligt hårdført udstyr og materialer til geotermiske anlæg baseret på viden om vandkemi.** Det er vigtigt at have kendskab til den kemiske sammensætning af det vand, som hentes op fra produktionshullet, da vandkemien er afgørende for hvilke materialer og komponenter, der skal anvendes til det geotermiske anlæg.
- **Udvikling af metoder til sæsonlagring af varme.** Et geotermisk anlæg suppleret med en lagerboring kan teoretisk være meget velegnet til sæsonlagring af varme. Der er brug for mere viden om, hvordan sandstensreservoiret reagerer kemisk og fysisk på lagring af varme ved temperatur, som ligger over formationernes naturlige temperatur.

SOLENERGI

- **"Kloge solcellefarme".** Den danske styrkeposition inden for design og drift af solfarme kan understøttes gennem FUD-projekter inden for udvikling og demonstration af højteknologiske løsninger, der øger effektiviteten og automatisk identificerer behov for vedligeholdelse og reparation.
- **"Smarte løsninger" til integration af solceller i bygninger**. Danmark kan udvikle en styrkeposition inden for bygningsintegrerede solcelleløsninger gennem FUD-projekter inden for bl.a. farvede solceller, lysrefleksion, montagesystemer, mv. Hertil kommer drift og overvågning af bygningsintegrerede solcelleløsninger.
- **Udvikling af teknologi til damvarmelagre**. Der er behov for FUD-projekter, der styrke effektiviteten inden for lagring af solvarme.

BIOENERGI

- **Optimering af produktion.** Der er behov for FUD-projekter, der fokuserer på yderligere at nedbringe anlægs- og produktionsomkostninger samt CO2-udledning i produktionen.
- **Udvikling af konverteringsprocesser**. Der er behov videreudvikling af teknologierne mhp. at udnytte og omdanne en større del af biomassen til brændsler.
- **Anvendelse af nye typer af biomasse** som eksempelvis affald eller restfraktioner, der yderligere kan reducere miljøbelastningen og CO_2-udledningen.
- **Udvikling af nye biobrændstoffer,** der kan anvendes direkte (drop-in) i stedet for konventionelle fossilbaserede brændstofkilder inden for den tunge transportindustri.
- **Udvikling af produktionsplatforme som integrerer termiske og biologiske processer**, hvor fx restfraktioner fra ethanol- eller biogasprocesser omdannes til biobrændstoffer.

Vigtige fokusområder i FUD-indsatsen: Energiinfrastruktur

ENERGILAGRING OG ENERGI KONVERTERING

- **Batteriteknologi.** Der er behov for udvikling af batterier til lokal lagring af overskudsenergi fra fx hustandssolceller. Eksempler på lovende batterityper, som fortsat skal udvikles, er metal-luft batterier og organiske flowbatterier.
- **Bedre og mere omkostningseffektiv elektrolyse (power-to-brint).** Der er behov for forskning i at gøre elektrolyseprocesser mere økonomisk rentable samt demonstration af skaleringspotentialer (vi i Danmark ikke har elektrolyseanlæg, som kan klare store mængder af spaltning).
- **Forskning i mulige power-to-X'er.** Der er bl.a. behov for strategisk forskning i elektrokemi, der kortlægger potentialer i – og udvikler teknologier inden for – power-to-ammoniak, -metanol, -ethanol, mv.

SMART ENERGY

- **Grundlæggende el-teknisk forskning i fleksible distributionsnet (DSO)** og viden om, hvordan

fluktuerende energiproduktion og udbredelse af elbiler påvirker distributionsnettet.

- **Udvikling og demonstration af smarte energisystemer.** Forsøgsprojekter inden for integration af flere vedvarende energikilder i el-nettet og varmeforsyningen. Herunder 1) udvikling af løsninger inden for intelligent styring og lagerdimensionering og 2) sikring af stabilitet i systemer baseret på fluktuerende energiproduktion og mange små producenter frem for få store kraftværker.

- **Eftersyn og gentænkning af markedsmekanismer**. Forbrugsafgifter er ikke nødvendigvis løsningen i fremtiden, hvor et merforbrug af energi (til at drive smarte systemer) kan reducere fremfor at forøge CO_2-udledning. Der er behov for at inddrage kompetencer fra fx økonomi og antropologi for at forstå forbrugsmønstre og -adfærd som grundlag for at skabe de rette rammer om smart energy systemer.

- **Forskning i el-systemer med høj andel af effektelektronik.** Effektelektronik fylder meget og kommer til at fylde endnu mere i fremtidens energisystemer. Der er derfor behov for mere viden om, hvordan vi opbygger et energisystem med mange komponenter, der anvender effektelektronik.

Fjernvarme

- **Intelligente varmepumper.** Der er behov for FUD-projekter inden for udvikling af varmepumper som effektivt, i stor skala og baseret på naturlige drivmidler, kan omsætte el fra vedvarende energikilder til både varme og kulde.
- **Termisk lagring**. Der er behov for FUD-projekter inden for lagring af energi i eksempelvis vand eller andre materialer. Dette vil kunne understøtte en fjernvarme-produktion, som i stigende grad bliver baseret på energi fra vedvarende energikilder.

Vigtige fokusområder i FUD-indsatsen: Energieffektivitet

- **Forskning i effektelektronik**. Der er brug for FUD-projekter inden for effektelektronik mhp. at øge kvalitet og effektivitet af produceret elektricitet fra vedvarende energikilder og til udvikling af intelligent, energieffektiv styring af elektroniske enheder.
- **Intelligent integration af bygningers elektroniske enheder i energisystemet,** så det samlede energiforbrug kan fordeles mere jævnt over døgnet.
- **Digitale værktøjer til byggeriet**. Der er behov for udvikling af digitale værktøjer til byggeriet, der understøtter energieffektive byggeprocesser og bygninger.

Vigtige fokusområder i FUD-indsatsen: Teknologier til optag og lagring/udnyttelse af CO_2

- **Kortlægning af optimale områder for at lagre CO_2.** Der er behov for en forskningsbaseret kortlægning af gode lagringslokaliteter i Danmark.
- **Forskning og demonstration af mulighederne for at øge olieindvindingen i Nordsøen ved at pumpe CO_2 ned i reservoirerne**. Forskningen i dag foregår i avancerede laboratoriefaciliteter, hvor geologerne genskaber de fysiske forhold i Nordsøens reservoirer. Der er behov for at afprøve mulighederne i virkeligheden.
- **Forskning i perspektiverne for at udnytte opsamlet CO_2 til brændstof**. Udnyttelse af opsamlet CO_2 til brændstof udgør en bedre business case end lagring i undergrunden. Teknologier til at udnytte opsamlet CO_2 (fx i kombination med elektrolyse for at danne electrofuels) i stor skala er dog på et meget tidligt stadium og kræver fortsat grundlæggende forskning, udvikling og demonstration i stor skala.

4. Værdikæden for finansiering af FUD på energiområdet

4.1 Indledning

Danmarks evne til at udvikle energiteknologiske løsninger – der gavner klima, forsyning, beskæftigelse og eksport – afhænger af, at forskere og virksomheder kan finde finansiering til idéer og projekter hele vejen fra grundforskning til demonstration af nye teknologier i industriel skala. Det gælder på alle de gennemgåede områder i kapitel 3.

Det er således vigtigt, at perspektivrige idéer og teknologier kan opnå finansiering, så de kan udvikles, afprøves og bringes længere mod markedet. Samtidig er det vigtigt med gnidningsfrie overgange mellem forskellige aktører og fonde, da opgaven med at yde finansiering til FUD på energiområdet er delt mellem forskellige aktører (herunder Innovationsfonden og EUDP).

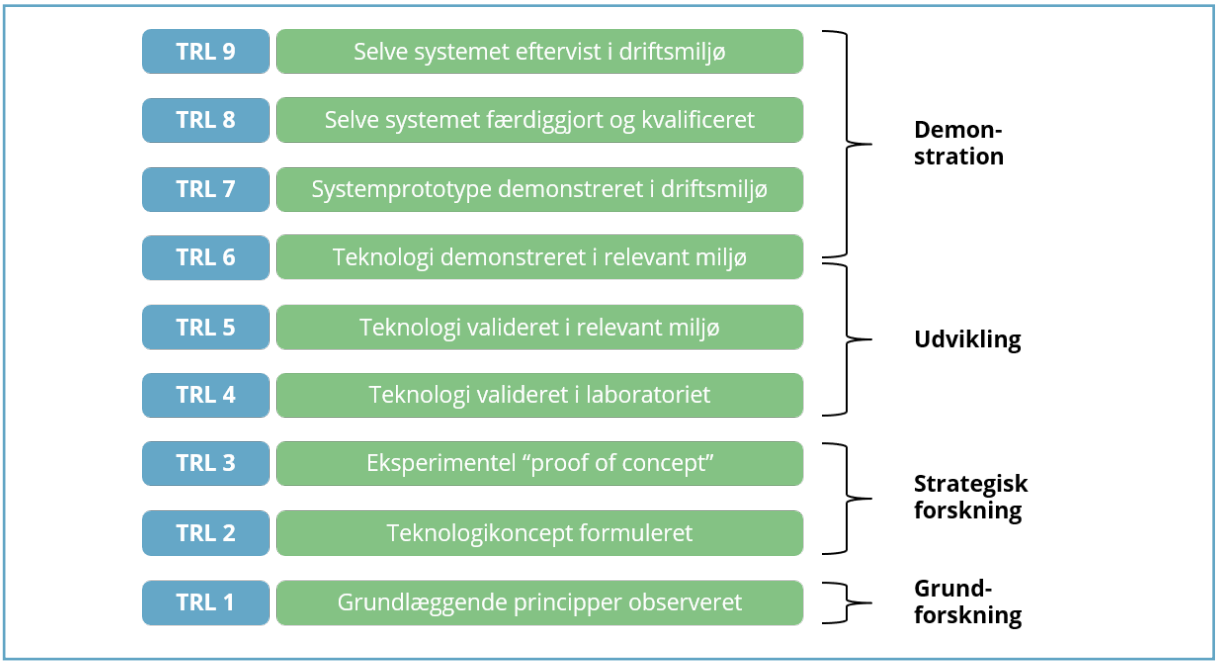
Det er i den sammenhæng nyttigt at skelne mellem forskellige modenhedsniveauer i teknologiudviklingen. Internationalt skelnes der mellem ni såkaldte "TRL-niveauer" (Technology Readiness Level), hvor TRL 1 er grundforskning og TRL 9 er det niveau, hvor en teknologi afprøves i fuld skala i et driftsmiljø og gøres klar til kommercialisering.

Figur 4.1 giver et overblik over de ni niveauer. Lidt forenklet dækker de tre laveste niveauer forskning, mens niveau 4-6 dækker udvikling og niveau 7-9 demonstration.

Der findes i Danmark en række forskellige statslige programmer, der yder medfinansiering til forskning og teknologiudvikling i fase 1-8 – med stigende krav til privat egenfinansiering, jo højere projekterne bevæger sig op ad TRL-stigen. På det sidste trin (TRL-9) forventes markedet i udgangspunkt selv at klare finansieringen. Enten ved at virksomhederne selv finansierer eller ved, at de henter risikovillig kapital fra investorer. EU's SMV-program yder dog også medfinansiering i denne fase, jf. figur 4.2 på næste side.

Når staten også finansierer projekter i demonstrationsfasen, skyldes det, at der også på dette niveau er en betydelig teknologisk og økonomisk usikkerhed/risiko, som skal håndteres, før at private investorer og mindre virksomheder typisk

Figur 4.1. TRL-skalaen



Kilde: Energinet.dk

risikerer at bære hele risikoen selv (se også kapitel 5).

De statslige og internationale programmer til finansiering af FUD har som mål at flytte teknologierne op ad TRL-stigen, så de kommer nærmere markedet – og nærmere at bidrage til værdi for virksomheder og samfund.

Afsnit 4.2 præsenterer de forskellige fonde og programmer, der finansierer FUD på energiområdet på de forskellige TRL-niveauer.

Derefter gennemgår afsnit 4.3-4.5, hvordan brugerne af programmerne (forskere og virksomheder) oplever adgangen til finansiering på de forskellige TRL-niveauer (på tværs af teknologiområder).

Afsnit 4.6 uddyber særlige "brancheperspektiver". Det vil sige pointer omkring adgang til finansiering, der relaterer sig til hvert af de ti teknologiområder præsenteret i kapitel 3.

Endelig præsenterer afsnit 4.7 brugernes syn på snitfladerne mellem Innovationsfonden og EUDP, samt hvordan samspil og snitflader mellem de to fonde kan styrkes.

Appendiks A til sidst i kapitlet indeholder uddybende beskrivelser af henholdsvis EUDP og Innovationsfondens virkemidler inden for energiområdet.

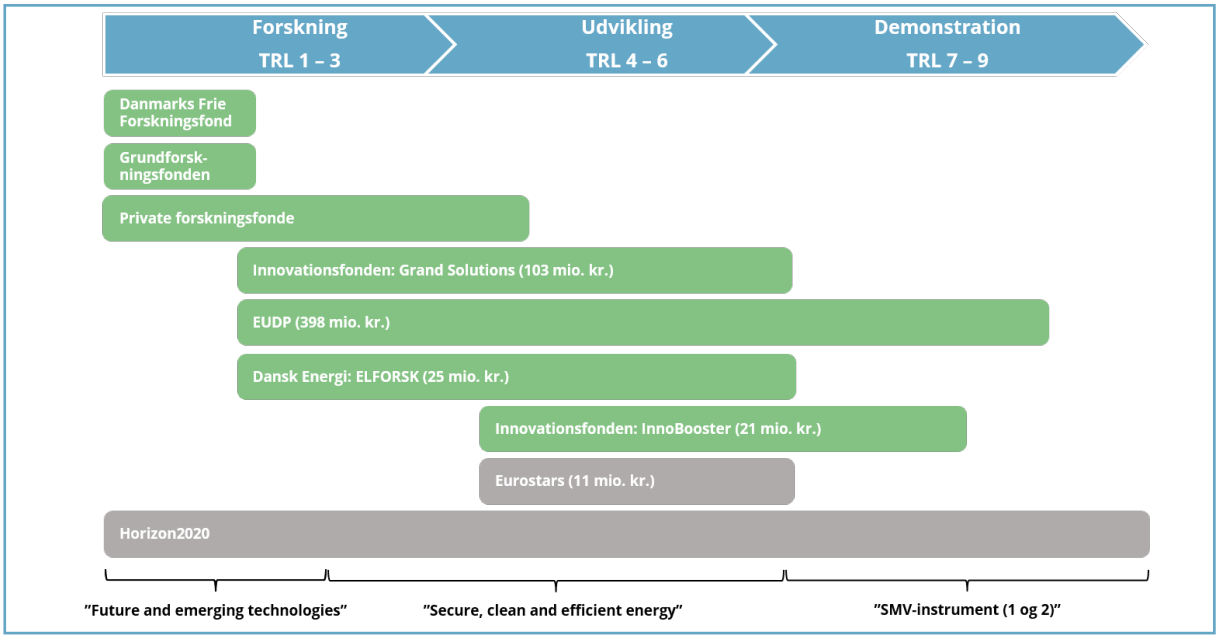
4.2 FUD-finansieringskæden på energiområdet

Figur 4.2 giver et overblik over de fonde og programmer, der medfinansierer aktiviteter og projekter på de forskellige TRL-niveauer. De grønne bjælker viser nationale fonde og programmer, mens de grå bjælker dækker over internationale programmer.

I starten af finansieringskæden befinder sig fonde, der har som primært formål at finansiere grundforskning. Det vil sige Danmarks Frie Forskningsfond (DFF) og Grundforskningsfonden. Private forskningsfonde kan også finansiere grundforskning, men kan også gå lidt længere op ad TRL-stigen i deres bevillinger.

Som det fremgår, kan både Grand Solutions, EUDP og det mindre ELFORSK-program finansiere aktiviteter på flere TRL-niveauer.

Figur 4.2. Centrale programmer til finansiering af FUD på energiområdet



Kilde: IRIS Group og data udleveret af Innovationsfonden og EUDP.
Note: Parenteserne viser tal for midler til FUD på energiområdet. For EUDP og ELFORSK er vist budgetterne for 2018. For Grand Solution, InnoBooster og Eurostars er vist bevillingerne til projekter på energiområdet i 2017.

Grand Solutions kan ifølge programmets retningslinjer investere i hele kæden fra strategisk forskning til implementering af teknologi. Der er i 2018 afsat 211 mio. kr. til uddeling under temaet "grøn vækst", som udover energi også dækker miljø, fødevarer og transport. I 2017 investerede Innovationsfonden i syv energiprojekter under Grand Solutions til et samlet budget på 103 mio. kr.

EUDP fokuserer primært på udvikling og demonstration (TRL 4-8). EUDP støtter i udgangspunktet ikke forskning, men programmet kan dog medfinansiere forskning ned til TRL 2, der forbereder eller understøtter de udviklings- og demonstrationsprojekter, der gennemføres i projektet. Såfremt en ansøgning indeholder forskningsaktiviteter, sendes den til Innovationsfonden til forskningsfaglig vurdering. I 2018 er EUDP's budget på knapt 400 mio. kr., mens det i 2020 stiger til 500 mio. kr.

ELFORSK er Dansk Energis forsknings- og udviklingsprogram, som fokuserer på effektiv anvendelse af el og energi i forbrugsleddet. Projekterne ligger i et bredt udsnit af værdikæden fra forskning over udvikling frem til demonstration. Budgettet er dog forholdsvis begrænset, jf. figur 4.2 på forrige side.

InnoBooster under Innovationsfonden er et bredt innovationsprogram, der finansierer udviklingsprojekter i små og mellemstore virksomheder. Inden for energiområdet har InnoBooster især været benyttet som et virkemiddel til at finansiere de første udviklingsaktiviteter i nye virksomheder. Der blev i 2017 ydet støtte til 32 virksomheder inden for energiområdet (samlet 21 mio. kr.).

Internationalt er EU's rammeprogrammer den væsentligste finansieringskilde. Der eksisterer under Horizon 2020 en række programmer, der medfinansierer tværnationale samarbejdsprojekter på energiområdet. Nogle programmer fokuserer på energi, mens andre er generelle støtteprogrammer, der også kan anvendes til energiprojekter (se uddybning i kapitel 6). Herudover yder EU's SMV-instrument støtte til demonstrations- og kommercialiseringsaktiviteter (ikke kun energi).

Under Eurostars-programmet medfinansieres forsknings- og innovationsaktiviteter i SMV'er. Innovationsfonden administrerer programmet for Danmark og har i 2017 medfinansieret projekter på energi- og transportområdet for 11 mio. kr.

Relevante programmer under Horizon 2020

Future and Emerging Technologies, der fokuserer på forskning i radikalt nye teknologier inden for områder med store samfundsudfordringer (TRL 1-3).

Secure, Clean and Efficient Energy, der er EU's energiprogram, og som udmønter støtte til FUD-projekter på energiområdet. Det fokuserer på TRL-niveau 3-7, og projekterne kræves deltagelse af mindst tre partnere fra tre forskellige lande.

SMV-instrument (1 og 2), hvor små og mellemstore virksomheder kan søge om tilskud til demonstration, konceptudvikling og markedsforberedelse af nye teknologier.

FCH, der er et særligt program, som støtter forskning og udvikling inden for brint og brændselsceller.

4.3 Adgang til finansiering af forskning (TRL 1-3)

Det er en gennemgående vurdering blandt de interviewede forskere og virksomheder, at rammerne for at finansiere forskning på de lave TRL-niveauer er blevet forringet væsentligt de senere år, og at der er kommet en ubalance mellem statslige midler på de høje og de lave TRL-niveauer. Der således på tværs af energiteknologiområder en frygt for, at Danmarks evne til på sigt at udvikle nye, banebrydende teknologier vil blive svækket, hvis ikke adgangen til finansiering af grundforskning og strategisk forskning styrkes i forhold til i dag.

Vi har gennemført en gennemgang af bevillingerne, der bekræfter, at der i dag bevilges væsentligt flere penge til udvikling og demonstration end til forskning på energiområdet, når der ses på tværs af fonde:

- Figur 4.2 på side 40 viser, at der under Grand Solutions blev uddelt 103 mio. kr. til energiforskningsprojekter – mod 398 mio. kr. til EUDP-projekter. Da Grand Solution projekterne også omfatter udviklingsaktiviteter ligger bevillingerne til forskning (TRL 1-3) væsentligt under 100 mio. kr.
- Grundforskningsfonden har kun givet én bevilling til energiforskning siden 1997. Danmarks Frie Forskningsfond har endvidere i perioden 2014-18 samlet bevilget knapt 200 mio. kr. til energiforskning (eller lidt under 40 mio. kr. årligt), hvilket er omkring 16 pct. af bevillingerne inden for området teknologi og produktion.
- Danmarks hjemtag af midler fra Horizon 2020 til energiprojekter ligger på ca. 180 mio. kr. årligt. Heraf vurderes mere end halvdelen af midlerne at være bevilget til udviklings- og demonstrationsprojekter.

Mange af de interviewede forskere og virksomheder betoner, at der for få år tilbage blev bevilget betydeligt flere penge til energiforskning samlet under Det Strategiske Forskningsråd og specifikke energiforskningsprogrammer (ForskEL og energiforskningsprogrammet).

Samtidig giver mange af de interviewede forskere udtryk for, at de møder en holdning i det generelle forskningsfinansieringssystem om, at "energiforskning finansieres af andre kasser".

Gennemgående pointer fra interviewene

- Det er generelt svært at opnå finansiering fra offentlige forskningsfonde og -råd til energiforskning. Dels fordi fondene støtter forskning på højt grundvidenskabeligt niveau, mens energiforskning i sin natur er meget applikationsorienteret. Dels fordi forskerne hos fonde og råd oplever en holdning om, at energiforskning "jo finansieres af andre kasser".
- Grand Solutions er ifølge forskerne i dag det vigtigste program til finansiering af energiforskning. Programmet har dog ifølge flere informanter svært ved at håndtere projekter, der primært eller alene har fokus på strategisk forskning. Det skyldes ifølge disse informanter, at der i vurderingskriterierne bl.a. lægges vægt på 1) slutbrugerinddragelse og 2) graden af privat medfinansiering. Det betyder ifølge informanterne, at det er svært at få finansieret forskning i nye principper og metoder, der kan føre til udvikling af nye teknologier.
- Der er dog også afvigelser fra dette billede. Fx har Innovationsfonden i 2016 finansieret projektet "FutureGas", hvor der forskes i fremtidige anvendelsesmuligheder for vedvarende gasser. Dette projekt har deltagelse af bl.a. gasselskaber og andre energiselskaber som Ørsted, der har set et perspektiv i at støtte strategisk forskning på området.
- Innovationsfonden giver selv udtryk for, at fonden netop støtter strategisk forskning inden for energi – og ikke går så langt op i TRL-niveau inden for energi, fordi der på dette område er et specifikt program (EUDP).
- Der er med andre ord forskelle i forskernes opfattelse af mulighederne for at opnå finansiering af strategisk forskning under Grand Solutions og Innovationsfondens egen strategi/politik. Det peger i retning af, at der et behov for bedre kommunikation på området.
- I flere af de interviewede forskningsmiljøer har EU-programmer fået større betydning som finansieringskilde. Nogle forskningsmiljøer (bl.a. inden for vind) finder, at Horizon 2020 projekter ikke har så høj faglig kvalitet, da de kræver samarbejde med mange forskellige universiteter, hvor forskningen ikke er på niveau med forskningen i Danmark.

4.4 Adgang til finansiering af udvikling (TRL 4-6)

Det er et gennemgående budskab i interviewene, at der med EUDP-programmet er gode finansieringsmuligheder for energiteknologiske projekter på både de midterste og høje TRL-niveauer. EUDP opleves af de fleste brugere som et "uundværligt program", der fx kan bringe idéer og lovende forskningsresultater fra de indledende *proof of concept*-studier frem til demonstrationsfasen.

De gennemførte interviews viser, at investeringer i anlæg i mindre skala samt udgifter til test og prototypeforbedringer fordrer, at der er et selvstændigt innovationsprogram på energiområdet. Der er således tale om investeringer af en størrelsesorden, der ville være svære at håndtere i generelle innovationsfremmeprogrammer. Samtidig er investeringerne typisk for risikofyldte for private investorer til, at de kan bære risikoen alene.

Analysen peger dog også på, at InnoBooster er et godt supplement til EUDP. Flere af de interviewede mindre energivirksomheder, herunder spinouts fra universiteterne, har brugt InnoBooster til at finansiere de tidlige udviklingsfaser. Og her er det vigtigt, at der også er mulighed for at finansiere projekter i programmer, der ikke kræver universitetsdeltagelse.

For flere etablerede virksomheder gør EUDP i udviklingsfasen den forskel, at virksomhederne tør løbe risikoen ved at udvikle nye teknologier og forretningsområder. For mindre virksomheder og iværksættere er EUDP afgørende for projekternes gennemførelse og virksomhedernes eksistens.

Mange virksomheder fremhæver EUDP som et fleksibelt virkemiddel. Det kommer til udtryk ved, at der er en god dialog med EUDP om mulighederne for at justere undervejs, hvis behovet opstår. Ligesom der er gode muligheder for at søge opfølgende EUDP-midler, hvor første runde fx dækker TRL 4-5 og anden runde TRL 6-8.

Det generelle billede er således, at der er gode finansieringsmuligheder til teknologiudvikling i udviklingsfasen. Der er dog et par af de ti teknologiområder (Smart Energy og sol), hvor forskere og virksomheder oplever udfordringer med at hente finansiering til både udvikling og demonstration. Det vender vi tilbage til i afsnit 4.6.

Gennemgående pointer fra interviewene

- EUDP opleves generelt som et velfungerende program, der bygger bro mellem forskning, teknologiudvikling og kommercialisering. EUDP skaber med andre ord stor værdi og bidrager til at bringe projekterne længere op ad TRL-skalaen.
- Virksomhederne angiver bl.a., at det er vigtigt med et program, hvor man "kan komme i dybden med de tekniske dele" i et samarbejde med en kunde.
- EUDP er også et vigtigt program for universiteterne. I mange miljøer inden for fx vind og bioenergi har EUDP udgjort en væsentlig del af den eksterne finansiering af centrale forskningsgrupper og har dermed været vigtig for fastholdelse af forskere og kritisk masse i forskningen.
- EUDP bidrager til, at forskergrupperne har større fokus på anvendelsesperspektiver og de kommercielle markedsmuligheder. Men flere forskere er dog også af den holdning, at EUDP's samlede betydning i forhold til andre programmer gør, at forskerne bruger *for* meget tid på udvikling af markedsorienterede produkter frem for teknisk problemløsning.
- Flere informanter oplever, at EUDP ikke følger projekterne så tæt som fx Innovationsfonden. Der efterlyses af nogle virksomheder en større fokus på milepæle og løbende evaluering mhp. at tage stilling til fortsat finansiering (stop/go).
- Det er en styrke i EUDP, at virksomhedernes behov er drivende for projekterne. Det skaber ifølge mange informanter et stærkt grundlag for at løfte idéer og projekter op ad TRL-stigen. Men nogle informanter er af den opfattelse, at EUDP ikke ser positivt på, at universiteterne står for udarbejdelsen af ansøgningen. Det fremhæves, at universiteter ofte har bedre forudsætninger for at udarbejde ansøgninger end mindre virksomheder. Interviewene tyder på, at der er behov for at præcisere, at universiteterne godt kan stå for ansøgningerne, blot at projekterne drives af virksomhederne.

4.5 Adgang til finansiering af demonstration (TRL 7-9)

Som det fremgår af afsnit 4.2, dækker EUDP-programmet projekter, der går op til TRL 7-8. Som i udviklingsfasen (TRL 4-6) opleves finansieringsmulighederne på disse niveauer generelt gode på grund af netop EUDP. I nogle tilfælde er udgifterne til fx fuldskala-demonstrationsanlæg dog meget høje, og mindre virksomheder vil typisk være afhængige af også at kunne tiltrække fx venturekapital (se også kapitel 5).

Flere af de interviewede (mindre) virksomheder fremhæver adgangen til statslig medfinansiering i denne fase som afgørende for at kunne nå markedet. Og for nogle virksomheder har EUDP-finansiering også haft betydning som blåstempling i forhold til at tiltrække privat kapital.

En række af de interviewede virksomheder og brancheorganisationer peger på, at der mangler finansieringsmuligheder på TRL 8 og frem. Inden for mange typer af energiteknologier er der på TRL 8-9 fortsat store udgifter til at etablere produktion, til afprøvninger i egentligt driftsmiljø, til at finde samarbejdspartnere og kunder samt til at udvikle fx præsentationsmateriale, mv., før at et egentlig salg kan realiseres.

Der er dog også mulighed for at hente finansiering via Horizon 2020's SMV-instrument, der udover demonstration også kan yde medfinansiering til konceptudvikling og markedsforberedelse (op til 2,5 mio. euro pr. projekt). Flere af de interviewede virksomheder har brugt – eller forsøger at bruge – SMV-instrumentet som vej til at bygge bro mellem EUDP og markedet. Men det fremhæves som en udfordring, at det koster mange ressourcer at udarbejde ansøgningen, og at succesraten er meget lav i dette program.

Som under TRL 4-6 er der dog teknologiområder, hvor nogle forskere og virksomheder oplever EUDP som et nåleøje – og således ofte får afslag. Samtidig er der en vis kritik af, at også meget store virksomheder kan hente betydelige tilskud til udvikling og demonstration af nye produkter (selv om støtteprocenterne er lavere og i overensstemmelse med EU's statsstøtteregler). Det synes relevant at kigge nærmere på, om støtte til fx store producenter lever op til tilskyndelseskriteriet, eller om det potentielle samfundsøkonomiske afkast af EUDP kan øges ved at yde tilsagn til flere mindre virksomheder.

Gennemgående pointer fra interviewene

- Der er gennem EUDP gode muligheder for at bringe projekter gennem de første, vigtige demonstrationsfaser.
- EUDP er en vigtig finansieringskilde på TRL 7-8. Men inden for flere energiteknologiske områder kræves store investeringer i anlæg og test. Derfor er det afgørende også at kunne hente privat finansiering (se kapitel 5).
- SMV-instrumentet under Horizon 2020 udfylder et vigtigt hul mellem TRL 7-8 og TRL 9 for mindre virksomheder. Det bør overvejes, om et EU-virkemiddel med forholdsvis beskeden succesrate (antal støttede projekter i forhold til antal ansøgninger) er tilstrækkeligt i forhold til de danske ambitioner om at skabe gode rammer for at bringe lovende teknologier på markedet.
- EUDP-programmet og dets kriterier er i demonstrationsfasen i høj grad bygget op om at understøtte konkrete produkters og teknologiers videre vej mod markedet. Men i fremtiden vil behovet for demonstrationsprojekter i høj grad vedrøre integration af forskellige vedvarende energikilder i energisystemet (smart energy) – og integreret anvendelse af forskellige typer af produkter (sensorer, styrings- og reguleringsværktøjer, varmepumper, lagringsteknologier, mv.) i de samme systemer.
- Horizon 2020-projekter under programmet "Secure, Clean and Efficient Energy" kan også anvendes til at medfinansiere projektaktiviteter på TRL 7-8. Flere virksomheder angiver dog, at de finder Horizon-2020 projekter på de høje TRL-niveauer mindre attraktive. Det skyldes, at de indebærer for meget bureaukrati, har for lange tidshorisonter og forudsætter videndeling på et niveau, der på grund af krav til forretningshemmeligholdelse, mv. er for risikofyldt i denne fase.

4.6 Særlige brancheperspektiver

Indledning

Gennemgangen i afsnit 4.3-4.5 fokuserede på det generelle billede. Det vil sige styrker og udfordringer i den samlede finansieringskæde for forskning, udvikling og demonstration, som gør sig gældende på tværs af teknologiområder.

Ud over de generelle pointer er vi også i interviewene stødt på problemstillinger, som er specifikke for bestemte af de ti teknologiområder.

På de næste sider har kort gengivet sådanne problemstillinger for hvert af de skitserede teknologiområder i kapitel 3 – dog ekskl. optag og lagring af CO_2 (som er et meget nyt forsknings- og teknologiområde) og geotermi (hvor vi ikke er stødt på specifikke problemstillinger).

Det skal understreges, at mange af pointerne i dette afsnit baserer sig på forholdsvis få interviews. Derfor skal de primært ses som input til Innovationsfondens og EUDPs videre dialog med aktører inden for hvert område.

Vind

Gennemgangen i afsnit 4.3-4.5 er generelt repræsentativ inden for vindenergi. Specielt EUDP har haft stor betydning for de løbende forbedringer, der er sket i branchens effektivitet og produktivitet. Herudover fremhæver informanterne også den betydning, som tidligere programmer inden for strategisk forskning har haft for udvikling af nye teknologier i sektoren (fx Energiforskningsprogrammet).

Et særligt opmærksomhedspunkt inden for vind er, at deltagelsen i projekter under de europæiske rammeprogrammer ifølge de interviewede forskere og virksomheder har forholdsvis begrænset værdi i denne sektor. Det skyldes både omfanget af administration samt det forhold, at der ofte er store forskelle i det akademiske niveau blandt de deltagende universiteter.

Der er en stor interesse i forskningsmiljøet for mere målrettede forskningssamarbejder med de stærkeste forskningsmiljøer på området i bl.a. Tyskland. En vej til at realisere dette kan ifølge de interviewede forskere være at bruge de nationale programmer til at medfinansiere større, bilaterale samarbejder inden for forskning og udvikling.

Herudover peger branchen på, at der er behov for stor fleksibilitet i forhold til projekternes varighed, når det gælder forskning på de lave TRL-niveauer (Grand Solutions). Branchens modenhed og den hastige teknologiske udvikling betyder, at der også på disse niveauer efterspørges mulighed for projektaktiviteter af kortere varighed (fx 9-12 måneder), der fx baserer sig på postdocs.

Sol

Sol er et bredt teknologiområde, der både dækker over solcelleteknologi og solvarme (solfangere). Som nævnt i kapitel 3 står Danmark erhvervsmæssigt stærkt inden for solvarme og nogle nicheområder knyttet til udnyttelse af solcelleteknologi (herunder design af solcellefarme), mens produktionen af solceller primært ligger i Asien. Forskningsmæssigt har vi styrker inden for både solceller og solvarme, men på det førstnævnte områder er forskningen dog spredt på en række relativt små forskningsgrupper.

Inden for solområdet er den væsentligste udfordring (ud over den generelle problemstilling vedrørende TRL 1-3) ifølge informanterne, at området ikke har stor prioritet i de forskellige fondes strategier. Der er en oplevelse af en lav succesrate, og at solprojekter i de danske fonde kun har en god chance, hvis de også involverer andre nye teknologiområder (som fx droneteknologi).

En særlig problemstilling inden for *solvarme*området er endvidere, at der er en meget hård konkurrence mellem virksomhederne. Det gør det svært at samle dem om fælles projekter og indebærer ifølge de interviewede forskere, at der kan være behov for at støtte strategisk forskning af interesse for industrien – uden de samme krav til virksomhedsdeltagelse, som der forventes på andre områder.

Herudover er aktører inden for både vind og sol optaget af, at der specielt på TRL 5-8 skabes bedre rammer for at udvikle og demonstrere fleksible/smarte løsninger til øget integration af vedvarende energikilder i energisystemet (se afsnit 4.6.9).

Bioenergi

Bioenergi er et bredt teknologiområde, der bl.a. dækker biobrændstoffer, biogas, omstilling af kraftvarmeværker, udvikling af biomasseanlæg og bioolie.

I tråd med de tværgående konklusioner i afsnit 4.3-4.5 oplever de interviewede brugere inden for bioenergi, at EUDP udfylder et vigtigt hul i den midterste til del af TRL-skalaen, og når projekterne skal op i demonstrationsfasen (dvs. fra TRL 6-7), hvor der ofte er meget store finansieringskrav på grund af behov for investeringer i omkostningstunge anlæg og dyrt udstyr.

Samtidig er der en gennemgående oplevelse af, at mens EUDP skaber et godt fundament for at bringe eksisterende resultater i forskningen mod markedet, så er det blevet meget svært at finde finansiering på TRL 1-3. De nuværende danske forskningsmæssige styrkepositioner inden for bioenergi er således ifølge interviewpersonerne i høj grad opbygget på baggrund af bevillinger fra det tidligere Strategiske Forskningsråd.

De interviewede forskere peger endvidere på, at Horizon-programmet spiller en stor rolle for FUD-projekter inden for bioenergi. Det gælder i særdeleshed inden for biobrændstofområdet, som opleves som underprioriteret i Danmark på grund af historiske forhold, og hvad der opleves som et stort politisk fokus på elektrificering. Men kravene til Horizon-projekter – om større tværgående konsortier med flere forskellige europæiske universiteter og virksomheder – har i nogle tilfælde været en barriere i forhold til at engagere private virksomheder i FUD-projekterne pga. usikkerhed om tidshorisont og i nogle tilfælde rettigheder til resultaterne.

Bølgeenergi

Bølgeenergi er en ung branche, der p.t. rummer en række teknologier og virksomheder, der befinder sig omkring TRL 5-7. Der er enighed om, at teknologien rummer et væsentligt potentiale. Men den etablerede industri og aktører på forsyningsområdet afventer dokumentation for, hvilke teknologier der virker, og om prisen på produktion af bølgeenergi kan bringes ned på et konkurrencedygtigt niveau.

Både forskere og virksomheder på området giver udtryk for, at bølgeenergi ikke prioriteres lige så højt som tidligere, hvor fx ForskEL og Forsk-VE (de to programmer er i dag udfaset) ifølge informanterne prioriterede teknologiområdet i de to programmers bevillinger. Der er således inden for bølgeenergi især behov for en stillingtagen til, hvorvidt området fremadrettet skal være et satsningsområde i FUD-indsatsen.

Området er erhvervsmæssigt domineret af en god håndfuld mindre iværksættervirksomheder. Hvis bølgeenergi skal udvikle sig til en dansk styrkeposition, er der især et behov for at bringe teknologierne videre fra TRL 6-7, hvor de skal demonstreres til havs. Dette er dyrt og omkostningsfuldt. Og de udgiftsdrivende poster er i langt højere grad udstyr end mandetimer, hvorfor fx egenfinansieringskrav under InnoBooster opleves som en udfordring af nogle virksomheder.

Det er en væsentlig udfordring at få etableret testfaciliteter på havet. Både forskning (muligheder for at dokumentere teoretiske modeller empirisk) og teknologiudvikling kræver muligheder for at afprøve modeller og teknologier på havet i større skala. Denne infrastruktur findes ikke i Danmark, og derfor er det et vigtigt i overvejelserne om områdets fremtidige prioritering at kigge på, 1) hvorvidt der kan tilvejebringes midler til at etablere en sådan infrastruktur i Danmark, 2) hvilke typer af anlæg der er vigtige at have i Danmark, og hvor det er lige så relevant at gennemføre FUD-indsatsen på anlæg i andre lande.

Energieffektivitet

Energieffektivitet er et bredt område, der dækker en lang række produkter, processer og brancher. Erhvervsmæssigt omfatter området store virksomheder som Danfoss, Grundfos, Velux og Rockwoll, men også en række mindre virksomheder, der arbejder med teknologier til fx smarte bygninger.

Herudover har vi stærke forskningsmiljøer inden for bl.a. 1) effektelektronik, der fx danner grundlag for elektrificering, og som anvendes til intelligent styring af elektroniske enheder og 2) IKT og *Internet of Things*, der udgør fundamentet i smarte bygninger og i byggeprocesser, hvor digitale værktøjer kan danne holistiske perspektiver, der tager højde for alle tænkelige faktorer, som påvirker energiforbrug og indeklima.

Et input er, at der er behov for en meget klar sondring mellem produkter på de laveste TRL-niveauer og projekter på niveau 3-5.

På den ene side vurderer både virksomheder og forskere det vigtigt, at Innovationsfonden prioriterer forskningsprojekter på TRL 1-3, og at der i denne fase lægges større vægt på at skabe forskningsresultater end på virksomhedsdeltagelse og specifikke anvendelsesperspektiver.

På den anden side betones også vigtigheden af forsknings-erhvervs samarbejde på TRL 3-5, hvor den tidlige og grundige trykprøvning er vigtig. Det centrale budskab er således, at specielt Innovationsfonden skal have stor fokus på, hvor på TRL-skalaen, at projekterne befinder sig, og evaluere dem efter forskellige kriterier.

Energilagring og -konvertering

Mange teknologier til energilagring og -konvertering er fortsat på et tidligt stadium (TRL 1-3).

Forskere og virksomheder på området er derfor enige om, at det især er vigtigt at prioritere midler til forskning i disse år. Flere af de interviewede forskere vurderer, at evalueringerne i Innovationsfonden i for høj grad er præget af en "investeringslogik", og at fokus i tilbagemeldinger fra fonden ligger på det erhvervsmæssige impact i de enkelte projekter frem for evnen til at skabe forskningsresultater med stort erhvervs- og samfundspotentiale.

Især forskere inden for "Power-to-X"-området udtrykker bekymring for adgangen til midler på de lave TRL-niveauer, da forskningsresultater (fx inden for teknologi til udvikling af vedvarende gasser samt grøn ammoniak, metanol og ætanol) har meget lang *time to market* – og derfor kræver langsigtede forskningsinvesteringer.

Power-to-X er stadig et nyt område, og der er blandt flere interviewpersoner en opfattelse af, at danske fonde ikke satser på området. Der er endvidere et ønske om at samarbejde med tyske universiteter på området, der også står stærkt og er begunstiget med, at Tyskland i 2016 lancerede et 10-årigt forskningsprogram på op mod 400 mio. euro, hvor et af fire satsningsområder er Power-to-X. Det fremhæves, at dette kræver national medfinansiering, og at universiteter i bl.a. Frankrig og England har haft større succes med at indgå i forskningssamarbejde med tyske universiteter, fordi de har kunnet opnå national finansiering af samarbejdet. I de seneste par år har private fonde, bl.a. Villum Fonden, ifølge de interviewede forskere, været en vigtigere finansieringskilde end de offentlige fonde.

Fjernvarme

Fjernvarmeområdet er generelt karakteriseret ved en høj grad af teknologisk modenhed, når det handler om drift og vedligeholdelse af distributionsnettet, hvor der gennem mange år er blevet opbygget stærke danske kompetencer og styrkepositioner (jf. kapitel 3).

Der er dog naturligvis løbende behov for at videreudvikle teknologierne og indføre nye løsninger, og ifølge de interviewede personer er dette generelt godt understøttet af EUDP's fokus på fjernvarmsektoren og TRL 4-8. Her eksisterer desuden typisk også kapitalstærke aktører og energiselskaber, som kan være med til at finansiere demonstrations- og udviklingsprojekter.

Ifølge de interviewede personer er det derfor især i de tidlige TRL-faser, at der er behov for at styrke FUD-indsatsen, hvis der - som en

informant udtrykte det - "skal udvikles nye, revolutionerende løsninger, som kan være med til at styrke fjernvarmesektorens omstilling til mere vedvarende og fluktuerende energi". Herunder inden for fx termisk lagring og konvertering af el til varme. Dermed er fjernvarmesektorens behov på FUD-området især relateret til udvikling af løsninger inden for smart energy (se neden for).

Desuden bliver det fremhævet som en særlig udfordring at etablere store, tværeuropæiske konsortier og projektgrupper inden for fjernvarmeområdet, da denne energiteknologiske infrastruktur primært er udbredt i de nordeuropæiske lande. Og det kan gøre det svært for de danske fjernevarmeaktører at få adgang til internationale midler fra Horizon, hvor der stilles krav om tværnationale europæiske projektgrupper.

Smart Energy (intelligente og integrerede energisystemer)

En række avancerede informations-, kommunikations-, sensor-, kontrol- og energiteknologier muliggør til sammen et intelligent energisystem, hvor data er bindeled mellem produktion og forbrug. Energiproduktion, -distribution og -forbrug kan i intelligente net gøres mere effektiv og fleksibel – og derved mere økonomisk rentabel og ikke mindst bæredygtig.

Et intelligent energisystem inden for elektricitet er længst fremme og er typisk referencen, når man taler om "Smart Grid". Men i lande med et moderne gas- og udbygget fjernvarmenet som Danmark er der også store potentialer i intelligent integration på tværs af energisektorerne (Smart Energy).

Et intelligent energisystem kan balancere forbrug efter produktion, hvilket især er hensigtsmæssigt i omstillingen til grøn energi, når produktion fra vedvarende energikilder (fx vind og sol) fluktuerer og derfor ikke leverer en stabil produktion. Et intelligent energisystem muliggør ligeledes en decentralisering af energiproduktionen, så forbrugere i fremtiden også kan blive producenter (prosumers). Det kan fx være salg af el fra solpaneler eller overskudsenergi fra privat lagring (fx i "powerwalls" eller elbilens batteri).

Der eksisterer endnu kun et begrænset kommercielt marked for intelligente og integrerede energisystemer, og udviklingen i Danmark har de seneste år været beskeden, da den kræver store infrastrukturelle omlægninger (herunder regulering) og investeringer. Der er imidlertid kommet et fornyet fokus på området med energiaftalen fra juni 2018. De gennemførte interviews med forskere, brancheorganisationer og virksomheder peger desuden på en række styrker og potentialer for at udvikle et mere intelligent og integreret energisystem i Danmark[20].

De interviewede forskere og virksomheder fremhæver to problemstillinger på dette område.

For det første fremhæver især forskere den generelle problemstilling vedrørende få midler til projekter på TRL 1-3. Det er bl.a. vigtigt at satse på forskning i effektelektronik og grundlæggende elteknisk forskning i fleksible distributionsnet.

For det andet er det vigtigt at kunne gennemføre udviklings- og demonstrationsprojekter i stor skala. Smarte energisystemer bygger i høj grad på kendte og modne energiteknologier. Men der er behov for FUD-projekter, der omfatter:

- Forsøgsprojekter inden for integration af flere vedvarende energikilder i el-nettet og varmeforsyningen.
- Intelligent styring og lagerdimensionering.
- Eftersyn og gentænkning af markedsmekanismer baseret på øget viden om forbrugsmønstre og -adfærd.
- Sikring af stabilitet i systemer baseret på 1) fluktuerende energiproduktion og 2) mange små producenter frem for store kraftværker.

Flere interviewpersoner peger på, at det er blevet sværere at finde finansiering til den type projekter – ikke mindst efter at forskningsprogrammet ForskEL er lukket, der netop fokuserede på den type af projekter.

[20] Se baggrundspapiret "Danske styrker og potentialer inden for energiteknologi og fokusområder i FUD-indsatsen".

Pointen blandt brugerne er, at især EUDP opleves som mere produkt- end problemorienteret. Der opleves en vis vilje til at finansiere systemprojekter i fx Nordhavn og EcoGrid 2.0 på Bornholm, men det er ifølge brugerne "snarere på trods end på grund af EUDP's kriterier".

Konkret peges på følgende udfordringer i fondenes vurderingskriterier i relation til smart energy projekter:

- Konkurrencesituation, markedspotentiale og markedsføringsplaner skal være klart beskrevet under *EUDP*.
- Forventede økonomiske effekter skal være klart beskrevet under *EUDP*.
- Der skal i projektet indgå en innovativ teknologisk løsning under *EUDP* (systemprojekter er bredere og har ikke nødvendigvis fokus på at udvikle nye teknologier/produkter).
- Under *Innovationsfonden* skal markedet være klar til projektets løsninger (Grand Solutions), og vigtige interessenter/aftager skal være involveret i projekterne.

Hvor disse kriterier matcher fint med behovet for FUD-projekter på de fleste andre teknologiområder, så matcher de ifølge brugerne mindre godt med systemudviklingsprojekter.

Her er det sværere at udarbejde en konkret markedsføringsplan eller at lave en business case med angivelse af forventede effekter. Det er kriterier, der passer bedre til udvikling af konkrete teknologier og produkter.

Flere brugere angiver, at de har fået afvist ansøgninger inden for smart energy med den begrundelse, at de har scoret lavt på ovenstående kriterier.

Citater:

"EUDP skal være bedre til at gribe teknologiudvikling, der bevæger sig på tværs af sektorer" ind i projekter".

Brancheorganisation

"Forskning og udvikling inden for hybride og fleksible energisystemer har svære vilkår efter, at ForskEL er nedlagt. Vi fik afslag på en ansøgning med den begrundelse, at der i ansøgningen ikke var en tilstrækkelig god forretningsplan. Det giver ikke mening i den type af projekter".

Universitetsforsker

"ForskEL havde noget af det rette DNA i forhold til støtte forskning i at udvikle systemer på energiområdet. EUDP og andre fundingkanaler har meget fokus på dimsen, som skal komme ud af projektet".

Universitetsforsker

"EUDP passer ikke så godt til systemprojekter på grund af deres store fokus på kommercialisering og forretningsplaner".

Virksomhed

4.7 Snitflader og sammenhænge mellem programmerne

Indledning

De lange veje fra forskning til marked og de store investeringer forbundet med denne rejse (i forskningsprojekter, *proof of concept*, udvikling, demonstration og kommercialisering) betyder, at det er vigtigt, at de forskellige virkemidler hænger godt sammen. Det vil sige, at der er glidende overgange, hvor det er nemt at hente opfølgende finansiering på baggrund af lovende resultater. Og hvor der er en arbejdsdeling mellem de forskellige fonde og programmer, der er gennemskuelig for aktørerne. Endvidere er det vigtigt, at der er overskuelige indgange til finansiering af energiteknologiske projekter.

Det samlede billede fra interviewene er, at der– som beskrevet i afsnit 4.3 - 4.5 – er gode muligheder for at hente finansiering til FUD-projekter, der flytter teknologierne op ad TRL-stigen og hele vejen til markedet.

Men billedet er også, at samspillet og snitfladerne mellem Innovationsfonden og EUDP kan styrkes som led i en national FUD-indsats på energiområdet. Og at et bedre samspil kan bidrage til at bringe perspektivrige projekter hurtigere mod markedet og generelt sikre bedre balance i de statslige investeringer i FUD inden for energiteknologi.

Herudover peger flere interviewpersoner på, at det bør gøres lettere at finde vej til de mest attraktive finansieringsmuligheder for især mindre virksomheder.

I oversigten i højre spalte har vi fremhævet gennemgående input, som går igen i en stor del af de gennemførte interviews. De er uddybet på de følgende sider.

Veje til at styrke den samlede værdikæde for finansiering af FUD-projekter på energiområdet

Klar arbejdsdeling mellem Innovationsfonden og EUDP
Som det fremgår af afsnit 4.2, er der er i TRL-terminologi et vist overlap mellem Innovationsfondens og EUDP's investeringsfokus. Mange interviewpersoner efterlyser en klar arbejdsdeling mellem de to fonde.

No wrong door og fokus på brugernes samlede finansieringsbehov
Der efterlyses større fokus på at hjælpe virksomhederne til de rette finansieringskilder, uanset hvor de henvender sig. Fondene skal i højere grad se det som deres opgave at hjælpe brugerne med at opnå supplerende og opfølgende finansiering (i en bevidsthed om, at de hver især kun bidrager til en del af den samlede finansieringskæde fra forskning til marked).

Koordinerede investeringer
I forlængelse af punkt 1 peger en række informanter på, at fondene i højere grad bør gennemføre koordinerede udbud og investeringer i projekter, hvor Innovationsfonden finansierer forskningsaktiviteter, og hvor EUDP finansierer udvikling og demonstration.

Mere målrettede strategier og investeringsprogrammer
Inden for de fleste teknologiområder efterlyses mere konkrete investeringsstrategier end de rammer på energiområdet, der udstikkes i EUDP's og Innovationsfondens nuværende strategier. Flere efterlyser en fælles investeringsstrategi på energiområdet med delstrategier inden for vind, sol, bioenergi, energilagring, etc.

Klar arbejdsdeling mellem Innovationsfonden og EUDP

Det er en gennemgående vurdering blandt de interviewede virksomheder og forskere, at der på energiområdet er et væsentligt overlap i, hvad Innovationsfonden og EUDP medfinansierer. Det vil sige, at Grand Solutions-programmet også finansierer udviklingsaktiviteter, der ville kunne få støtte under EUDP. Og at EUDP i et mindre omfang også støtter forskningsaktiviteter.

Der peges i interviewene på, at en hensigtsmæssig arbejdsdeling vil være, at Innovationsfonden fokuserer på TRL 1-3 i Grand Solutions-programmet og EUDP på TRL 4-8. Det vil skabe en naturlig overgang, hvor EUDP er den naturlige opfølgning på Innovationsfondens Grand Solutions-projekter. Og hvor målet for Innovationsfondens projekter kan være at bringe teknologierne derhen, hvor det er muligt at søge EUDP.

Det giver dog ifølge flere virksomheder god mening, at Innovationsfonden gennem InnoBooster også finansierer aktiviteter i udviklingsfasen. InnoBooster opleves som en god og fleksibel ramme til at finansiere udviklingsprojekter i unge energivirksomheder. Bl.a. kan InnoBooster anvendes til at finansiere ansættelse af personale med specialkompetencer.

Som nævnt giver Innovationsfonden udtryk for, at fonden på energiområdet faktisk prioriterer Grand Solutions-projekter på de lave niveauer og ikke går så højt op på skalaen som på andre teknologiområder. Nogle af de interviewede forskere tilkendegiver endvidere, at de over det seneste år har oplevet en holdningsændring i Innovationsfonden i forhold til at finansiere projekter, der primært eller alene handler om strategisk forskning.

En klarere arbejdsdeling handler således ikke mindst om en klarere kommunikation, hvor det præciseres, hvordan fondens retningslinjer skal fortolkes på energiområdet. Alternativt kan der udarbejdes et selvstændigt sæt af retningslinjer på energiområdet, der afspejler, at Innovationsfonden på dette område primært støtter aktiviteter inden for strategisk forskning, hvor kriterierne til fx slutbrugerinddragelse, privat medfinansiering og dokumentation for potentiale har en anden vægt og fortolkning end på andre teknologiområder. Omvendt bør det under EUDP gøres klart, at kun aktiviteter på TRL 4-8 kan få støtte.

Citater:

"Der bør være en arbejdsdeling, hvor Innovationsfonden fokuserer på de lave TRL-niveau og EUDP på de høje".

Brancheorganisation

"Vi oplever, at EUDP og Innovationsfonden overlapper hinanden meget, selv om der er større krav til en konkret forretningsplan i EUDP. Innovationsfonden bør fokusere på formålsbestemt forskning, der ikke understøtter den enkelte virksomheds produktudvikling, men hvor virksomhederne er engagerede og bidrager til at sætte retning".

Universitetsforsker

" Grand Solutions og EUDP er tyngdemæssigt placeret oven i hinanden omkring TRL 4-8. Det er muligt, at Grand Solutions rent teoretisk dækker tidligere, men vi oplever, at tyngden ligger på de højere TRL-niveauer".

Virksomhed

"Snitfladerne mellem EUDP og Innovationsfoden er uklare. Det er vores oplevelse, at det er de samme projekter, der cykler rundt mellem de to fonde. Måske er løsningen, at der også bliver lavet en energiteknologisk opdeling, hvis man vil bevare to selvstændige fonde på energiområdet".

Brancheorganisation

"Innovationsfonden bør fokusere på de lave TRL-niveauer. På de laveste niveauer er det industriens opgave at bidrage til at sætte retning, yde sparring og træde ind dér, hvor lovende resultater tegner sig. Derfor er det også et problem, at der altid stilles krav om mindst 25 pct. egenfinansiering up front. Det er vigtigt at forstå, at projekters potentielle værdiskabelse ikke altid kan måles på omfanget af privat medfinansiering".

Universitetsforsker

No wrong door og fokus på det samlede finansieringsbehov

Mange interviewpersoner finder det vigtigt, at både Innovationsfonden og EUDP i højere grad hjælper brugerne (især virksomhederne) med at

finde vej til finansiering fra andre aktører. Det gælder i forhold til at hjælpe:

- Virksomheder videre, hvis andre fonde er mere relevante aktører til at medfinansiere konkrete projektforslag.
- Støttede projekter med at anvise supplerende finansieringsmuligheder via internationale programmer, hvis fx deltagelse i et internationalt program kan bidrage til at hjælpe projekterne op ad TRL-stigen.
- Med at henvise til muligheder for opfølgende finansiering, hvis projekterne tegner lovende, og hvis virksomhederne/projekterne ser ud til at kunne kvalificere sig til medfinansiering på et højere TRL-niveau.
- Med at bygge bro til Vækstfonden, private investorer, mv. (se også kapitel 5).

Flere interviewpersoner foreslår at etablere en key account funktion, hvor der i den enkelte fond er fokus på både supplerende finansierings-

Citater:

"Der er behov for en "no wrong door approach" på energiområdet. Virksomhederne skal kunne hjælpes til den bedst mulige finansiering, uanset hvor de henvender sig. Vi har længe ønsket en mere sammenhængende struktur mellem Innovationsfonden og EUDP, der gør det nemmere for virksomheder at finde frem til de rette programmer. Også samarbejdet med klyngeorganisationer og de kommende Erhvervshuse bør styrkes".

Brancheorganisation

"EUDP og Innovationsfonden kunne måske blive bedre til at facilitere investorforløb og skabe kontakt til investorer. For en lille og relativt nyetableret forskningsorienteret virksomhed som vores, ville det kunne skabe stor værdi, hvis der var nogen til at hjælpe mere systematisk med at få kontakt og adgang til større virksomheder, venturefonde og business angels".

Virksomhed

"Det kunne være nyttigt med en mere formaliseret dialog om de samlede funding-muligheder for projekter som vores, der er afhængig af både supplerende og opfølgende finansiering for at nå markedet. Det kunne være fra Markedsmodningsfonden".

Virksomhed

muligheder for støttede projekter og på, hvordan virksomhederne tidligt kan spores ind på mulighederne for at få finansieret de næste skridt. Innovationsfonden har under Grand Solutions-programmet en sådan funktion i form af "Investment Managers". Interviewene viser et behov for, at sparring omkring den videre finansiering, herunder inddragelse af specialkompetencer i erhvervsfremmesystemet, bliver en mere central del af denne funktion.

Analysen peger endvidere i retning af, at der kunne være behov for at udvikle et værktøj i form af et *finansiel road map* for energiprojekter (med milepæle og angivelse af relevante finansieringskilder på højere TRL-niveauer). Det kan være et tilbud til SMV'er, der deltager i projekter under de to fonde og et generelt værktøj i erhvervsfremmesystemet.

Koordinerede investeringer

I forlængelse af ønsket om klarere snitflader peger flere interviewpersoner også på muligheden for, at Innovationsfonden og EUDP foretager koordinerede investeringer og udbud.

Behovet for koordinerede udbud og investeringer skal ses i det lys, at FUD-aktiviteter langt fra altid forløber som en lineær proces – fra forskning, over udvikling, til demonstration. Fx kan virksomheder, der gennemfører udviklings- og testaktiviteter, i mange tilfælde drage nytte af forskning i de principper og sammenhænge, der ligger bag testresultater. Det kan medvirke til yderligere at styrke teknologierne og skabe endnu bedre resultater.

Samtidig er forskningen på energiområdet som nævnt i høj grad anvendelsesorienteret, hvor vekselvirkning mellem teori og praksis er vigtigt for at videreudvikle og skabe resultater i forskningen.

Endelig betyder målet om øget integrationen af mere vedvarende energi i energiinfrastrukturen et stort behov for forskning i energisystemer, herunder sammenhænge mellem energiformer, energilagring, intelligent styring, energikvalitet i forskellige apparater, energikonvertering, mv. Denne forskning kræver adgang til data og

testresultater ved afprøvning af nye komponenter og teknologier.

Det vil i dette lys være naturligt, at der skabes en fælles vej, hvor større projekter kan søge samfinansiering i de to fonde, herunder via fælles udbud[21].

Endvidere er det relevant at overveje, om der skal være et *fast track* til EUDP, hvor EUDP fx kan garantere opfølgende finansiering (eller i hvert fald hurtig behandling), hvis Grand Solutions-projekter når konkrete milepæle og kan dokumentere fortsat/tilstrækkeligt markedspotentiale.

Citater:

"Vi bruger også i en vis grad EUDP til at gennemføre forskningsaktiviteter som et understøttende element. Men da hovedformålet altid vil være at udvikle et nyt produkt, er det svært at skabe grundlag for strategisk forskning på et højt niveau. Det vil kræve projekter, der både fokuserer på forskning og produktudvikling".

Universitetsforsker

"Der bør være bedre muligheder for at samtænke finansiering fra fx Innovationsfonden og EUDP, hvor Innovationsfonden står for at finansiere de forskningsmæssige elementer, der er knyttet til projekterne".

Virksomhed

"Der bør være et større samspil mellem fondene. Fx rejser EUDP-projekter forskningsmæssige spørgsmål af betydning for teknologiernes realisering, som det kunne være relevant at søge afdækket i forskningsfinansieringssystemet. Fx hvad der sker i undergrunden, når salt fra geotermisk vand udvindes. Vi har forsøgt at hente supplerende finansiering til forskning hos Innovationsfonden, men uden held".

Virksomhed

"Vi forstår ikke, hvorfor EUDP og Innovationsfonden skal have hver deres investeringsstrategi. Det fremstår ikke hensigtsmæssigt. Der bør være en bedre samlet og koordineret indsats mellem de danske fonde og programmer, så der kan skabes en større kontinuitet og sammenhæng i projektbevillingerne. Arbejdsdelingen – hvor Innovationsfonden fokuserer på de lave TRL-niveauer og EUDP på de højere niveauer – er rigtigt tænkt, men det fungerer ikke godt nok i praksis".

Brancheorganisation

Mere målrettede strategier og investeringsprogrammer

Både Innovationsfonden, EUDP og EU (under Horizon 2020) har strategier, der peger på vigtige teknologier og trends på energiområdet. Disse strategier indkredser, hvor aktørerne ønsker ansøgninger, og de er dermed også væsentlige for fondenes evaluering af ansøgninger.

Strategierne er forholdsvis brede:

- EU prioriterer fx CO_2-reducerende teknologier, energieffektivitet og smart city i arbejdsprogrammet for 2018-20 under Horizon 2020 (se også kapitel 6).
- EUDP fremhæver en række danske styrkepositioner inden for vind, bioenergi, fjernvarme, effektiv energianvendelse, smart grid samt olie & gas i strategien for 2017-19. Herudover peger strategien på en række globale trends og deres betydning for efterspørgslen efter energi og energiteknologi. Herunder fremhæves i strategien, at EUDP i lyset af de globale trends prioriterer projekter, der bidrager til forsyningssikkerhed, uafhængighed af fossile brændsler, klima- og miljøforbedringer samt vækst og beskæftigelse.
- Innovationsfondens investeringsstrategi for energi betoner også en række globale megatrends, herunder elektrificering, fleksibilitet og balancering af energisystemet (som følge af den stigende anvendelse af vedvarende energi), "Energi 4.0" (smarte energisystemer og -produkter) og cirkulær økonomi.

Flere informanter efterlyser for det første, at Innovationsfondens og EUDP's investeringer på energiområdet tager afsæt i den samme, fælles strategi.

For det andet efterlyses mere konkrete og retningsanvisende (del)strategier på de forskellige teknologiområder, der fastlægger, hvor fondene ønsker FUD-projekter, jf. forslagene i kapitel 3.

[21] Vi anbefaler ikke, at midlerne under de to fonde generelt skal samles i fælles udbud. Men på områder, hvor der er behov for nye projekter, der både involverer forskning, udvikling og demonstration, er fælles udbud en oplagt mulighed.

Der lægges også vægt på, at strategierne udvikles i et samspil med forskere, virksomheder og relevante brancheorganisationer. Der er således også en efterspørgsel efter en høj grad af dialog og samarbejde om udviklingen af fondenes investeringsstrategier på centrale teknologiområder.

Citater:

"Der bør etableres et samlet forskningsprogram for branchen, der både omfatter Innovationsfonden og EUDP. Programmet skal udvikles sammen med branchen og omfatte en række teknologier, der er afgørende for at fastholde og videreudvikle vores styrkeposition".

Brancheorganisation

"Der er behov for en klar strategi på solområdet med fokus på områder, hvor der er et dansk erhvervspotentiale. Strategien skal fungere som pejlemærker for fremtidige projekter og samarbejder mellem forskere og virksomheder, og den skal fungere som referenceramme for at fokusere forskningen på universiteterne.

Virksomhed

"Det ville være bedre med én samlet pulje på energiområdet, eller i det mindste en samlet, langsigtet investeringsstrategi for de enkelte områder".

Forsker

Appendiks til kapitel 4: Fakta om EUDP og Innovationsfonden

Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP)

Grundlag
EUDP er etableret ved lov nr. 555 af 6. juni 2007 og ledes af en uafhængig bestyrelse. EUDP's formål er at understøtte Danmarks energipolitiske målsætninger om forsyningssikkerhed, hensyn til klima og miljø og omkostningseffektivitet. EUDP skal samtidig fremme udnyttelse og udvikling af erhvervspotentialer på området til gavn for vækst og beskæftigelse. Med udgangspunkt i disse formål kan EUDP's bestyrelse give tilskud inden for de bevillinger, der fastsættes på de årlige finanslove.

Opgaver
EUDP yder tilskud til fortrinsvis udvikling og demonstration af ny energiteknologi, og fremmer aktivt samarbejde mellem offentlige og private aktører. Hertil kommer opgaven med at styrke samspillet med internationale aktiviteter og programmer inden for energiteknologi. Samarbejdet mellem offentlige og private aktører skal bidrage til udarbejdelsen af strategier for udvikling af effektive og miljøvenlige energiteknologier og -systemer, der omfatter hele udviklingskæden fra forskning til markedsintroduktion. Samarbejdet skal endvidere bidrage til, at der identificeres konkrete indsatsområder, som kan danne basis for projektansøgninger og etablering af projektkonsortier. Aktiviteter inden for rammerne af EUDP koordineres med andre, der støtter eller fremmer forskning, udvikling, demonstration, innovation og erhvervsudvikling på energiområdet eller energi- og miljøområdet.

Støttemuligheder
Bestyrelsen kan efter ansøgning til EUDP give tilskud til udviklings- og demonstrationsprojekter og forskningsprojekter, der understøtter forberedelsen af udvikling og demonstration. Tilskud kan gives til projekter, der tilgodeser hensynet til teknologiudvikling i Danmark og gennemføres af offentlige eller private erhvervsvirksomheder eller videninstitutioner. Hovedansøger skal have hjemsted i Danmark.

Tilskud gives bl.a. til længerevarende projekter eller projektforløb, som udføres i samarbejde mellem flere virksomheder eller i samarbejde mellem virksomheder og videninstitutioner.

Ved vurderingen af om der skal gives tilskud, tages udgangspunkt i generelle kriterier, hvori der ud over lovens formål lægges vægt på projektforslagets faglige kvalitet og på ledelsesmæssige og organisatoriske forhold.

Ved vurderingen af ansøgninger lægges endvidere vægt på de indsatsområder, som identificeres, og de strategier, som udarbejdes inden for rammerne af samarbejdet mellem offentlige og private aktører.

Bestyrelsen kan give tilskud til udgifter til konkrete aktiviteter, der afholdes som led i udviklingen af samarbejde mellem offentlige og private aktører.

Bestyrelsen kan betale kontingent til internationalt forskningssamarbejde og bidrag til internationale programmer for forskning, udvikling, demonstration og innovation.

Innovationsfonden

Grundlag
Innovationsfonden blev etableret i 2014 som et uafhængigt organ under Uddannelses- og Forskningsministeriet. Fonden har til formål at give tilskud til strategisk- og udfordringsdrevet forskning, teknologiudvikling og innovation, der skaber vækst og beskæftigelse og bidrager til at løse samfundsudfordringer. Fonden investerer på den baggrund i konkrete projekter, partnerskaber og talenter, der omsætter forskning og viden til nye løsninger, som øger innovationskraften i Danmark og skaber konkrete resultater i form af økonomisk vækst eller anden samfundsnytte. Fondens årlige bevilling fra Finansloven har varieret fra omkring 1,6 mia. kr. til 1,3 mia. kr. Heraf har den strategiske energiforskning udgjort en

stor andel, hvilket betyder, at Innovationsfondens portefølje af energiprojekter i 2019 er på 2,3 mia. kr. Det gør energiforskning til et af fondens største faglige områder. De senere år har bevillinger til energiforskning via Innovationsfonden dog været dalende.

Energiforskning i Innovationsfonden
Innovationsfonden udmønter midler til energiforskning, -udvikling og innovation som et af de tematiske hovedområder. Innovationsfondens strategi for energiinvesteringer fra 2016 blev revideret i løbet af 2017 og offentliggjort i januar 2018. Innovationsfondens investeringsstrategi for 2018-20 tager afsæt i, at omstillingen i energisektoren giver muligheder for radikalt nye løsninger, og at store teknologiske gennembrud typisk har afsæt i ny viden og nye kompetencer opnået gennem stærk forskning og stærke offentligt-private samarbejder. Derfor vil fonden styrke den strategiske forskning på energiområdet, øge innovationskraften i den danske energisektor og medvirke til udvikling af radikalt nye løsninger til fremtidens energisystem.

Endvidere investerer fonden på tværs af sektorer i nye energiteknologier med højt indhold af materialeteknologi og nye services og forretningsmodeller med højt indhold af IKT. Investeringerne skal skabe økonomisk og samfundsmæssig værdi i danske virksomheder eller hos offentlige aftagere i stat, regioner og kommuner. Innovationsfondens investeringsstrategi understøtter derfor både eksisterende virksomheders styrkepositioner og nye innovative løsninger.

Muligheder for medfinansiering
Der er i 2018 investeret 169 mio. kr. i ti Grand Solutions-projekter inden for digitalisering og smart energi, fjernvarme, vind, energilagring, industriel elektronik, droneløsninger til energisektoren, transport, energieffektivitet og ikke mindst power-to-X (strøm til fremstilling af kemikalier og gasser og CO_2 anvendt til fremstilling af kemikalier til plastproduktion). I de ti Grand Solutions-projekter indgår der 33 danske virksomheder, 15 universitetspartnere (heraf en udenlandsk), to GTS-institutter (heraf et tysk institut), fem udenlandske industripartnere, syv forsyningsselskaber og en kommune.

Derudover har fonden foretaget mindre energiinvesteringer i forskertalenter (Erhvervsforsker), iværksættere (InnoFounder) og innovation i små og mellemstore virksomheder (InnoBooster) på i alt ca. 18 mio. kr. Innovationsfonden har i 2018 udarbejdet en international strategi, og de internationale aktiviteter på energiområdet i 2018 omfatter fire Eurostars projekter og tre projekter inden for det dansk-indiske samarbejde med en samlet investering på 19,4 mio. kr. Innovationsfonden indtrådte endvidere i EU Cofund Smart Energy Systems med opslag i 2018.

I 2019 er der øremærket ca. 80 mio. kr. til strategisk energiforskning i regi af Innovationsfonden. Derudover kan energi indgå i fondens opslag "Nye teknologiske muligheder" og i "Åbent opslag". Endvidere kan der søges medfinansiering til energiprojekter fra programmerne InnoBooster, Erhvervsforsker og inden for det dansk-kinesiske samarbejde på energiområdet.

5. Adgang til risikovillig kapital

5.1 Indledning

At udvikle og bringe energiteknologi på markedet er en kapitalkrævende proces. Den forudsætter ikke alene adgang til offentlige tilskudsprogrammer til at dække en del af risikoen og klare en del af den tidlige finansiering. Det er også afgørende, at der er et velfungerende *marked* for risikovillig kapital, der kan bidrage til at finansiere udvikling og demonstration samt de aktiviteter, der er forbundet med at kommercialisere teknologierne[22].

Det gælder især i forhold til iværksættervirksomheder, der udgør en vigtig del af energiklyngen. Men også etablerede virksomheder efterspørger risikovillig kapital til at få dækket de betydelige omkostninger ved at bringe ny energiteknologi på markedet[23].

De offentlige tilskudsprogrammer i Danmark stopper som vist i kapitel 4 ved TRL-niveau 8 (før at løsningerne afprøves og demonstreres i et driftsmiljø). Herefter forudsættes det, at virksomhederne i samspil med investorer og evt. formidlere af lånekapital kan dække finansieringen frem mod markedet. En proces, der ofte (i hvert fald på hardwareområdet) koster mange millioner kroner, kræver betydelige investeringer og tager op til flere år.

Herudover dækker EUDP maks. 60 pct. og InnoBooster maks. 33 pct. af den enkelte virksomheds omkostninger i udviklings- og demonstrationsfaserne (TRL 4-8). Derfor er adgang til risikovillig kapital – især for iværksættere – også vigtigt for at finansiere lønninger, udstyr, test, mv. i disse faser.

Med andre ord er der samlet et betydeligt behov for risikovillig og tålmodig kapital til at dække omkostninger ved at udvikle nye produkter og bringe dem på markedet.

Markedet for risikovillig kapital til finansiering af højteknologiske virksomheder og projekter omfatter fem typer af aktører og virkemidler:

- **Innovationsmiljøerne**, der på statens vegne har kunnet investeret risikovillig kapital i nye, innovative virksomheder (op til 6 mio. kr. pr. virksomhed).
- **Business angels**, der er erfarne erhvervsfolk og iværksættere, der investerer egne formuer i startups og engagerer sig aktivt i virksomhederne (som mentorer eller bestyrelsesmedlemmer).
- **Ventureinvestorer og private equity fonde**, der investerer større summer i virksomhederne mod at få en ejerandel og yde et aktivt ejerskab (ventureinvestorer går typisk ind tidligere end private equity fonde). Vækstfonden er en vigtig ventureinvestor, der både selv kan investere og investere i venturefonde (*fund of funds*).
- **Risikovillige lån**, der især er relevante i den sidste del af kommercialiseringsfasen, og som i Danmark bl.a. kan ydes af Danmarks Grønne Investeringsfond, der har en statsgaranteret låneramme på 2 mia. kr.
- **Etablerede virksomheder og industrielle fonde**, der kan investere direkte, i fonde (*fund of funds*) eller finansiere aktiviteter gennem køb af virksomheder, teknologi og optioner.

Innovationsmiljøerne er dog lukket pr. 1/1-2019, hvorefter Vækstfonden alene varetager opgaven med at investere kapital på vegne af staten. Vækstfonden foretager selv ventureinvesteringer og kan samtidig bidrage til at medfinansiere nye venturefonde (i samspil med fx pensionskasser

[22] Det skal bemærkes, at adgang til risikovillig kapital ligger inden for Erhvervsministeriets ressort, og at kapitlet således bevæger sig uden for opdragsgivers ressort. Analysen fokuserer også på denne problemstilling, fordi de samfundsøkonomiske effekter af statslige FUD-investeringer på energiområdet også afhænger af, hvordan kapitalmarkedet fungerer – og dermed af den førte erhvervspolitik.

[23] Damvad Analytics (2016)

og private fonde/investorer), der specialiserer sig i bestemte teknologiretninger.

Pointer fra tidligere analyser

Spørgsmålet om adgang til risikovillig kapital til energiteknologi har været belyst i nyere analyser. En analyse fra 2016 viser, at der et gap mellem det antal virksomheder, der har potentiale til at tiltrække kapital, og det antal virksomheder, der faktisk formår at tiltrække kapital[24]. Analysen peger bl.a. på, at mangel på forretningskompetencer, manglende kommerciel indsigt og uklarhed om forretningsmodellen bl.a. kan udgøre en barriere for at tiltrække kapital.

En nyere analyse fra 2017 konstaterer, at der også på udbudssiden eksisterer flere barrierer, der afholder investorer fra at investere i energiteknologi[25]. Analysen konkluderer, at kombinationen af følgende faktorer betyder et beskedent udbud af kapital til energiteknologisk udvikling:

1. Teknologierne er ofte kapitalkrævende og præget af lange udviklingstider.
2. Politisk usikkerhed – rentabiliteten af investeringerne er følsom over for ændringer i politiske rammevilkår og i reguleringen.
3. Manglende kommerciel transparens, der bl.a. knytter sig til, at der ikke eksisterer en standardiseret udviklingsmodel inden for energiteknologi[26].
4. For lidt nytænkning af forretningsmodellerne i branchen.

Analysen konstaterer også (i forlængelse af punkt 1), at *"venturekapitalfinansiering passer dårligt til kapitaltung energiteknologi",* og den sætter dermed spørgsmålstegn ved, om det er muligt at skabe et veludbygget marked for venturefinansiering af energiteknologi. Argumentet baserer sig på, at en del af de interviewede investorer angiver, at de er tilbageholdende, fordi det kræver store investeringer at gå ind i energiteknologi, og fordi udviklingstiderne er lange.

Omvendt kan der argumenteres for, at netop behovet for langsigtet, tålmodig kapital gør ventureinvesteringer til det primære virkemiddel til at finansiere udvikling og kommercialisering af energiteknologi. Der kan her drages paralleller til farma- og biotekområdet, idet dette teknologiområde i endnu højere grad er kendetegnet ved lange udviklingstider og store kapitalkrav. Og på biotekområdet er venturefinansiering den helt dominerende finansieringskilde i faserne frem mod salg eller notering på aktiemarkederne.

Det er således næppe realistisk at skabe et velfungerende marked for finansiering af energiteknologi, hvis der ikke etableres et velfungerende venturemarked på området i Danmark. Det er således ventureinvesteringer, der kan bygge bro mellem opstartsfinansiering og den finansiering, der skal til at finansiere kommercialiseringen, når løsningerne er udviklet, testet og demonstreret.

En anden pointe er, at der med den nationale energiaftale og Paris-aftalen er skabt større sikkerhed for de politiske rammevilkår. Det vil sige, at det andet argument på listen oven for har aftaget væsentligt i betydning, selv om ændringer i reguleringen naturligvis fortsat kan være en risikofaktor for den enkelte teknologi og det enkelte projekt.

Vores analyse, herunder de gennemførte interviews, viser, at der i dag ikke er et fokuseret marked eller finansielt økosystem for finansiering af energiteknologisk innovation i Danmark, som det findes i andre lande. Det er i dette lys ikke overraskende, at de adspurgte investorer i 2017-analysen udtrykker sig skeptisk om energiteknologi. Som på andre teknologiområder kræver det indsigt og erfaring at investere i energiteknologi. Og den indsigt findes i dag ikke i det danske investormiljø.

[24] Damvad Analytics (2016)
[25] Monitor Deloitte (2017)
[26] Hermed menes, at der ikke som på fx farmaområdet er en klar og kendt fasemodel for udviklingsarbejdet, der giver gennemsigtighed om, 1) hvor langt man er processen, og 2) forholdet mellem potentiale og risiko.

Vi har derfor valgt at supplere de eksisterende analyser med et fokus på to centrale spørgsmål:

- Hvad er mulighederne for at *udvikle* et marked for vækst- og ventureinvesteringer i energiteknologi i Danmark?
- Hvordan kan snitflader og overgange mellem statslige støtteprogrammer (især EUDP) og markedet for finansiering af energiteknologi styrkes?

Vores udgangspunkt har således været, at det er vigtigere at forholde sig til mulighederne for at *udvikle* et marked for investeringer i energiteknologi, end at fokusere på barrierer i det eksisterende (eller snarere ikke-eksisterende) danske marked for risikovillig kapital til energiteknologi.

Vores tilgang beror bl.a. på erfaringer fra life science området, hvor staten og Vækstfonden spillede en aktiv rolle i at skabe et venturemarked (se næste afsnit). Vores hypotese har således været, at der også inden for energiteknologi er behov for en markant erhvervspolitisk indsats i forhold til at opbygge et velfungerende marked for risikovillig kapital.

Samtidig har vi kunnet konstatere, at andre lande, der lige som Danmark står stærkt inden for energiteknologi, har flere specialiserede venturefonde inden for energiteknologi og cleantech. Det gør det interessant at kigge nærmere på, hvordan disse fonde er etableret, og hvad statens rolle har været.

Endvidere er det vigtigt at evaluere samspillet mellem offentlige programmer og markedet for risikovillig kapital. Det vil sige, om der er huller i finansieringen mellem fx EUDP og det private kapitalmarked, og hvad der kan gøres for at lukke et sådant hul. Herunder om der i højere grad kan bygges bro mellem deltagelse i støttede projekter og mulighederne for at tiltrække risikovillig kapital[27].

Vi har belyst de to problemstillinger gennem følgende analyseaktiviteter:

- Desk research og interviews med nøglepersoner i Danmark vedrørende udviklingen i markedet for risikovillig kapital inden for energiteknologi. Fokus har her været på at afdække udviklingen i de senere år, årsager til faldet i investeringer i energiteknologi, samt mulighederne for at skabe et stærkere venturemarked.
- Desk research og interviews med fokus på to andre teknologiområder (life science og robotteknologi), hvor der i dag er et mere veletableret marked for risikovillig kapital i Danmark. Målet har her været at kortlægge, om der kan hentes viden og inspiration fra andre områder i etableringen af et dansk venturemarked inden for energiteknologi.
- Analyse af venturemarkedet og af samspillet mellem offentlige støtteprogrammer og markedet for risikovillig kapital i to andre lande (Holland og Canada) med mere veludbyggede venturemarkeder inden for energiteknologi.

Den resterende del af kapitlet er bygget op på følgende måde:

- Afsnit 5.2 beskriver udviklingen i venture- og vækstinvesteringerne inden for energiteknologi de seneste 10 år i Danmark og i andre lande.
- Afsnit 5.3 diskuterer det nuværende investormiljø i Danmark inden for energiteknologi, og hvad der har været de væsentlige årsager til faldet i ventureinvesteringerne i Danmark inden for energiteknologi.
- Afsnit 5.4 belyser erfaringer fra andre sektorer i Danmark, der har haft succes med at tiltrække venturekapital og anden risikovillig kapital til iværksættervirksomheder.

[27] Flere af anbefalingerne i analysen fra Monitor Deloitte (2017) vedrører også denne problemstilling.

- Afsnit 5.5-5-6 kigger nærmere på erfaringer fra Holland og Canada.
- Endelig diskuterer afsnit 5.7 med afsæt i erfaringerne fra andre sektorer og lande 1) veje til at udvikle et stærkere venturemarked i Danmark inden for energiteknologi og 2) mulige tiltag inden for rammerne af nationale støtteprogrammer, der kan medvirke til at lette de deltagende virksomheders adgang til privat kapital.

5.2 Udviklingen i ventureinvesteringerne inden for energiteknologi

Figur 5.1 viser udviklingen i antallet af vækst- og ventureinvesteringer i Danmark inden for energi og miljø (cleantech) siden 2007. Samtidig viser figuren, hvor stor en andel investeringerne udgør af de samlede vækst- og ventureinvesteringer i Danmark.

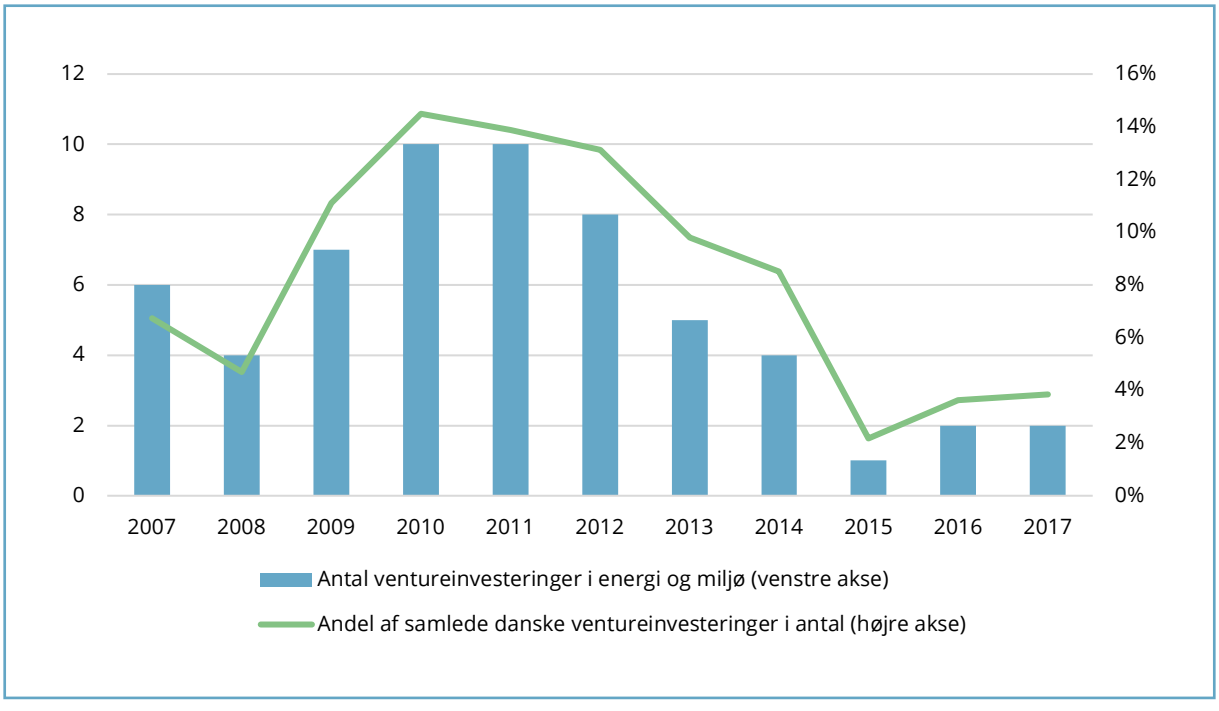
Figuren viser, at der i de tre seneste år har været meget få investeringer i cleantech i modsætning til perioden 2009-12, hvor der var op mod ti investeringer årligt. Samtidig er cleantech's andel af de samlede vækst- og ventureinvesteringer i Danmark faldet til under fire pct.

En del af investeringerne kommer fra innovationsmiljøer og mindre fonde og er derfor relativt små investeringer. Ifølge Vækstfonden har Vækstfonden selv og egentlige venturefonde samlet kun foretaget to investeringer inden for cleantech-området siden 2013. Med andre ord er venturemarkedet for energiteknologi stort set ikke eksisterende i Danmark.

Det afspejler sig også i figur 5.2 på næste side, der viser udviklingen i de samlede vækst- og ventureinvesteringer i energi og miljø i Danmark opgjort i *kroner*. Også denne figur viser både udviklingen inden for energi og miljø siden 2007 samt udviklingen i cleantech's andel af de samlede vækst- og ventureinvesteringer.

Figuren viser, at der i beløb har været tale om et endnu større fald. I de seneste fire år har de samlede vækst- og ventureinvesteringerne inden for energi og miljø udgjort mindre end én pct. af de

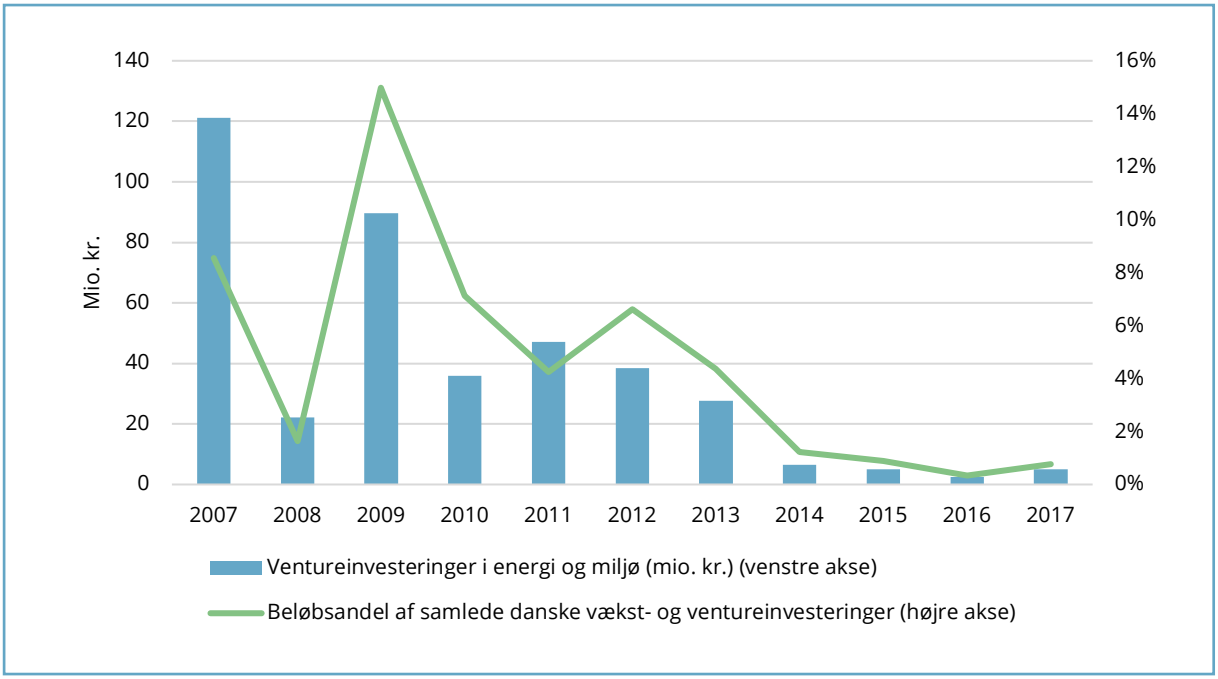
Figur 5.1. Antal vækst- og ventureinvesteringer inden for energi og miljø samt andelen af det samlede antal investeringer i Danmark, 2007-17



Kilde: Invest Europe.

samlede vækst- og ventureinvesteringer i Danmark.

Figur 5.2. Vækst- og ventureinvesteringer inden for energi og miljø opgjort i mio. kr. og pct. af samlede ventureinvesteringer i Danmark, 2007-17



Kilde: Invest Europe

For at vurdere udviklingen i Danmark har vi endvidere sammenlignet udviklingen i vækst- og ventureinvesteringer på energi- og miljøområdet med udviklingen i en række andre lande, der også står stærkt inden for energiteknologi.

Tabel 5.1 viser således udviklingen i antallet af vækst- og ventureinvesteringer inden for energi og miljø i seks europæiske lande, Canada og EU.

Tabel 5.1 Udviklingen i antal vækst- og ventureinvesteringer i energi og miljø i udvalgte lande, 2007-17

År	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Danmark	6	4	7	10	10	8	5	4	1	2	2
EU	223	294	289	293	281	298	263	234	196	181	183
Finland	9	12	20	11	16	15	11	13	14	12	17
Holland	12	14	14	11	8	16	19	19	21	19	16
Sverige	22	18	23	32	32	38	24	27	24	10	13
Tyskland	42	52	45	40	41	42	42	38	37	32	27
Storbritannien	35	57	36	42	40	57	41	28	23	22	22
Canada	2	3	5	4	7	10	12	15	11	12	14

Kilde: Invest Europe og Pitchbook

Note: Data for de europæiske lande af hentet fra Invest Europe, mens data for Canada er fra Pitchbook. De to databaser har forskellige opgørelsesmetoder, hvorfor de canadiske data ikke er direkte sammenlignelige med de europæiske.

Tabellen viser, at der generelt er sket et fald i antallet af investeringer i Europa siden 2013, men at faldet forholdsmæssigt har været langt større i Danmark end i andre lande. Også Sverige har oplevet et betydeligt fald, mens Holland og Canada har oplevet en vækst i antallet af investeringer inden for energi og miljø. Danmark er det eneste land, der i dag ikke har et vist niveau af investeringer.

Vores opgørelse viser endvidere, at energi og miljø udgjorde 5-6 pct. af de samlede vækst- og ventureinvesteringer i 2015-17 i Europa under ét. Trods vores position som "foregangsland" inden for energiteknologi ligger vi altså væsentligt under et europæisk gennemsnitsniveau.

5.3 Det nuværende investeringsmiljø inden for energiteknologi

Der er således i de seneste år sket en nedgang i ventureinvesteringerne i Danmark, der har været markant større end i andre lande. Vi har gennem interviews med forskellige aktører[28] forsøgt at kortlægge årsagerne til udviklingen.

Udgangspunktet er, at der fra 2006-07 og de næste 4-5 år blev foretaget flere større satsninger på inden for cleantech. Herunder kan nævnes:

- Bankinvest etablerede i 2006 en fokuseret venturefond – "New Energy Solutions" – med en samlet kapital på 109 mio. euro.
- Vækstfonden udpegede cleantech som fokusområde, ansatte en investment manager på området og investerede frem til 2012/13 i en række unge cleantech-virksomheder.
- Insero Horsens etablerede en venturefond, der frem til 2013 investerede i en række virksomheder inden for cleantech.
- Seed Capital (etableret i 2004), der er Danmarks største venturefond for unge teknologiselskaber, havde i sine to første fonde cleantech som et væsentligt satsningsområde.

Herudover udgjorde energi og miljø en væsentlig del af innovationsmiljøernes forprojekter og investeringer i nye virksomheder i samme periode, jf. figur 5.3 på næste side, der viser udviklingen i antal forprojekter i alt og inden for energi og miljø (cleantech).

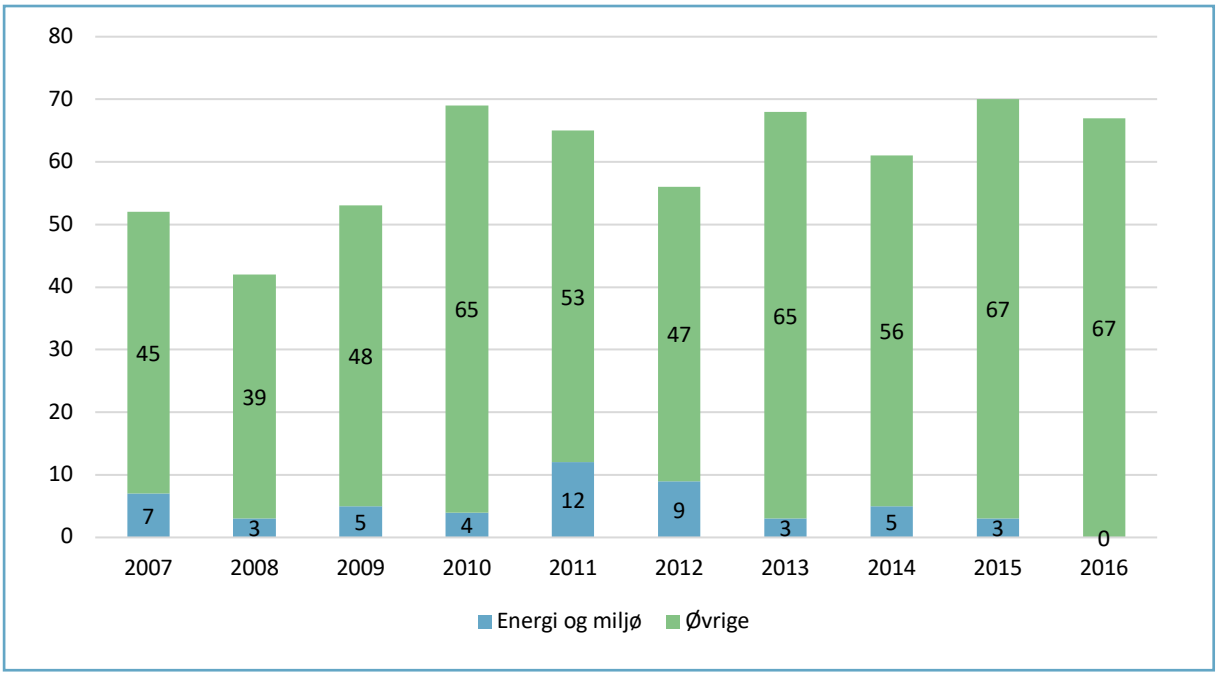
Den fælles melding fra alle disse aktører er, at de enten er stoppet med at investere inden for energiteknologi og cleantech eller har reduceret deres investeringer betydeligt. Nedprioriteringen afspejler sig fx i omfanget af igangsatte forprojekter under innovationsmiljøerne, der i 2016 nåede bunden med et rundt nul, jf. figur 5.3 på næste side.

De forskellige aktører angiver stort set de samme årsager til det faldende engagement. Nemlig at de alle har tabt mange penge på satsningerne. Fx har Vækstfonden netto afskrevet ca. 100 mio. kr. på dens cleantech-investeringer. De gennemførte interview peger på, at det skyldes en kombination af følgende forhold (hvoraf flere også blev trukket frem i de i afsnit 5.1 nævnte analyser):

- De lange udviklingstider og store udgifter til at kommercialisere energiteknologi.
- At en del teknologier viste sig ikke at være kommercialiseringsegnede.
- Mange af iværksættervirksomhederne har manglet kritiske forretningskompetencer, og det har været svært at rekruttere erfarne forretningspersoner fra etablerede virksomheder.
- Fondene/investorerne har manglet sektorindsigt og erfaring i at investere i cleantech-virksomheder.

[28] Herunder Vækstfonden, Seed Capital, Insero Horsens, Ørsted, VELUX FONDEN samt en række branche- og klyngeorganisationer.

Figur 5.3. Udviklingen i antallet af forprojekter inden for energi og miljø i Innovationsmiljøerne, 2007-16



Kilde: Innovationsmiljøernes performanceregnskaber, 2008-17

- Markedet for teknologierne modnede sig langsommere end forventet, og kommercialiseringen blev i en del tilfælde besværliggjort eller umuliggjort af ændringer i reguleringen.
- Det første halve årti med satsninger på energiteknologi/cleantech var med andre ord præget af meget få succeshistorier og store tab. Det har skræmt danske investorer væk og gjort, at det i de seneste år har været meget svært at rejse ny kapital på området i Danmark.

Der er dog eksempler på fonde og danske energiselskaber, der har igangsat venturesatsninger i de seneste år. Fx har VELUX FONDEN investeret i to venturefonde inden for cleantech, mens Ørsted har etableret Ørsted Ventures, der investerer i startups inden for bl.a. vind og bioenergi. Fælles for disse satsninger er dog, at de er globale (se uddybning af VELUX FONDENs strategi i afsnit 5.7), og at de indtil videre ikke har resulteret i finansiering af danske cleantech-startups.

Vi har med dette – lidt negative udgangspunkt – analyseret, om det er muligt at udvikle et attraktivt marked for risikovillig kapital til energiteknologi i Danmark.

Første skridt er at kigge nærmere på læren fra andre klynger.

5.4 Læren fra andre erhverv og klynger

Life science og robotteknologi er to andre højteknologiske klynger, hvor vi i Danmark står stærkt, og hvor det kræver betydeligt med kapital at bringe nye produkter på markedet (dog betydeligt mere inden for life science). Det er samtidig erhverv, hvor det i Danmark er lykkedes at skabe mange nye vækstvirksomheder, som i opstartsårene er finansieret af investorer med betydelig tålmodighed og risikovillighed.

Især life science (og primært biotek) har formået at tiltrække meget risikovillig kapital. I perioden 1998-2010, der var takeoff-perioden for dansk biotek, investerede danske venturefonde i alt 5 mia. kr. i dansk biotek[29]. Og i årene 2011-17 har life science udgjort 35-55 pct. af de samlede

[29] Erhvervsstyrelsen (2012)

ventureinvesteringer i Danmark[30]. Der findes ikke selvstændige opgørelser inden for robotteknologi, men vi anslår, at klyngen over de seneste ti år har tiltrukket ca. 1 mia. kr. i risikovillig kapital.

Store tab i opbygningsfasen er ikke et nyt fænomen

En første interessant pointe fra analysen af de to klynger er, at store tab på ventureinvesteringer ved opbygning af en ny industri ikke er et nyt fænomen. Det danske venturemarked for biotek blev opbygget fra 1998, hvor Bankinvest etablerede den første danske biotek-venturefond. Det anslås, at der i de første 10-12 år blev investeret ca. 5 mia. kr. i dansk biotek, hvoraf 30-40 pct. blev tabt[31].

Årsagen var en kombination af manglende kommercielle kompetencer i ledelsen i mange biotekvirksomheder og en tilsvarende mangel på kompetencer blandt investorerne. De fleste ledende personer i biotek-venturemiljøet havde en finansiel baggrund og manglede derfor ofte den fornødne brancheerfaring til at foretage due diligence på et tilstrækkeligt niveau. Den manglende brancheerfaring gjorde det også vanskeligere for venturefondene at stille krav til og finde de rette personer til ledelsen blandt porteføljevirksomhederne[32].

Dette svarer helt til det billede, vi gennem interviewene har fået af de hidtidige danske ventureinvestorer inden for cleantech.

Den næste generation af biotekfonde og -investorer lærte af den første generation, og afkastet af ventureinvesteringer i biotek er siden opstartsperioden blevet betydeligt bedre. Fx er indtjeningen fra exits på life science området afgørende for, at Vækstfonden i de senere år har kunnet fremvise store overskud.

Robotklyngen, der er lokaliseret på Fyn omkring SDU's stærke forsknings- og uddannelsesmiljø for robotteknologi, adskiller sig på nogle punkter fra biotek-klyngen. Dels er klyngen ung, og der er endnu ikke helt så mange teknologiudviklingsvirksomheder[33]. Dels er udviklingsomkostningerne og *time to market* gennemsnitligt mindre. Det koster dog 25-75 mio. kr. at udvikle nye robottyper og bringe dem på markedet. Hertil kommer, at virksomhederne opererer på et globalt marked, hvor kravene til at finansiere skaleringsfasen kan være store.

Der findes ikke danske venturefonde med særligt fokus på robotteknologi, men enkelte udenlandske venturefonde har investeret i virksomheder i robotklyngen[34]. Herudover er private equity fonde, business angels og familieejede, industrielle investeringsfonde (fx Clausens A/S) aktive investorer. Også Vækstfonden har investeret i flere robotvirksomheder.

Robotteknologi er kendetegnet ved en historik, der står lidt i kontrast til biotek (og energiteknologi). Således er Universal Robots (2015) og Mobile Industrial Robots (2018) blevet solgt til amerikanske Teradyne for i alt 3,6 mia. kr.

De to salg betyder, at der i klyngens første årti samlet set er realiseret en stor gevinst for investorerne i robotklyngen, hvilket har trukket yderligere investorer til klyngen. Samtidig er indtægterne fra salget i høj grad blevet geninvesteret i klyngen.

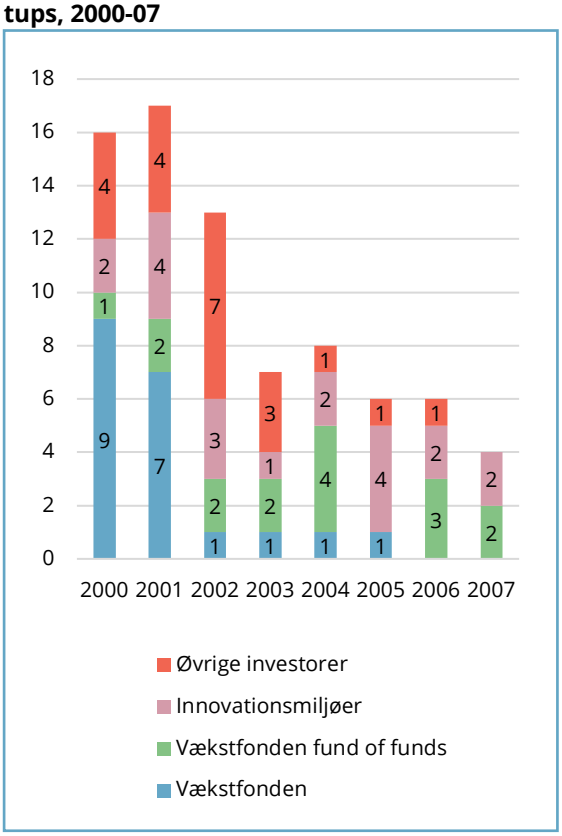
Staten og Vækstfonden har haft en nøglerolle i begge klynger

En anden interessant pointe er, at staten og erhvervspolitikken har spillet en helt afgørende rolle for opbygningen af et seed- og venturemarked i begge klynger.

Det illustreres for bioteks vedkommende af nedenstående figur, der giver et overblik over nyinvesteringer i biotek-startups i perioden 2000-07, hvor biotekklyngen blev opbygget.

[30] Vækstfonden (2018)
[31] Erhvervsstyrelsen (2012)
[32] Erhvervsstyrelsen (2012)
[33] En væsentlig del af robotklyngen består af såkaldte integratorer, der er konsulentvirksomheder, der arbejder med at implementere og installere robotteknologi i produktionsvirksomheder.
[34] Interview med Enrico Krog Iversen, On Robot (tidligere Universal Robots)

Figur 5.4. Investeringer i danske biotek startups, 2000-07



Kilde: Erhvervsstyrelsen (2012)

Det fremgår, at langt de fleste biotekvirksomheder blev finansieret enten direkte af Vækstfonden og innovationsmiljøerne, eller af fonde, som Vækstfonden finansierede sammen med primært pensionskasser.

Pensionskasserne var således også centrale aktører i etableringen af biotekklyngen og finansierede en stor del af venturefondene i slutningen af 90'erne og i begyndelsen af 00'erne. Også dette var et resultat af den førte erhvervspolitik, idet:

- Erhvervsministeriet i slutningen af 1990'erne tog initiativ til en tæt dialog med pensionskasserne om at placere en større del af deres midler i unoterede aktier på teknologiområdet for at understøtte højteknologiske klynger i Danmark, herunder inden for biotek.
- Der i forlængelse heraf blev gennemført flere lovændringer, der skulle gøre det mere attraktivt for investorer at sætte midler i denne type af aktier[35].

I dag er pensionskasserne mindre aktive i forhold til at investere i dansk biotek – bl.a. fordi en del af midlerne som nævnt blev tabt. De investerer nu primært i mere modne virksomheder – og ofte i udlandet – når det gælder unoterede aktier.

Den statslige, risikovillige kapital var ikke alene vigtig for at finansiere de tidligste faser i etableringen af nye biotekselskaber. Den har også spillet en stor rolle for lidt mere etablerede biotekselskaber. En opgørelse viser således, at knapt halvdelen af de samlede ventureinvesteringer i danske biotekvirksomheder kom fra Vækstfonden eller Vækstfondens *fund of funds* i slutningen af 00'erne[36].

Også i robotklyngen fremhæves Vækstfondens store rolle i opbygningen af klyngen. Vækstfonden traf i slutningen af 00'erne en strategisk beslutning om at fokusere mere på at investere i industriel produktionsteknologi.

Det var medvirkende til, at Vækstfonden i 2008 investerede et stort beløb i Universal Robots, der var en af robotklyngens første virksomheder. Udover indskud af venturekapital hjalp Vækstfonden Universal Robots med at tilføre kommercielle kompetencer og finde den rette CEO i form af Enrico Krog Iversen.

Flere af robotklyngens øvrige udviklingsvirksomheder er blevet finansieret på samme måde[37]. Men i dag spiller staten/Vækstfonden dog en lidt mindre rolle for adgangen til risikovillig kapital i robotklyngen, fordi succeshistorierne og den hastige vækst inden for automationsteknologi har tiltrukket mange investorer. Selv private equity fonde har valgt at gå ind i dansk robotteknologi på et tidspunkt i virksomhedernes udvikling, hvor

[35] Fx Lov om finansiel virksomhed (1998), der gav pensionskasser og forsikringsselskaber mulighed for at investere op til 20 pct. af formuen i unoterede aktier. Samt Lov om fradrag for formueforvaltning (2000), der tilskynder pensionskasser til at investere i unoterede aktier i SMV'er via indførelse af nettobeskatning frem for bruttobeskatning i formueforvaltning.

[36] Erhvervsstyrelsen (2012)

[37] Interview med Mikkel Christoffersen, Odense Robotics

de normalt ikke går ind, fordi risikoen stadig er stor[38].

Der er i dag flere forskellige typer af investorer (business angels, Vækstfonden, private equity fonde, industrielle investorer), der investerer i unge robotvirksomheder.

Stærkt økosystem

Et yderligere fælles træk ved biotekklyngen og robotklyngen er en stærk klyngedynamik karakteriseret ved:

- At der er en væsentlig mobilitet af medarbejdere på tværs af klyngernes virksomheder.
- At en del af denne mobilitet også består i, at ledere og nøglemedarbejdere fra etablerede virksomheder skifter spor og etablerer nye virksomheder – eller headhuntes til ledende stillinger i disse.
- At iværksættere og investorer har let ved at finde hinanden og finde det rette match.
- At etablerede virksomheder og erfarne iværksættere også engagerer sig som investorer.

Der er naturligvis stor forskel på de to klynger på det sidste punkt på grund af den meget store forskel mellem life science og robotteknologi med hensyn til størrelse og modenhed.

I dag er Novo Ventures og Lundbeckfonden Ventures dominerende venturefonde i Danmark på biotekområdet, og Novo Seeds A/S er den vigtigste aktør i Danmark i finansieringen af nye kommercialiseringsprojekter og opstartsvirksomheder på biotekområdet.

Men vi ser også, at kompetencer og indtægter fra salget af robotvirksomheder bliver geninvesteret i robotklyngen.

Herudover fremhæver aktører i begge klynger det som centralt, at det er nemt for virksomhederne at finde frem til de rette investorer. Hvor det finansielle økosystem i bioteksektoren fungerer godt på grund af et finmasket og stærkt netværk, er matchmakingen mellem iværksættere og investorer i høj grad sat i system i Robotklyngen. Odense Robotics og Invest in Odense arbejder tæt sammen om initiativer, hvor iværksættere pitches over for investorer, og hvor mødet mellem iværksættere og mulige investorer faciliteres. De to organisationer arbejder målrettet på at matche iværksætterne med de rette investorer, således at kemien passer, og således at investorens kompetencer og erfaringer kommer i spil i de virksomheder, hvor de giver størst værdi.

Det betyder også, at den enkelte iværksætter kan fokusere mere på virksomheden – og ikke selv behøver at bruge mange ressourcer på at finde, vrage og vælge investorer, der passer til virksomhedens profil. Fx konkluderer en analyse fra 2016, at energiteknologiske virksomheder skal i dialog med op til 50 potentielle investorer, før at det lykkes at rejse kapital[39]. Det er denne proces, der er gjort meget mere overkommelig i robotklyngen.

Et andet meget vigtigt resultat af indsatsen for at facilitere samspillet mellem iværksættere og investorer i robotklyngen er, at investeringerne ofte syndikeres. Der står således investorteams bag en række af de mest lovende robotvirksomheder[40]. Det giver iværksætterne adgang til en større vifte af kompetencer samtidig med, at den enkelte investor bedre kan sprede sine midler over flere virksomheder.

En af udfordringerne inden for energiteknologi er, at den enkelte investor, fx en business angel, ofte skal investere en stor del af formuen i den enkelte virksomhed eller reservere mange penge til opfølgende investeringer. Modellen med syndikerede investeringer mindsker risikoen og den kapital, en investor skal binde i en enkelt virksomhed.

[38] Interview med Enrico Krog Iversen, CEO On Robots
[39] Damvad (2016)
[40] Interviews med Mikkel Christoffersen, Odense Robotics, og Mikkel Christoffersen, On Robots. I flere virksomheder indgår Vækstfonden i disse teams.

Afslutning

Den samlede lære fra de to eksempler er, at opbygningen af et aktivt seed- og venturemarked har krævet en aktiv statslig erhvervspolitik – ikke mindst via Vækstfonden, der har investeret kapital i nye virksomheder på vegne af staten.

Læren er også, at der specielt under opbygningen af en højteknologisk klynge er en vis risiko for, at investeringerne set fra et investorsynspunkt går mindre godt.

Men ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt har investeringerne i begge klynger samlet givet et godt afkast, fordi det er lykkedes at skabe stærke klynger med mange arbejdspladser, høj værdiskabelse og produktivitet[41]. Netop derfor er det vigtigt med et statsligt engagement i opstartsfasen, hvor risikoen er stor, klyngen umoden, og hvor der kan mangle kompetencer i både virksomheder og investormiljø.

Dette er også tilfældet inden for energiteknologi, hvor det dog er sværere at tale om en egentlig opstartsperiode, idet teknologierne har forskellig modenhed. Men i forhold iværksætteri og investorfokus er det rimeligt at tale om perioden 2005/06-2012/13 som en opstartsperiode, hvor mange nye teknologier og virksomheder så dagens lys.

Denne periode har for energiteknologi en del lighedstegn med opstartsperioden for biotek. Også når det gælder energiteknologi var perioden kendetegnet ved stor optimisme, der blev til betydelige tab på grund af manglende kompetencer i iværksættervirksomhederne samt i investormiljøet, der begge steder manglede sektorindsigt og erfaringer i at investere på området.

Når investorinteressen inden for energiteknologi – modsat biotek – døde ud efter den første periode med skuffende resultater, hænger det efter IRIS Groups vurdering sammen med:

- At biotekområdet har draget fordel af de store life science virksomheders aktive og fortsatte engagement i at skabe en stærk pipeline af nye biotekvirksomheder i Danmark (uanset resultaterne i opbygningsfasen). Herunder blev Novo Seeds A/S etableret for at investere i nye biotekvirksomheder.
- At Vækstfonden ikke har haft et klart politisk mandat til at investere i energiteknologi. Og derfor har haft vanskeligt ved at risikere større tab end de allerede realiserede.
- At det har været vanskeligere at rekruttere de rette personer til management teams i energiteknologiske virksomheder, fordi der ikke er den samme klyngedynamik i sektoren som inden for fx biotek, hvor ledere og medarbejdere fra den etablerede industri engagerer sig i opstartsvirksomheder.

En supplerende faktor er dog formentlig tidsfaktoren knyttet til, hvornår ventureinvesteringer kan tjene sig hjem. Udviklingstiderne inden for biotek er endnu længere end inden for energiteknologi. Men der en klarere udviklingsmodel med gode muligheder for exits undervejs (salg til big pharma virksomheder) i udviklingsprocessen, hvis resultaterne viser sig lovende i prækliniske eller kliniske test. Samtidig er internationaliseringsprocessen hurtigere inden for biotek, når produkterne først når markedet.

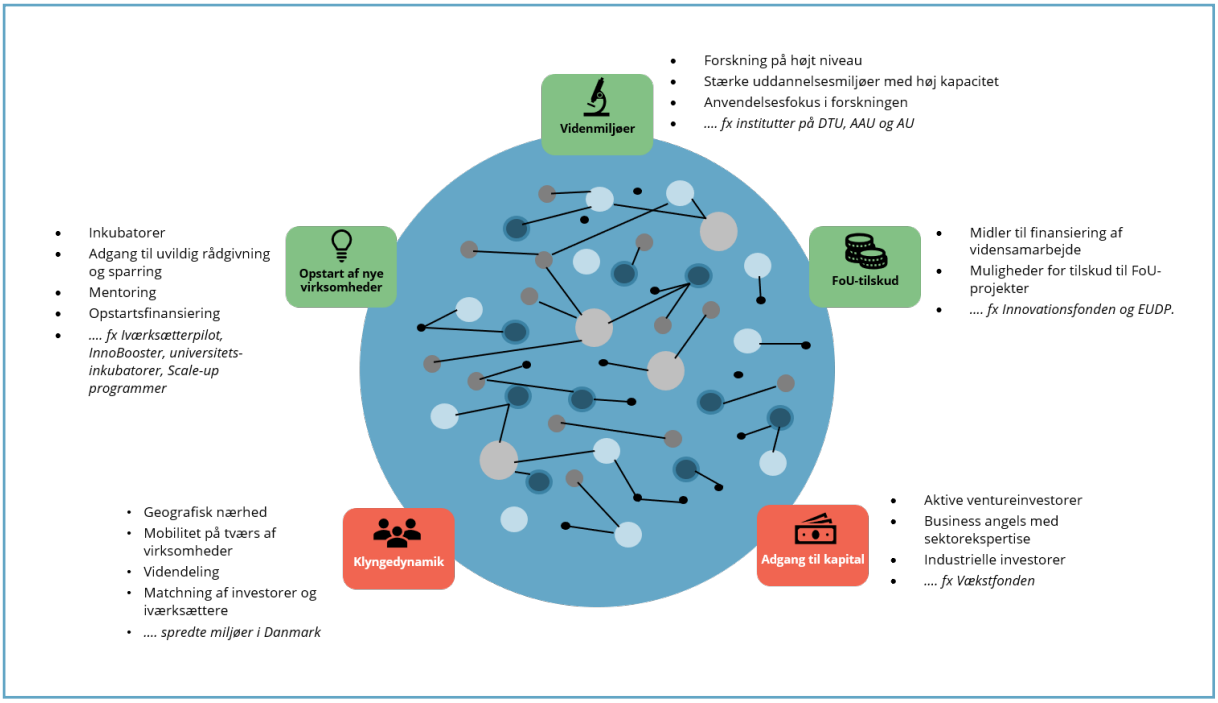
Det betyder, at der inden for energiteknologi kan være brug for mere langsigtede investeringer og større tålmodighed end i traditionelle venturefonde, hvor investorerne kræver deres forventede afkast realiseret efter 8-12 år.

Også dette forhold taler for, at det er vanskeligt at opbygge et venturemarked uden en aktiv statslig involvering, fordi staten netop har mulighed for at anlægge et mere langsigtet perspektiv.

I figuren på næste side har vi forsøgt at give et overblik over fem centrale elementer i et velfungerende økosystem for udvikling og finansiering af nye, højteknologiske virksomheder inden for en bestemt klynge.

[41] Se også IRIS Group (2017)

Figur 5.5. Økosystemer for højteknologiske klynger



Kilde: IRIS Group

Figuren lister inden for hvert af de fem elementer centrale typer af aktører og indsatsområder. Under hvert element er endvidere til sidst – i kursiv – angivet nogle eksempler på aktører.

Inden for flere af de fem elementer – videnmiljøer, opstartsvilkår, FoU-finansiering – har energiteknologiklyngen nogle af de samme, stærke rammer og karakteristika som biotek- og robotklyngerne. Men på de andre områder er der svagheder (markeret med rødt i figuren).

Svaghederne kan opsummeres til:

- Ingen aktive ventureinvestorer med fokus på det danske marked og meget få aktive business angels med sektorerfaring inden for energiteknologi.
- Svagt fungerende økosystem i forhold til at matche iværksættere og investorer (herunder mulige udenlandske investorer) og etablere investorteams, der mindsker risikoen for den enkelte investor.
- Stor geografisk spredning i branchen, der gør det vanskeligere at realisere klyngedynamikker.
- Etablerede virksomheder i klyngen engagerer sig kun i begrænset omfang i finansiering og udvikling af startups i Danmark.
- Ingen succeshistorier blandt iværksættere, der kan fungere som forbilleder, og hvor fx indtægter fra exits kan geninvesteres i klyngen.

Disse svagheder betyder tilsammen, at det er vanskeligt at finansiere og skabe succesfulde vækstvirksomheder inden for energiteknologi.

I afsnit 5.5-5.6 kigger på nærmere på erfaringer fra andre lande, hvorefter vi i afsnit 5.7 vender tilbage til, hvordan svaghederne kan adresseres.

5.5 Markedet for risikovillig kapital i Canada og Holland

Både Canada og Holland har i dag et betydeligt marked for risikovillig kapital med private aktører, der investerer i energiteknologi. Markederne i de to lande er samtidig karakteriseret ved et stigende antal ventureinvesteringer (jf. afsnit 5.2) på trods af, at den generelle globale tendens har været et fald i ventureinvesteringerne.

I dette afsnit ser vi nærmere på venturemarkederne i de to lande, investorerne bag de etablerede venturefonde og statens rolle i at opbygge og stimulere markederne[42].

Tålmodig kapital fra staten

Et vigtigt fælles træk i de to lande er, at staten har spillet en aktiv rolle i at udvikle venturemarkedet – både generelt og inden for energiteknologi/cleantech.

I 2011 etablerede Canadas pendant til Vækstfonden, Business Development Bank of Canada (BDC), tre højtspecialiserede fonde dedikeret til henholdsvis sundhedsteknologi, IKT samt industriel miljø- og energiteknologi. BDC er i lighed med Vækstfonden statsejet og investerer – igen som Vækstfonden – i både *fund of funds* og direkte i virksomheder. Alle investeringer syndikeres med private aktører, og BDC har haft succes med at tiltrække udenlandske investorer.

BDC's tre fokusområder blev dels fastlagt på baggrund af en analyse af fondens eksisterende portefølje. Og dels ud fra en strategisk beslutning om at satse fokuseret og opbygge de rette investorkompetencer inden for tre afgrænsede investeringsområder. Venturemarkedet inden for hver af de tre sektorer er vokset betydeligt siden 2011, og Canadas økosystem inden for sundhedsteknologi og IKT klarer sig i dag så godt, at BDC er mindre aktiv med nye investeringer på disse områder. Inden for energiområdet er der en bevidsthed om feltets lange udviklingstider og behovet for et langsigtet erhvervspolitisk engagement. "BDC ICE", som fonden med fokus på industriel, miljø- og energiteknologi hedder, har derfor fået et tiårigt mandat til fortsat at gå aktivt ind i energisektoren med tålmodig kapital, sektorkendskab og forretningsforståelse.

Holland har ikke tidligere haft en pendant til Vækstfonden. Men i starten af 2017 besluttede den hollandske regering imidlertid at oprette en statsejet investeringsfond under navnet Invest-NL. Staten har investeret 2,5 mia. euro i den nye fond, der forventes at tilbyde lån og early stage venture investeringer med henblik på at stimulere hollandske innovationer og bringe dem tættere på markedet. Fondens investeringsstrategi er endnu ikke fastlagt, men energiområdet forventes at blive et selvstændigt fokusområde[43].

Statsfinansieret boost til venturemarkedet

I 2013 iværksatte både Canada og Holland generelle initiativer med henblik på at booste venturemarkedet.

Holland har stimuleret venturemarkedet ad to omgange gennem det såkaldte Dutch Venture Initiative (DVI) med henholdsvis 150 mio. euro i 2013 (DVI I) og 200 mio. euro i 2016 (DVI II). Midlerne er udmøntet som *fund of funds* på baggrund af ansøgninger fra venturefonde. Fondene skal enten være hollandske eller have betydelig investeringsaktivitet i Holland, og der er krav om, at investeringen fra DVI matches af minimum samme beløb fra private investorer. Størstedelen af investeringerne fra DVI I og II er gået til venturefonde med fokus på life science, men der er også foretaget investeringer i fonde med energiteknologisk fokus, herunder SET Ventures (se tabel 5.2 på næste side). DVI er støttet af den Europæiske Investeringsfond.

Seed Capital-programmet er et andet hollandsk initiativ sat i verden for at tilføre flere midler i den tidlige seed-fase. Programmet har siden 2005 tilbudt attraktive lån til nye seed-fonde. Seed Capital kan ansøges om et ikke-forrentet lån svarende til det beløb, som en fond har rejst i privat kapital (op til 6 mio. euro). Programmet har været en succes i forhold til at skabe en underskov af seedfonde i Holland, bl.a. fordi programmet er åbent for både hollandske og udenlandske investorer, og således har internationalt udsyn[44]. Seed

[42] Canada og Holland er udvalgt ud fra en vurdering af, at venturemarkedet i disse lande er styrket de senere år samtidig med, at de to lande har programmer, der ligner EUDP. Vurderingen er foretaget på baggrund af desk research af en række lande, der står stærkt inden for energiteknologi: Canada, Finland, Holland, Spanien, Storbritannien, Sverige og Tyskland.

[43] Interview med Fred van Beuningen, Managing Partner Chrysalix Venture Capital og Director i Clean Tech Delta. Se desuden Erklæring fra det hollandske Ministerium for Økonomi og Klima: https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-buitenlandse-zaken/documenten/kamerstukken/2018/02/15/kamerbrief-invest-nl

[44] Interview med Anton Arts, Associate Partner SET Ventures

Capital blev etableret med et bredt sektorfokus, men er i dag mere fokuseret på udvalgte sektorer, herunder life science, energi, IKT og transport.

Canada iværksatte i 2013 Venture Capital Action Plan (VCAP) med 390 mio. canadiske dollars til *fund of funds*. Antallet af investeringer fordeler sig nogenlunde efter VC-markedernes størrelse i Canada, hvor IKT er størst (61 pct. af den samlede VC-aktivitet), hvorefter sundhedsteknologi (23 pct.) og Cleantech (6 pct.) følger. De resterende 10 pct. af den samlede ventureaktivitet i Canada fordeler sig på en række mindre områder[45].

Både Canada og Holland har således de seneste 10-15 år investeret betydeligt i at opbygge venturemarkedet, og modsat Danmark er en væsentlig del af disse investeringer sket inden for energiteknologi. Der er ingen tvivl blandt interviewpersonerne om, at investeringerne har bidraget til at udvikle venturemarkedet inden for energiteknologi. Herudover har især BDC ICE haft afgørende betydning for væksten i ventureinvesteringerne i Canada.

I tabel 5.2 har vi givet et overblik over toneangivende venturefonde med fokus på energiteknologi i Canada og Holland. Tabellen giver et overblik over fondenes investeringsfokus og portefølje. Tabellen viser, at der er hele syv fonde med base i Canada, der har energiteknologi som et hovedfokusområde. Samlet har fondene i de to

Tabel 5.2. Toneangivende VC-fonde med fokus på energiteknologi i Canada og Holland

Landefokus	Navn	Startår	Investeringsfokus	Kapital under forvaltning (mio. kr.)	Antal aktive porteføljevirksomheder	Heraf energiteknologiske virksomheder
🇨🇦	Cycle Capital Management	2005	Early venture	1.948	39	18
🇨🇦	EnerTech Capital	1996	Early venture	1.045	17	14
🇨🇦	BDC ICE	2011	Early venture	1.893	23	12
🇨🇦🇳🇱	Chrysalix Venture Capital	2001	Early venture	1.618	13	10
🇨🇦	ArcTern Ventures	2012	Pre-Seed/Seed	459	13	10
🇳🇱	SET Ventures	2007	Early/late venture	461	11	10
🇨🇦	Emerald Technology Ventures	2000	Late venture	1.360	17	10
🇨🇦	XPV Water Partners	2006	Early/late venture	2.638	18	5
🇳🇱	ICOS Capital	2005	Early venture	384	9	3

Kilde: IRIS Group pba. Pitchbook
Note: Samtlige af de angivne VC-fonde investerer globalt. Landefokus angiver, hvilket land fondene primært fokuserer på og har base i. Kapital under forvaltning (mio. kr). er omregnet fra USD med gennemsnitskursen for 2017 (6,6). Energiteknologiske virksomheder er i Pitchbook defineret ud fra virksomhedernes primære sektor. Virksomheder, der udvikler digitale løsninger til energisektoren inden for fx smart energy eller energieffektivitet, vil i Pitchbook ikke defineres som en energiteknologisk virksomhed, da virksomhedens primære sektor er informationsteknologi. IRIS Group har derfor manuelt gennemgået og kategoriseret VC-fondenes porteføljevirksomheder for at tegne et retvisende billede af antallet af energiteknologiske virksomheder i porteføljen.

[45] BDC (2017)

lande knap 100 energiteknologiske virksomheder i deres portefølje.

Ikke én dominerende investortype bag venturemarkedet

Kapitalen til de energifokuserede venturefonde i Canada og Holland kommer fra en række forskellige aktører, herunder staten, regioner/provinser, store energivirksomheder samt kommercielle banker.

De statslige midler kommer via initiativer som DVI, Seed Capital og VCAP (se forrige afsnit) samt BDCs investeringskapital, mens de regionale midler kommer fra aktører med fokus på regional vækst[46]. Samtidig har de statslige midler ifølge de interviewede fonde været helt afgørende for, at det har været muligt at trække privat kapital til fondene i de senere år.

I Canada har specielt den finansielle sektor været aktiv i at investere i venturefonde, mens de toneangivende venturefonde med fokus på energiteknologi i Holland i højere grad har haft succes med at få store, globale virksomheder ombord som investorer. Mange af investorerne i Holland kommer således fra traditionel kemikalie-, olie- og gasproduktion, mens IKT-industrien desuden er aktiv i dele af venturemarkedet for energiteknologi. Det handler særligt om finansiering af datadrevne, energieffektive løsninger. Det er i forlængelse heraf en selvstændig pointe fra interviewene, at corporate venturekapital i energisektoren ikke kun behøver at komme fra traditionelle energivirksomheder.

En enkelt venturefond, ArcTern Ventures, er lykkedes med at få en af Canadas største pensionskasser ombord som ankerinvestor sammen med BDC og Equinor (tidligere Statoil). I lighed med danske pensionskasser har både de canadiske og hollandske pensionskasser hidtil afholdt sig fra at investere i energiteknologi. Ambitionen hos ArcTern Ventures er at rejse mere kapital fra pensionskasser i både Canada og Europa. Strategien er især at rejse kapital fra pensionskasserne til investeringer i energiinfrastrukturprojekter, da:

- Infrastruktur er "spiseligt" for pensionskasserne, der er vant til at investere i fysiske ejendomme og anlægsprojekter.
- Energiinfrastruktur har været forsømt af de hidtidige venturefonde[47].

Samlet set er der således forskelle mellem de to lande på, hvor den private kapital kommer fra. Men fællesnævneren er, at en stor del af kapitalen er kommet fra staten, og at statens engagement og investeringer har været helt afgørende for, at det er lykkedes at trække privat kapital til venturefondene.

Flere af de interviewede venturefonde vurderer, at internationale mål og nye politiske strategier på energiområdet i højere grad vil bringe banker og pensionskasser i spil på venturemarkedet for energisektoren i fremtiden. Store olie-, gas- og kemikalievirksomheder forventes ligeledes at engagere sig mere i nye teknologier til at udvinde energi og kemikalier fra ikke-fossile kilder. Og endelig er ventureinvesteringer i energiteknologi potentielt også attraktivt for IKT-sektoren[48].

[46] Dog er de regionale midler ifølge flere af de interviewede fonde vanskelige at arbejde med pga. krav om bestemt geografisk fokus, som ofte følger. Samtlige interviewpersoner understreger, at energiteknologi i høj grad kræver internationalt udsyn og fokus. Det er således ikke attraktivt for en venturefond at binde større dele af midlerne til bestemte geografiske områder.

[47] Interview med Murray McGaig, Managing Partner, ArcTern Ventures

[48] Interview med Tony Van Bommel, Senior Managing Partner, BDC ICE

5.6 Samspillet mellem statslige støtteprogrammer og markedet for risikovillig kapital

I både Canada og Holland findes flere statslige støtteprogrammer på innovationsområdet. Begge lande har også – i lighed med Danmark - et særligt program til udvikling og demonstration af energiteknologi.

I tabellen neden for er de tre programmer, EUDP (Danmark), Sustainable Development Technology Canada (SDTC - Canada) og Demonstration Energi Innovation (DEI - Holland) kort præsenteret. Som det fremgår, er der betydelig lighed mellem programmerne mht. budget og TRL-fokus.

Vores research peger på, at især det canadiske SDTC har været succesfuldt med hensyn til at mobilisere private midler og bygge bro til det private kapitalmarked.

I dette afsnit fokuserer vi derfor på SDTC som et eksempel på, hvordan der kan arbejdes med at bygge bro mellem et statsligt støtteprogram på energiområdet og markedet for risikovillig kapital. Formålet er at identificere faktorer, der kan bidrage til at sandsynliggøre en markedsefterspørgsel og sikre, at investorer tager projekter videre, når de statslige støttemidler ophører.

Sustainable Development Technology Canada (SDTC)

SDTC blev oprettet som en selvstændig, statsligt ejet fond i Canada i 2001 for at understøtte udviklingen af canadiske cleantech-teknologier og bringe dem tættere på markedet. SDTC's mission er at være katalysator og samlingspunkt for Canadas cleantech-økosystem ved at støtte udviklingsprojekter og prækommercielle demonstrationsprojekter.

De interviewede canadiske venturefonde peger alle på, at de samlet har investeret i mange af de virksomheder og projekter, der udspringer af SDTC-programmet. Programmet fremhæves af både SDTC og venturefondene[49] som succesfuldt i forhold til at modne teknologier og gøre dem parate til private investeringer.

De gennemførte interviews peger på, at følgende faktorer har været særligt vigtige for, at SDTC er lykkedes med at mobilisere private midler og bygge bro til markedet for risikovillig kapital i Canada:

- **Langsigtet og kontinuerlig indsats**. Siden 2001 har SDTC investeret mere end 6,6 mia. kr. i energiteknologi i Canada. Et nøgleord, der går igen hos interviewpersonerne, er tålmodighed. Canada er nu ved at høste frugterne af en kontinuerlig indsats, der har varet i næsten 20 år, og hvor der løbende er

Tabel 5.3. Støtteprogrammer med fokus på udvikling og demonstration af energiteknologi i Danmark, Canada og Holland

Program	Startår	TRL-fokus	Budget 2018	Gennemsnitlig støtteprocent (virksomheder)	Gennemsnitlig bevillings-størrelse	Ansøgnings-runder
EUDP	2008	4-8	398 mio. kr.	57,3%*	7,8 mio. kr.	2 årlige runder
SDTC	2001	3-8	392 mio. kr.	33%	15 mio. kr.	Løbende
DEI	-	5-8	299 mio. kr.	40%	-	2 årlige runder

Kilde: Interviews med programansvarlige samt programmernes hjemmesider.
*Note: *Inkl. støtte til universitetspartnere.*

[49] Der er gennemført interview med Ziyad Rahme, VP responsible for investments, screening and evaluation STDC; Murray McGaig, Managing Partner ArcTern Vetures og Tony Van Bommel, Senior Managing Partner BDC ICE.

gennemført justeringer og forbedringer af programmet.

- **Teknisk og kommerciel due diligence**. SDTC har en reviewkomite bestående af ti eksperter, som indstiller projekter til fondens bestyrelse. Nogle i komiteen har dybt industrikendskab, andre teknologisk indsigt, mens den sidste gruppe er professionelle investorer. Derudover knyttes der til hver ansøgning to eksterne eksperter; en med teknisk og en med kommerciel indsigt i det pågældende område.

  Projekter vurderes forskelligt efter, hvor på TRL-stigen det befinder sig. I de tidlige faser (TRL 3-4) er det primære fokus på vurdering af det teknologiske potentiale, mens der for projekter på TRL 7 også lægges vægt på fx teamet. Der anvendes således differentierede kriterier.

- **Krav om mindst én konsortiepartner.** SDTC stiller krav om, at ansøgere skal have mindst én såkaldt konsortiepartner. En konsortiepartner er defineret som en organisation, der er uafhængig af ansøgeren, men som er villig til at bidrage til projektet, fx ved at stille faciliteter eller viden til rådighed. Konsortiepartneren kan ikke få del i støtten fra SDTC og skal derfor engagere sig i projektet, fordi de tror på en senere gevinst ved at udvikle teknologien.

  Konsortiepartnere kan være virksomheder, videninstitutioner, offentlige organisationer, mv, og de forventes at deltage aktivt under bevillingsperioden. Deres bidrag kan være inkind (i form af at stille arbejdskraft til rådighed), adgang til demonstrationsanlæg, IP-rettigheder, mv.

  I vurderingen af ansøgninger lægger SDTC mest vægt på partnere, som repræsenterer målgruppen for teknologien og derved indikerer et "market pull". Dette krav er ofte det sværeste for ansøgerne at opfylde, men fremhæves af både SDTC og en tidligere ansøger som afgørende for at teste, om der er en efterspørgsel.

- **Krav om privat medfinansiering**. SDTC stiller krav om, at minimum 25 pct. af de samlede projektudgifter dækkes af privat medfinansiering. Medfinansieringen kan komme fra en konsortiepartner (herunder inkind) eller være i form af tiltrukket privat kapital. SDTC støtter typisk med 33 pct. af projektomkostningerne og kan i visse tilfælde gå op til 40 pct. Projektet kan inkludere støtte fra andre offentlige programmer, så længe mindst 25 pct. af de samlede projektomkostninger består af privat medfinansiering (ud over projektparternes egenfinansiering).

  Kravet om privat medfinansiering betyder, at markedet delvist er styrende for SDTC's investeringer.

- **Projekterne følges tæt**. Med afsæt i aftalte milepæle følges projekterne tæt af SDTC's Project Managers. Milepælene indeholder løbende leverancer og succeskriterier, som bevillingshaverne skal indrapportere. Ved projektafslutning skal der leveres en "Marketing and Commercialization Report".

  Den første udbetaling finder sted, når projektet bevilges. Derefter er udbetalingen bundet op på realiseringen af milepæle. SDTC er i en "rimelig grad" fleksible i forhold til ændringer undervejs i projektet, men milepælene kan også give anledning til at stoppe projekter, der i sine indledende faser ikke viser sig så lovende som forventet. Såfremt en central konsortiepartner trækker sig, kan det ligeledes give anledning til, at SDTC trækker sig fra projektet.

- **Velfungerende netværk og koordineret indsats på energiområdet.** SDTC's ledelse og Project Managers har et godt netværk ind i Business Development Bank of Canada (BDC) og Export Development Canada (EDC), som ofte kommer projekterne til gode.

Udover et velfungerende uformelt netværk, mødes SDTC, BDC og EDC formelt flere gange årligt

for at drøfte investeringsstrategi og porteføljevirksomheder. Fælles for de tre aktører er, at de er tæt på det private kapitalmarked og ofte samfinansierer projekter med venturefonde.

Den koordinerede indsats foretages inden for rammerne af den såkaldte "Clean Growth Hub", der fungerer som en samlet indgang for cleantech-virksomheder til offentlige programmer. Alle tre organisationer har en medarbejder i miljøet, der også danner rammer for fælles møder i kredsen.

Clean Growth Hub tilbyder også dedikeret hjælp til cleantech-projekter, herunder:

- Råd om, hvilke programmer og fonde der bedst passer til et givent projekt.
- Rådgivning om lovgivning og regulering, herunder betydning for nye teknologier og produkter.

5.7 Anbefalinger

Indledning

Kapitlet viser, at der i dag ikke eksisterer et marked for finansiering af udvikling og kommercialisering af energiteknologi i Danmark. Centrale aktører som Vækstfonden, innovationsmiljøerne og Seed Capital er stort set stoppet med at investere i energiteknologi, og der findes i Danmark ikke længere aktive venturefonde, der er specialiseret eller har kompetencer inden for området.

Etablerede virksomheder på energiteknologiområdet er heller ikke aktive i forhold til at investere i eller opkøbe unge virksomheder i Danmark. Det samme gælder private fonde. Nogle virksomheder og fonde er aktive investorer i venturefonde og i startups på cleantech-området, men har valgt andre markeder end det danske. Bl.a. fordi der ikke er specialiserede investorer i Danmark inden for cleantech (se eksemplet i boksen til højre).

Samtidig er der ikke på samme måde som inden for biotek og robotteknologi iværksættere, der har lavet lukrative exits og geninvesterer i nye virksomheder.

VELUX FONDEN investerer i cleantech-venturefonde – i USA

VELUX Fondene (VILLUM FONDEN, VELUX FONDEN, VKRF og VELUX Stiftung) har som led i en samlet strategi fra 2016/17 afsat i alt 235 mio. US dollars til at foretage grønne investeringer. Fondene investerer i tre aktivklasser:

- Reale aktiver – i form af vind, sol, bæredygtigt forvaltede skove og landbrug.
- Grønne vækstvirksomheder.
- Teknologiudvikling og venturefonde.

Fondene foretager kun i begrænset omfang direkte investeringer, men investerer på ventureområdet primært i fonde, der investerer i virksomheder og projekter (*fund of funds*). De har indtil videre investeret i alt 25 mio. US dollars i to cleantech-venturefonde i Californien.

VELUX FONDEN har allieret sig med firmaet Cambridge Associates, der hjælper investorer med at investere i de rigtige fonde og virksomheder. Valget på de to cleantech-venturefonde i Californien var bl.a. begrundet i de to fondes netværk, strategi og erfaring med at foretage cleantech-investeringer.

VELUX FONDEN har også overvejet mulighederne for at investere i danske fonde, men fandt ikke et dansk team med erfaringer i at investere i cleantech og har derfor indtil videre valgt at prioritere det amerikanske marked - dog med mulighed for, at de amerikanske fonde kan investere i Europa/Danmark. Der indgår fx i aftalen med venturefonden Capricorn et punkt om, at begge parter er opmærksomme på danske universiteters og iværksætteres fokus på grønne teknologier, og at VELUX FONDEN kan hjælpe Capricorn med at facilitere kontakter, hvis Capricorn overvejer danske investeringsmuligheder.

VELUX FONDEN giver udtryk for, at den anser det som usandsynligt, at der på kort sigt kan opbygges en ny venturefond i Danmark med tilstrækkelig ekspertise inden for cleantech, da der ikke eksisterer investorer med tilstrækkelig erfaring i Danmark.

Til gengæld ser VELUX FONDEN perspektiver i at indgå i et konsortium af investorer, der samlet investerer i en eller flere udenlandske cleantech-venturefonde mhp., at fonden/fondene etablerer sig i Danmark (fx med det skandinaviske marked som fokusområde). VELUX FONDEN peger på Vækstfonden som en naturlig aktør til at facilitere etableringen af et sådant konsortium.

Kilde: Interview med Anders Lyngaa Kristoffersen, Head of Impact Investments i VELUX FONDEN

Endelig er økosystemet ikke stærkt inden for energiteknologi. Der er ikke et flow af erfarne ledere og specialister fra de etablerede virksomheder til nye virksomheder. Og der er ikke på samme måde som inden for fx robotteknologi etableret organisationer, der arbejder målrettet med at matche iværksættere og investorer. Det gør det endnu sværere at tilvejebringe kompetent kapital.

Udfordringerne med at tilvejebringe risikovillig og kompetent kapital til energiteknologi er ikke et dansk fænomen. Også andre lande har udfordringer på området. Men udviklingen i vækst- og ventureinvesteringer har været langt mere negativ i Danmark end i andre lande, og investeringsniveauet er i dag ekstremt lavt i forhold til andre lande med styrkepositioner inden for energiteknologi.

Læren fra andre sektorer og lande – samt erfaringerne fra de seneste 10-15 års investeringer i energiteknologi i Danmark – kan opsummeres i følgende punkter:

1. Det kræver en aktiv og langsigtet erhvervspolitisk indsats at opbygge og fastholde et venturemarked på et område som energiteknologi. Specielt i opbygningsfasen er det vigtigt, at staten bidrager med tålmodig og risikovillig kapital, hvor staten 1) bærer en del af den økonomiske risiko ved at investere i nye energiteknologier, 2) bidrager til at opbygge et kompetent og integreret investormiljø.

2. Det er vigtigt, at der udvikles et velfungerende økosystem med følgende karakteristika:

    - Et stærkt startup-miljø, hvor iværksætter-virksomheder med stort potentiale har adgang til kompetent sparring, mentorydelser, opstartsfinansiering, mv.

    - Aktører, der arbejder med at matche virksomheder og investorer, herunder investorteams der kan bidrage med komplementære kompetencer, og hvor risikoen kan deles mellem flere investorer.

    - Tættere samarbejde mellem etablerede virksomheder og iværksættere mhp. fælles projekter, videndeling og andre former for samarbejde.

    - Flow af ledere og erfarne medarbejdere (fra etablerede virksomheder) til opstartsvirksomheder, således at de forretningsmæssige kompetencer i opstartsvirksomheder styrkes.

3. Det kræver sektorindsigt og erfaring at foretage succesfulde ventureinvesteringer inden for energiteknologi. En væsentlig forklaring på at en stor del af de investerede venturemidler blev tabt i Danmark (og i andre lande) var, at disse kompetencer ikke var til stede i de miljøer, der investerede i slutningen af 00'erne og starten af 10'erne.

4. Det er muligt at mobilisere privat kapital til ventureinvesteringer (fx fra private fonde, pensionskasser, business angels, mv.), hvis punkt 1-3 er opfyldt.

Med andre ord er der behov for at *udvikle* et marked for risikovillig kapital til energiteknologi, hvis også den sidste del af den samlede finansieringskæde (fra forskning til marked) skal fungere i Danmark. Det er således langt fra tilstrækkeligt at fokusere på, hvad der kan gøres for at styrke brobygningen mellem energiteknologiske virksomheder og eksisterende danske investorer[50].

Samtidig viser eksemplet fra Canada, at det er muligt at styrke brobygningen mellem statslige FUD-programmer og markedet for risikovillig kapital. Det vil skabe større sandsynlighed for, at de statslige FUD-investeringer på energiområdet bliver omsat i vækst, arbejdspladser og eksport.

Vi har med dette afsæt formuleret to sammenhængende anbefalinger til at styrke finansieringen af udvikling og kommercialisering af energiteknologi i Danmark.

[50] Monitor Deloitte (2017) fokuserede på dette.

Anbefaling 1. Skab et marked for risikovillig kapital til energiteknologi med Vækstfonden som omdrejningspunkt

Med afsæt i analysen er det vores konklusion, at det er muligt at udvikle et langt stærkere marked for risikovillig kapital til energiteknologiske virksomheder i Danmark. Det vil kræve en flerstrenget indsats med Vækstfonden som det naturlige omdrejningspunkt.

Det anbefales, at regering og folketing giver Vækstfonden et mandat til en langsigtet satsning på at udvikle et marked for risikovillig kapital, herunder venturekapital, inden for energiteknologi.

Mandatet vil kræve tilførsel af startkapital til at foretage de nødvendige investeringer i virksomheder, venturefonde og et stærkere økosystem. Et realistisk bud er, at staten (via Vækstfonden) skal bære halvdelen af de samlede seed- og ventureinvesteringer i energiteknologi over de næste ti år for at kunne tiltrække private investorer til området. Det svarer omtrent til andelen i de år, hvor venturemarkedet for life science/biotek blev opbygget.

Hvis de danske ventureinvesteringer samlet skal op på niveau med de lande, der i dag investerer mest venturekapital i cleantech kan det beregnes, at de årlige investeringer i Danmark skal ligge på mindst 70-80 mio. kr. Det svarer til, at staten via Vækstfonden således skal investere 350-400 mio. kr. i venturekapital på det energiteknologiske område over de næste ti år.

Samtidig er der brug for at opbygge acceleratorprogrammer, der bidrager med forprojektkapital, sparring, mentorteams og initiale seed-investeringer i helt unge selskaber.

Vores samlede vurdering er således, at der er brug for en startkapital på 600-700 mio. kr. til at opbygge et stærkt venturemarked, idet der er brug for en langsigtet og tålmodig satsning, hvor der ikke stilles krav om exits de første ca. ti år.

Det er endvidere vigtigt at skabe stor handlefrihed for Vækstfonden i forhold til at optimere betingelserne for at skabe et velfungerende marked, hvor:

- Danske og udenlandske investorer (fx private fonde, etablerede virksomheder, pensionskasser, mv.) er aktive på det danske marked.
- Kompetencen i de venturefonde, der investerer i danske energiteknologiske virksomheder, er tilstrækkelig høj.
- Der opnås succes med at fremme og aktivere danske business angels på energiteknologiområdet.
- Startup-miljøer er af tilstrækkelig kvalitet, og ydelserne på et tilstrækkeligt højt niveau til at udvikle levedygtige virksomheder med stort potentiale.

Punkt 1-2 vil formentlig betyde, at den mest attraktive vej – i hvert fald på kort sigt – vil være at investere i en eller flere udenlandske venturefonde mod, at de etablerer sig i Danmark.

Samtidig er det vigtigt med et fleksibelt mandat i forhold til at indlede drøftelser med danske investorer om mulige løsninger, der indebærer, at investorerne placerer flere midler i udviklingen af et dansk eller evt. skandinavisk marked for energiteknologi.

Det er endvidere vigtigt, at udviklingen af et stærkere marked for risikovillig kapital til energiteknologi slår på flere strenge, der dækker flere faser i virksomhedernes udvikling. Og som tilvejebringer flere typer af finansiering og tiltrækker flere forskellige typer af investorer.

De gælder også risikovillige lån til energiteknologi, som i dag ydes af Danmarks Grønne Investeringsfond. Fondens statsgaranterede låneramme er p.t. 2 mia. kr., og det forventes, at rammen er fuldt disponeret i fjerde kvartal 2019.

Vi anbefaler med dette udgangspunkt, at en del af den foreslåede ramme på 600-700 mio. kr. udmøntes som en udvidelse af Danmarks Grønne Investeringsfonds egenkapital, og at den statsgaranterede låneramme øges til fx 4 mia. kr.

I figur 5.6 har vi forsøgt at give et overblik over de virkemidler som en erhvervspolitisk indsats for at udvikle markedet for risikovillig kapital til energiteknologi bør omfatte.

Som det fremgår, er Vækstfonden omdrejningspunktet i forslaget. Men indsatsen skal på de forskellige områder angivet i figuren ske i samarbejde med andre innovationspolitiske operatører som fx klyngeorganisationer, universiteter og udbydere af acceleratorprogrammer. Hertil kommer private fonde, corporate ventures, mv., der sammen med Vækstfonden kan investere i at tiltrække specialiserede udenlandske fonde til Danmark.

Vi har ikke lavet eksplicitte forslag til, hvilke konkrete organisationer der skal indgå i samarbejdet med Vækstfonden. Det vil være naturligt, at Vækstfonden går i dialog med forskellige aktører i Danmark om at udvikle økosystemet. Samtidig vil det være en opgave for Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse at medfinansiere aktiviteter i den venstre del af figuren, der kan bidrage til at udvikle det danske startup-miljø og økosystem inden for energiteknologi.

Afslutningsvist skal det nævnes, at IRIS Group som led i analysen har været i dialog med repræsentanter fra private fonde og større energiselskaber i Danmark. Interviewene giver et klart billede af, at det er muligt markant at øge danske investorers engagement i danske energiteknologiske iværksættere, hvis de i figuren foreslåede aktiviteter gennemføres.

Anbefaling 2. Styrk brobygningen mellem EUDP og markedet for risikovillig kapital

Det er endvidere vigtigt at styrke sammenhængen mellem statens investeringer i FUD-projekter og markedet for risikovillig kapital. Det gælder naturligvis især i forhold til projekter med deltagelse af iværksættere og mindre virksomheder.

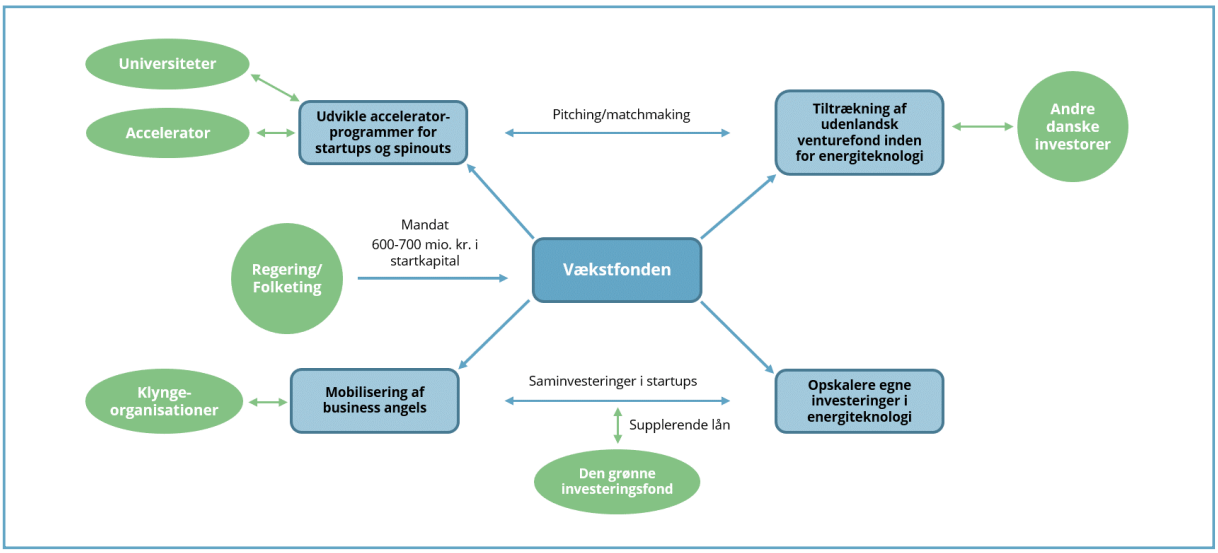
Målet er, at afsluttede projekter under EUDP og InnoBooster med lovende resultater og stort potentiale skal kunne finde privat kapital til finansiering af den videre kommercialisering.

Med afsæt i kortlægningen af det canadiske SDTC-program anbefaler vi, at EUDP undersøger muligheden for at sikre et endnu stærkere "market pull" i de teknologier, der støttes.

I afsnit 5.6 har vi fremført en række faktorer, der vurderes at have været særligt vigtige for, at SDTC er lykkedes med at mobilisere private midler og bygge bro til markedet for risikovillig kapital i Canada.

Flere af disse faktorer kendetegner allerede EUDP i dag. Det gælder reviewprocessen, hvor EUDP – i

Figur 5.6. Udvikling af marked for risikovillig kapital med Vækstfonden som omdrejningspunkt



Kilde: IRIS Group

lighed med SDTC – både foretager en teknisk og kommerciel vurdering af de indkomne ansøgninger med inddragelse af eksterne sagkyndige. Det gælder ligeledes projektopfølgning, hvor EUDP har krav om regelmæssig afrapportering (som hovedregel to gange årligt) om faglig fremdrift og afholdte udgifter. Den gennemsnitlige bevillingsstørelse fra SDTC er imidlertid dobbelt så stor som hos EUDP (se tabel 5.3 på side 73), hvilket betyder færre, men større projekter i Canada, som der derfor er bedre tid til at følge fra fondens side. Omfanget af opfølgningsaktiviteter bør være balanceret med bevillingsstørrelsen, hvilket langt hen ad vejen også vurderes at være tilfældet hos EUDP[51].

Der hvor EUDP (og InnoBooster) primært adskiller sig fra SDTC vedrører kravet om mindst én konsortiepartner samt kravet om privat medfinansiering (udover projektpartnernes egenfinansiering).

Dog er det danske kapitalmarked for finansiering af energiteknologisk innovation som belyst meget svagt i dag. Et fast krav om privat medfinansiering kan derfor, indtil et stærkere marked er udviklet, være vanskeligt at opfylde for langt de fleste danske virksomheder – selv på trods af en lovende teknologi.

Vi anbefaler derfor, at EUDP i deres indkaldelse af ansøgninger kommunikerer, at der ses positivt på forhold, der viser en markedsefterspørgsel og ligger udover kravet om at udarbejde en *Business Model Canvas.* Fx i form af at have en konsortiepartner, der bidrager til projektet uden at få del i det ansøgte tilskud, eller i form tiltrukket finansiering fra andre kilder.

Herudover bør EUDP og Innovationsfonden tilstræbe et stærkere samarbejde med centrale erhvervspolitiske aktører som Vækstfonden, Danmarks Grønne Investeringsfond, Erhvervshuse og klyngeorganisationer på energiområdet. Dette vil styrke grundlaget for at hjælpe mindre virksomheder til supplerende finansiering. Samtidig kan et tættere samarbejde give EUDP og Innovationsfonden et større indblik i, hvad markedet stiller af krav til de projekter, som de støtter.

Vi anbefaler derudover, at der arbejdes på at udvikle et tilbud om at knytte mentorteams til EUDP-projekter, der drives af mindre virksomheder. Mentorteams kan sammensættes af erfarne personer med forretningsbaggrund, der repræsenterer forskellige typer af kompetencer (tekniske, kommercielle, finansieringsmæssige kompetencer). Der er bl.a. gode erfaringer med dette virkemiddel i DTU's arbejde med at udvikle et økosystem for teknologibaserede iværksættere[52].

Et sådant tilbud kan udvikles i samarbejde med klyngeorganisationer og forskerparker/inkubatorer med fokus på energiteknologi.

Herudover kan brobygningen styrkes gennem et tættere samarbejde mellem EUDP, Innovationsfonden, Vækstfonden og andre investorer inden for energiteknologi.

Forudsætningen for dette er bl.a. etableringen af en stærkere key account funktion med fokus på finansiering som foreslået i kapitel 4. Herudover kan samarbejdet styrkes gennem løbende møder på både strategisk og operationelt niveau – samt ved at skabe mulighed for at samlokalisere aktører inden for økosystemet, som Canada har haft succes med i den såkaldte "Clean Growth Hub".

Endeligt skal det på baggrund af den måske vigtigste faktor for SDTC's succes understreges, at en langsigtet og kontinuerlig indsats fra statens side er afgørende for virksomhedernes succes med at kommercialisere lovende energiteknologi.

[51] Som nævnt i afsnit 4.4 efterlyser flere af de interviewede virksomheder dog et større fokus på milepæle og løbende evaluering fra EUPD.

[52] IRIS Group (2018)

6. Samspillet mellem danske og internationale FUD-ordninger på energiområdet

6.1 Indledning

Dette kapitel fokuserer på Danmarks deltagelse i internationale programmer og samarbejder på energiområdet. Herunder hvordan samspillet mellem nationale og internationale programmer kan styrkes, så der skabes et stærkt grundlag for at hjemtage viden og midler til Danmark på energiområdet.

Danske forskere og virksomheder havde pr. 1. oktober 2018 hjemtaget ca. 122 mio. euro til energiprojekter under Horizon 2020 siden rammeprogrammets start i 2014. Hertil kommer deltagelse i andre internationale programmer. Dermed udgør internationale programmer en væsentlig del af finansieringen af energiteknologisk udvikling i Danmark.

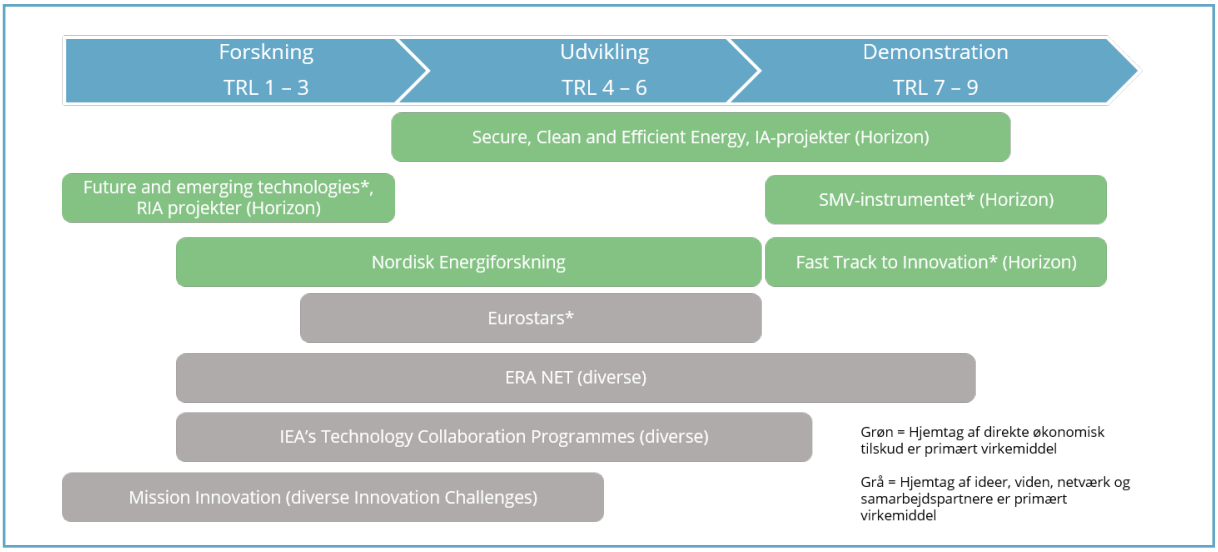
Kapitlet er bygget op således, at afsnit 6.2 først giver et overblik over de vigtigste internationale programmer og samarbejder på energiområdet. Derefter uddyber 6.3. indhold, fokus og hjemtag i de væsentligste internationale programmer og diskuterer kort programmernes betydning for FUD-indsatsen i Danmark. Afsnit 6.4 gennemgår vores deltagelse i internationale samarbejdsfora med særlig vægt på Mission Innovation initiativet. Endelig præsenterer afsnit 6.5 anbefalinger til at styrke Danmarks internationale engagement og udnyttelse af internationale programmer.

6.2 Centrale internationale programmer og samarbejder

De centrale internationale aktiviteter på energiområdet består dels i programmer, der medfinansierer tværnationale og internationale FUD-aktiviteter. Dels i forskellige netværk og samarbejdsfora, der bidrager til udvikling af fælles mål, idéer, samarbejdsprojekter og til videndeling.

Figur 6.1 giver et overblik over de væsentligste aktiviteter. De er samtidig forsøgt indplaceret på TRL-skalaen for at illustrere, om aktiviteterne primært understøtter forskning, udvikling eller demonstration – eller alle dele. Indplaceringen er baseret på en vurdering af, hvor projekternes og samarbejdernes fokus primært ligger.

Figur 6.1. Oversigt over internationale programmer og samarbejder



Kilde: IRIS Group

*Note: * Programmet går på tværs af sektorer - ikke specifikt målrettet energi.*

6.3 Internationale programmer

Horizon er EU's rammeprogram for forskning og innovation, og den nuværende programperiode, Horizon 2020, løber fra 2014 til 2020.

Som det fremgår af tabel 6.1, er der under det nuværende rammeprogram, Horizon 2020, fem programmer, der kan anvendes til at medfinansiere FUD-projekter på energiområdet:

- **"Secure, Clean and Efficient Energy"** er det centrale program på energiområdet, der ligger under søjlen "samfundsudfordringer".
- **"Future and Emerging Technologies"** ligger under søjlen "Videnskabelig topkvalitet og går på tværs af sektorer. Projekterne betegnes som videnskabelige "flagskibsprojekter". Danmark har pr. 1. oktober 2018 deltaget i 32 projekter, hvoraf de fem har været på energiområdet.
- Under det såkaldte **SMV-instrument** kan små og mellemstore virksomheder søge om tilskud til konceptudvikling, demonstration og markedsforberedelse, jf. kapitel 4. Der er pr. 1. oktober 2018 bevilget omkring 14,7 mio. euro fordelt på 20 projekter til danske SMV'er inden for energiområdet.
- Derudover er der etableret et særligt teknologiinitiativ for **brint og brændselsceller kaldet FCH.** Fokus er her på at udvikle teknologier, der kan markedsføres kommercielt. Både AAU og DTU og en håndfuld danske virksomheder er aktive i samarbejdet, og Danmark har indtil videre hjemtaget knap 10 mio. euro.
- Endelig rummer Horizon 2020 også virkemidlet **Fast Track to Innovation**, der er målrettet tværnationale og virksomhedsrettede innovationsprojekter, som er i demonstrationsfasen og tæt på markedet.

Tabel 6.1. Danmarks hjemtag til energiprojekter under Horizon 2020

Program	Hjemtag til danske deltagere
Secure, Clean and Efficient Energy	94,6 mio. euro
Future and Emerging Technologies	3,3 mio. euro
SMV-instrumentet (1 og 2)	14,7 mio. euro
FCH – Brint og brændselsceller	10 mio. euro
Fast Track to Innovation (FTI)	0,2 mio. euro
Total	**Ca. 122,3 mio. euro**

Kilde: Styrelsen for Forskning og Uddannelse og Europa-Kommissionens eCORDA-ansøgningsdatabase.
Note: Pr. 1. oktober 2018

Samlet har Danmark således hjemtaget for mere end 120 mio. euro på energiområdet.

Specielt hjemtaget under det store energiprogram "Secure, Clean and Efficient Energy" afspejler, at Danmark har en stærk position på energiområdet. De 95 mio. kr. svarer til 3,8 pct. af de udbudte midler, hvilket er væsentligt over den danske målsætning på hele Horizon 2020 på 2,5 pct. Succesraten for danske ansøgninger til programmet er 18 pct. – mod 12. pct. for alle ansøgninger.

Programmets nuværende fokusområder er energieffektivitet, $C0_2$-reducerende teknologier (vind, sol, bølgeenergi, geotermi, biobrændsel, mv.) og smart city/smart energy. Det vil sige områder, som fint matcher danske styrkepositioner, jf. kapitel 3.

Herudover har specielt SMV-instrumentet fået betydelig opmærksomhed fra danske energiteknologiske virksomheder. Det skyldes, at programmet medfinansierer kommercialiseringsaktiviteter i en fase, hvor det er svært at hente privat kapital, jf. kapitel 5.

Horizon Europe

Det kommende program fra 2021-27 – Horizon Europe – er p.t. stadig under forhandling. Det samlede budget er ifølge Kommissionens udspil på 100 mia. euro, hvoraf 35 pct. forventes at gå til

klimarelateret forskning og innovation, som bl.a. bliver udmøntet via programmet "Climate, Energy and Mobility".

I forhold til "Secure, Clean and Efficient Energy" under Horizon 2020 er "Climate, Energy and Mobility" bredere, og der forventes større fokus på projekter, der går på tværs af klima-, energi- og transportsektoren. Det vil være teknologier, der adresserer mål, udfordringer og potentialer på alle tre områder (eksempelvis power-to-X teknologier). Det forventes i forlængelse heraf også, at Horizon Europe vil lægge stor vægt på, at energiprojekter kan sandsynliggøre og dokumentere FUD-projekternes klimamæssige potentialer og effekter.

Figur 6.2 sammenfatter de energiteknologiske områder, der forventes at blive prioriteret under "Climate, Energy and Mobility".

Som det fremgår, omfatter det kommende program også de prioriterede områder i Horizon 2020 – men under nye overskrifter. Teknologier inden for vedvarende energi kan opnå støtte under "Energy Supply" og energieffektiviseringsteknologier under "Buildings and Industrial Facilities in Energy Transition". Men overskrifterne afspejler også større fokus på udvikling af energisystemer samt på smart og klimavenlig transport.

Projekttyper

Forsknings- og innovationsprojekter under Horizon har en varighed på 3-5 år og består af konsortier med mindst tre partnere fra mindst tre forskellige lande.

Til forskningsprojekter kan deltagerne modtage medfinansiering på 100 pct. af projektomkostningerne plus 25 pct. overhead. Til innovationsprojekter kan virksomhederne modtage op til 70 pct. medfinansiering og forskningsinstitutioner 100 pct. medfinansiering af projektomkostninger (plus 25 pct. overhead).

Der er blandt de interviewede forskere og virksomheder en meget forskellig holdning til deltagelse i rammeprogrammerne. For nogle forskere og forskningsgrupper er EU-midlerne helt afgørende for at skabe både kvalitet og sikre kritisk masse i forskningsmiljøerne. I andre forskningsmiljøer er midler under energiforskningsprogrammet et supplement, der bidrager til videndeling, men hvor kvaliteten er mere beskeden end i de nationalt finansierede projekter på grund af EU-projekternes ofte meget brede deltagerkreds.

En del virksomheder udtrykker sig generelt kritisk om EU-projekterne på grund af det betydelige bureaukrati, mens SMV-instrumentet omvendt af

Figur 6.2. Forventede fokusområder i "Climate, Energy and Mobility"

Kilde: IRIS Group

mindre virksomheder ses som et vigtigt virkemiddel til at finansiere omkostningerne i kommercialiseringsfasen (om end den lave succesrate i programmet fremhæves som en udfordring).

Andre internationale programmer

Som det fremgår af figur 6.1 på side 81, kan forsknings- og innovationsprojekter på energiområdet også finansieres af andre internationale programmer end Horizon.

Under **Eurostars-programmet** medfinansieres forsknings- og innovationsaktiviteter i SMV'er, og Innovationsfonden har i perioden 2014-17 i alt medfinansieret projekter på energi- og transportområdet for 33 mio. kr.

EUDP betaler desuden det årlige danske bidrag til **Nordisk Energiforskning** på ca. 6 mio. kr., som indgår i en fælles nordisk pulje på ca. 35-40 mio. kr. pr. år. Der stilles krav om nordisk samarbejde i projekterne, og de spænder over både forskning, udvikling og demonstration.

Endelig har forskere også mulighed at hjemtage midler fra **Det Europæiske Forskningsråd (ERC)**. Danmark har dog kun sammenlagt hjemtaget ca. 30 mio. kr. på energiområdet fordelt på to bevillinger.

6.4 Mission Innovation

Mission Innovation er et globalt initiativ og samarbejde, der blev lanceret i 2015 i forbindelse med COP21 i Paris, og som har deltagelse af 23 lande. Målet er at styrke forskningen i rene energiteknologier og fremskynde omstillingen til grønne og bæredygtige energiløsninger.

Initiativet består af tre forskellige virkemidler, som er skitseret i spalten til højre.

1. En politisk aftale mellem deltagerlandene om at øge investeringer i FUD på energiområdet.
2. Facilitering af internationalt FUD-samarbejde inden for udvalgte teknologiske fokusområder.
3. Mobilisering af privat kapital til finansiering af FUD på energiområdet.

1. Politisk aftale om flere midler til FUD

De deltagende lande har forpligtet sig til at fordoble de offentlige investeringer i FUD på energiområdet. For Danmarks vedkommende er dette mål afspejlet i den energipolitiske aftale om at øge de statslige midler til FUD af energiteknologi til 580 mio. kr. i 2020, og at øge indsatsen til 1 mia. kr. frem mod 2024.

2. Facilitering af internationalt FUD-samarbejde

Der er etableret otte såkaldte "Innovation Challenges", som er teknologiske fokusområder, hvor landene arbejder for at skabe et stærkere internationalt FUD-samarbejde. Aktiviteterne omfatter 1) Workshops, hvor der bliver udviklet idéer til fremtidige FUD-projekter og etableret netværk omkring projekter og ansøgninger, 2) Udgivelse af rapporter og analyser, 3) Uddeling af priser, 4) Projektfinansiering.

Under punkt 4 kan de enkelte lande frivilligt vælge at udbyde midler til FUD-projekter, som er åbne for projektpartnere fra de andre lande. Eksempelvis udbød den indiske regering midler til FUD-projekter inden for både Smart Grid og Off Grid i 2017.

3. Mobilisering af kapital

Som en del af Mission Innovation lancerede en kreds af internationale investorer i 2017 en ny cleantech fond, Breakthrough Energy Ventures (BEV), der vil investere mere end én mia. US dollars i CO_2-reducerende teknologier på tværs af alle energirelaterede sektorer. Fonden har en tidshorisont på op til 20 år, og kan således fokusere på teknologier med lange udviklings- og kommercialiseringstider.

De under punkt 2 omtalte Innovation Challenges fokuserer på hver deres mål og teknologiområder. Danmark deltager i fem af grupperne, men er ikke ledende i nogle af grupperne. Den danske deltagelse har hidtil været præget af enkeltaktørers (især universiteter) engagement og interesse – uden en samlet koordinering og prioritering af aktiviteterne.

Tabel 6.2 giver et overblik over de otte Innovation Challenges og Danmarks deltagelse.

Tabel 6.2. De otte samarbejdsområder for Mission Innovation initiativet

Innovation Challenge	Målsætning	Danmarks status	Ledende lande
1. Smart Grid	At basere fremtidens intelligente el-net på økonomisk overkommenlige, pålidelige og decentrale VE-kilder.	Deltager	Kina, Indien og Italien
2. Off Grid adgang	At udvikle systemer/teknologier, der gør det muligt for husholdninger og lokalsamfund, som ikke er på el-nettet, til at få adgang til økonomisk overkommelig og pålidelig elektricitet baseret på VE.	Deltager ikke	Frankrig og Indien
3. CO_2-opfang	At gøre det muligt at udlede næstet intet CO_2 fra kraftværker og CO_2-intensive industrier.	Deltager ikke	Saudi Arabien, Mexico og Storbritannien
4. Biobrændsel	At udvikle løsninger til at producere omkostningseffektivt biobrændsel til transport og industri.	Deltager ikke	Brasilien, Canada, Kina
5. Konvertering af solenergi	At finde økonomisk overkommelige måder til at konvertere og lagre solenergi.	Deltager	EU og Tyskland
6. Energimaterialer	At accelererer udviklingen af effektive og rene energimaterialer.	Deltager	Canada og Mexico
7. Varme/køling af bygninger	At gøre opvarmning og nedkøling af bygninger med lav CO_2-udledning tilgængelig for alle.	Deltager	EU, Storbritannien og Forenede Arabiske Emirater
8. Brint	At accelerere udviklingen af et globalt "brintmarked" ved at overkomme teknologiske barrierer for at producere, distribuere, lagre og anvende brint.	Deltager	Australien, Tyskland og EU.

Kilde: Mission Innovations hjemmeside

Andre internationale fora

EUDP og Innovationsfonden deltager i andre internationale samarbejder. Nogle af disse er alene fora for videndeling og netværksopbygning, mens andre også omfatter fælles opslag og projektstøtte. De vigtigste samarbejder er følgende:

- **ERA-NET**. ERA-NET er et EU-initiativ, der har til formål at fremme samarbejdet mellem nationale, bevilgende myndigheder på forsknings- og innovationsområdet. Der bliver under initiativet udbudt midler til FUD-projekter, der finansieres af de deltagende lande, og EU yder en "top-up medfinansiering" på 50 pct. EUDP har deltaget i samarbejder og udbud inden for vind, biomasse, geotermi og smart grid. Innovationsfonden har deltaget i samarbejder og udbud inden for smart grid og geologi. Danmarks deltagelse er i betydelig grad drevet af ønsker fra specifikke aktører, primært universiteter.

- **IEA's Technology Collaboration Programmes.** Det internationale energiagentur (IEA) organiserer en række netværk, hvor forskere deler viden og udbygger deres internationale netværk. Danske forskeres deltagelse i disse netværk medfinansieres af EUDP.

- **Eurostars**. Danmark deltager som allerede nævnt i det internationale samarbejdsprogram Eurostars, hvor den nationale finansiering (der udmøntes af Innovationsfonden) lige som under ERA-NET toppes op af EU-midler (10-25 pct.).

Innovationsfonden har i øvrigt udviklet en ny, international investeringsstrategi[53] og forventer at

[53] Se baggrundnotatet: "Samspillet mellem danske og internationale FUD-ordninger på energiområdet".

øge bevillingerne til internationale programmer og samarbejder.

6.5 Anbefalinger

Gennemgangen af de internationale aktiviteter giver i kombination med den øvrige analyse i kapitel 3-5 et billede af, at det er vigtigt med en samlet og koordineret indsats for at sikre Danmark et højt udbytte af det internationale samarbejde og de internationale programmer i de kommende år. Vi har på baggrund af analysen opstillet fem anbefalinger.

De to første anbefalinger handler om at styrke og målrette det internationale engagement, mens de tre sidste handler om at skabe optimale forudsætninger for at hjemtage programmidler fra især Horizon-programmet på energiområdet[54].

Anbefaling 1. Professionalisering af deltagelsen i Mission Innovation

Mission Innovation har udviklet sig til en vigtig platform for samarbejde og koordinering blandt førende energiteknologiske lande. Samtidig er Mission Innovation et godt forum til at styrke samarbejdet med lande uden for EU som Kina, Indien, Mexico, USA, Japan og Australien. Herunder få adgang til projekter og programmer, der udbydes af disse lande.

Først og fremmest kan Danmark engagere sig mere aktivt i de Innovation Challenges, hvor der er et sammenfald med danske styrkepositioner (især inden for biobrændsel og brint). Herudover kan vi i højere grad bruge samarbejdet til at markedsføre og synliggøre danske styrkepositioner[55] samt deltage i internationale udbud på områder, hvor der er danske styrkepositioner.

Danmarks deltagelse og engagement i Mission Innovation kan samlet styrkes på følgende måder:

- Udarbejdelse af en strategisk plan for Danmarks deltagelse som del af den kommende nationale FUD-indsats – med prioritering af relevante Innovation Challenges samt koordination af, hvem der deltager i de forskellige aktiviteter.
- Engagere flere danske universiteter og virksomheder i relevante Innovation Challenges mhp. at understøtte netværk og hjemtag af viden.
- Øge markedsføringen og synliggørelsen af danske styrkepositioner gennem Mission Innovation aktiviteter.
- Mere aktiv deltagelse i internationale opslag for at tiltrække international viden og kompetencer til danske FUD-aktiviteter.

Anbefaling 2. Fælles international strategi for FUD på energiområdet

Danmarks engagement i internationale FUD-aktiviteter på energiområdet er et resultat af beslutninger og prioriteringer i både EUDP, Innovationsfonden og Styrelsen for Forskning og Uddannelse. Der er derfor en risiko for overlap, ukoordinerede beslutninger, og at deltagelse i vigtige fora ikke bliver prioriteret, fordi det kræver koordinerede beslutninger.

Det anbefales derfor at etablere et fast, koordinerende forum på energiområdet, der skal:

- Koordinere og prioritere Danmarks deltagelse i internationale programmer og samarbejdsfora på energiområdet.
- Samarbejde om at styrke indtænkning af de internationale programmer i de danske strategier på energiteknologiområdet (jf. afsnit 4.7).

Et vigtigt formål med et øget samarbejde om den internationale indsats vil også være at styrke de danske fondes viden om store europæiske forskningsprojekter, hvilket kan gøre det nemmere at

[54] For en uddybning af anbefalingerne henvises til baggrundsnotatet " "Samspillet mellem danske og internationale FUD-ordninger på energiområdet".

[55] Eksempelvis blev der i forbindelse med et Mission Innovation-ministermøde i Malmø udgivet en publikation med over 50 cases om energiteknologiske gennembrud, hvoraf ingen var danske.

understøtte danske universiteters deltagelse. Herunder eksempelvis også ved at prioritere danske FUD-projekter, som kan være en del af fødekæden til kommende flagskibsprojekter.

Anbefaling 3. Holistiske FUD-projekter på tværs af teknologier og sektorer

Horizon Europe vil som beskrevet have et tværsektorielt fokus. Det kommende program "Climate, Energy and Mobility" vil prioritere en række projekter, der går på tværs af energi-, klima- og transportområderne, hvor der er mange komplementære teknologier drevet af bl.a. digitalisering og elektrificering.

Det anbefales i forlængelse heraf, at der også i danske programmer fokuseres mere på at støtte tværsektorielle FUD-projekter. Dermed vil danske aktører få opbygget netværk, samarbejdsrelationer og erfaringer på tværs af sektorer, som kan styrke deres forudsætninger for at lede og bidrage til Horizon-ansøgninger.

Anbefaling 4. Synliggørelse af klimaeffekter af FUD-projekter

De internationale programmer – herunder det kommende rammeprogram, Horizon Europe, – vil fremadrettet lægge stor vægt på energiprojekters klimamæssige potentialer og effekter.

Det anbefales i forlængelse heraf, at ansøgere til Grand Solutions og EUDP skal redegøre for den klimamæssige "business case" for deres FUD-projekter. Det vil bidrage til at skærpe fokus på klimamæssige effekter samt styrke kompetencerne og erfaringerne i at estimere effekterne. Herudover kan EUDP og Innovationsfonden evt. udvikle en vejledning i at vurdere og beskrive effekter på klima, miljø, mv.

Anbefaling 5. Fokus på FUD-projekternes internationale potentialer og perspektiver

De store internationale programmer – især Horizon 2020 – stiller betydelige krav til projektansøgernes forskningsmæssige kompetencer og resultater, og konkurrencen om midlerne er hård.

For at styrke danske forskeres forudsætninger for at udarbejde internationale ansøgninger – og lave et ressourceeffektivt hjemtag af internationale midler – anbefales det, at der i forbindelse med ansøgninger til Grand Solutions lægges vægt på at beskrive og evaluere projekternes internationale potentialer. Det vil sige i hvilken grad, at de kan danne grundlag for hjemtag af midler fra EU, udenlandske fonde, mv.

Bilag - Litteratur og interviewpersoner

A. Litteratur

BDC (2017): "Canada's Venture Capital Landscape: Challenges and Opportunities"

Bloomberg (2018): "New Energy Outlook"

CLEAN (2019): "Analyse af energiteknologiklyngen"

Damvad Analytics (2016): "Når offentlige investeringer i energiteknologi tiltrækker private investorer"

Dansk Energi (2016): "ELFORSK styrker Danmark"

DI Bioenergi (2017): " Kortlægning af den danske bioenergiklynge"

Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet (2018): "Energi – til et grønt Danmark"

Erhvervsstyrelsen (2012): "Det danske biotek økosystem"

IEA (2015): "World Energy Outlook 2015"

IEA (2016): "World Energy Outlook 2016"

IEA (2017): "World Energy Outlook 2017"

IRENA (2016): "Innovation Outlook – Advanced Liquid Biofuels"

IRIS Group (2017): "Dansk life science under mikroskop – en forskningsbaseret styrkepositioner, der forgrener sig"

IRIS Group (2018): "Iværksætteri på DTU gennem to årtier – indsats, resultater og samfundsøkonomiske effekter"

Monitor Deloitte (2017): "Danmark som energiteknologisk pionerland"

Region Syddanmark (2017): "Den danske offshore branche – National kortlægning af forretningsområdet"

Steno, Carsten (2016): "En klynge, der virker – Universal Robots og det fynske klyngemiljø – 1986 til 2016"

Stratistics (2016): "Carbon, Capture and Storage – Global Market Outlet 2016-2022"

Uddannelses- og Forskningsministeriet (2008-17): "Performanceregnskab for innovationsmiljøerne"

Vindmølleindustrien (2018): "Branchestatistik 2018 – for vindmølleindustrien"

Vækstfonden (2018): "Status på venturemarkedet i Danmark 2018"

B. Interviewpersoner

Tabellen herunder viser en oversigt over de aktører og personer, som er blevet interviewet i forbindelse med analysen.

Tabel 1. Myndigheder og organisationer (tværgående og branchespecifikke)

Organisation	Personer
Brintbranchen	Tejs Laustsen Jensen, Direktør
Dansk Energi	Anders Stouge, Vicedirektør
Dansk Fjernvarme	Kim Behnke, Vicedirektør
DI Energi	Troels Ranis, Branchedirektør
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet	Anders Hoffmann, Vicedirektør
EUDP	Hanne Thomassen, Programme Manager
Innovationsfonden	Tore Duvol, Vicedirektør
Intelligent Energi	Helle Juhler-Verdoner, Branchechef
Styrelsen for Forskning og Uddannelse	Tina Gaard Sander, Seniorkonsulent
Vindmølleindustrien	Jan Serup Hylleberg, Adm. direktør
Aalborg Universitet	Charlotte Pedersen Jacobsen, Forskningsstøttechef

Tabel 2. Virksomheder

Virksomhed	Personer
A.P. Møller Holding A/S	Samir Abboud, CEO i Geothermal A.P. Møller Holding A/S
Danfoss	Niels Gade, Director of Technology and Innovation og Jakob Fredsted, VP for R&D i Danfoss Drives
Danish Power System	Hans Aage Hjuler, CEO
European Energy	Jan Vedde, Senior Project Engineer
Grundfos	Thorkild Kvisgaard, Global Technology Director
Haldor Topsøe A/S	Poul Georg Moses, Director, Explorative R&D
HP Now	Rasmus Frydendal, CTO
Hydrogen Valley	Søren Bjerregaard Pedersen, Direktør
IBM DK	Nils Overgaard, Head of Energy & Utility Industry (Nordics)
Kenergy	Kenn Frederiksen, Direktør
Neogrid Technologies	Henrik Lund Stærmose, Direktør
ReMoni	Bo Eskerod Madsen, CEO
SaltPower	Henrik Tækker Madsen, Adm. direktør
Steeper Energy	Steen Iversen, CTO
Stiesdal A/S	Henrik Stiesdal, Direktør
Vestas (MHI Vestas)	Kasper Roed Jensen, Vice President, Ideation and Partnering
Wavepiston	Michael Henriksen, CEO
Ørsted, Energy Storage Solutions & Thermal Power	Michael Paludan-Müller Nylykke, Lead Business Developer

Tabel 3. Forskere

Organisation	Personer
DTU Byg	Simon Furbo, professor
DTU Compute	Henrik Madsen, professor
DTU Elektro	Henrik W. Bindner, Senior Researcher
DTU Elektro	Jacob Østergaard, professor
DTU Energi	Søren Linderoth, professor
DTU Fotonik	Peter Behrensdorff Poulsen, professor
DTU Fysik	Ib Chorkendorff, professor
DTU Vindenergi	Peter Hauge Madsen, Institutdirektør
GEUS	Mads Engberg Willumsen, statsgeolog
GEUS	Lars Henrik Nielsen, statsgeolog
KU - Forest, Nature and Biomass	Claus Felby, professor
SDU - NanoSYD	Horst- Günter Rubahn, Institutdirektør
SDU - Mekatronik	Morten Hartvig Hansen, professor
SDU - Center for Energy informatics	Mikkel Baun Kjærgaard, professor
AAU - Forskningsgruppen for Bølgeenergi	Jens Peter Kofoed, lektor
AAU - Institut for Energiteknik	Lasse Rosendahl, professor
AAU - Institut for Energiteknik	Søren Knudsen Kær, professor
AAU - Institut for Energiteknik	Frede Blaabjerg, professor

Tabel 4. Venturefonde og klynger

Organisation	Personer
Vækstfonden	Rolf Kjærgaard, Investeringsdirektør
Den Grønne Investeringsfond	Michael Zöllner, Erhvervskundedirektør
Insero	Søren Munk, Chief Investment Manager
CLEAN	Henrik Bjerregaard, Afdelingsleder
Seed Capital	Ulla Brockenhuus-Schacks, CEO
VELUX FONDEN	Anders Lyngaa Kristoffersen, Head of Impact Investments
Ørsted Ventures	
OnRobot	Enrico Krog Iversen, CEO
Odense Robotics	Mikkel Christoffersen, Business Manager
BDC ICE (Canada)	Tony Van Bommel, Senior Managing Partner
ArcTern Vetures (Canada)	Murray McGaig, Managing Partner
STDC (Canada)	Ziyad Rahme, VP responsible for investments, screening and evaluation
Chrysalix Venture Capital (Holland)	Fred van Beuningen, Managing Partner
SET Ventures (Holland)	Rene Savelsberg, Co-founder, CEO and Managing Director og Anton Arts, Associate Partner

IRIS GROUP

JORCKS PASSAGE 1B, 4. SAL | DK-1162 KØBENHAVN K
IRISGROUP@IRISGROUP.DK | WWW.IRISGROUP.DK