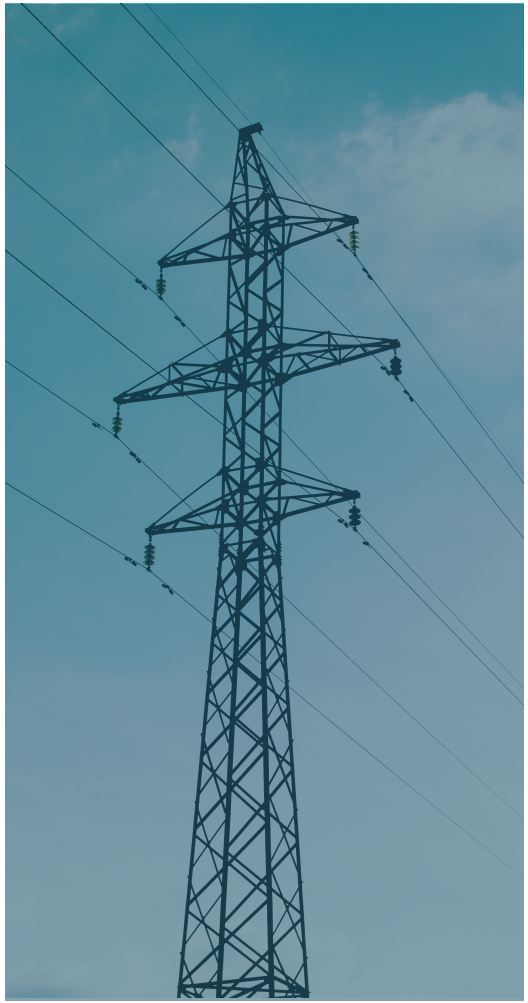
Analyse af energiteknologiklyngen

En styrkeposition i vækst

IRISgroup

cLean
INNOVATING GREEN SOLUTIONS

INNOVATIONSNETVÆRKET
SMART ENERGY



Introduktion

Denne publikation er udarbejdet i et samarbejde mellem CLEAN og IRIS Group med støtte fra Innovationsnetværket Smart Energy.

Energiteknologiklyngen i Danmark er for første gang analyseret på baggrund af en omfattende kortlægning af klyngens virksomheder og organisationer. Analysen giver dermed et unikt billede af, hvor energiklyngen står i dag i forhold til andre danske styrkepositioner.

Analysen ser derudover på vækstperspektiverne for dansk energiteknologi baseret på analyser af strategier og politiske målsætninger blandt klyngens største eksportmarkeder, en bibliometrisk analyse af danske energiteknologiske forskningsstyrker samt interviews blandt klyngens virksomheder og forskere.

Den samlede analyse består af tre afsnit, der præsenterer 1) energiteknologiklyngens størrelse målt på en række nøgleindikatorer, 2) energiteknologiklyngens vækst og vækstperspektiver, samt 3) niveauet og behovet for viden og innovation i energiteknologiklyngen.

CLEAN

CLEAN er en dansk cleantech-klynge baseret på danske styrkepositioner i erhvervslivet og forskning inden for energi- og miljøteknologi. CLEAN skaber vækst og beskæftigelse i Danmark gennem tætte offentlig-private-partnerskaber, der eksperimenterer med nyskabende idéer og realiserer skalerbare løsninger.

CLEAN bringer ligesindede sammen i en triple-helix proces, som forbinder de tre hovedaktører industri, universiteter og offentlige institutioner i en udfordrende sammenhæng til identificering af nye tendenser og muligheder for dansk energiteknologi.

Gennem et aktivt samspil i det danske cleantech økosystem, skabes ny indsigt og nye forretningsmuligheder og resultater, der bidrager til at realisere danske og globale markedspotentialer inden for cleantech.

CLEAN er politisk og teknologisk neutral.

clean
INNOVATING GREEN SOLUTIONS

Innovationsnetværket Smart Energy

Innovationsnetværket Smart Energy er en del af Uddannelses- og Forskningsministeriets indsats, der skal styrke teknologiudvikling og innovation i erhvervslivet.

Netværket bygger bro mellem vidensinstitutioner og energiteknologivirksomheder med den mission at omsætte specialiseret viden til nye idéer og konkrete løsninger, som kan bidrage til energieffektivisering og omstillingen til et fossilfrit energisystem.

Innovationsnetværket* er et partnerskab mellem CLEAN, Aalborg Universitet, Aarhus Universitet, Alexandra Instituttet, Danmarks Tekniske Universitet, Force Technology, Syddansk Universitet og Teknologisk Institut.

*2014-2018

INNOVATIONSNETVÆRKET
SMART ENERGY

INDHOLD

1. Energiteknologiklyngen i dag 1

2. En klynge i vækst 12

3. En klynge der konkurrerer på viden og innovation 18

Metode og kilder 25

CLEAN

SUNDSMARKVEJ 20, 1.

6400 SØNDERBORG

+45 8144 6080

RKJ@CLEANCLUSTER.DK

WWW.CLEANCLUSTER.DK

IRIS GROUP

JORCKS PASSAGE, OPGANG 1B, 4. SAL

DK-1162 KØBENHAVN K

IRISGROUP@IRISGROUP.DK

WWW.IRISGROUP.DK

1. ENERGITEKNOLOGIKLYNGEN I DAG



Hovedpointer:

- Energiteknologi er en dansk styrkeposition.
- Energiteknologiske virksomheder bidrager til en betydelig andel af erhvervslivets samlede aktiviteter - 6 pct. af alle private jobs, 15 pct. af omsætningen og hele 17,5 pct. af vareeksporten.
- Der findes flest energiteknologiske jobs i Hovedstaden og omkring Aarhus, men klyngen er vigtig for vækst og beskæftigelse i det meste af landet.
- 189 ud af verdens 193 lande importerer varer fra danske energiteknologiske virksomheder.
- Energieffektive teknologier, vindenergi, fjernvarme og bioenergi er alle etablerede og dominerende styrkepositioner i Danmark, mens eksempler på spirende danske styrkepositioner er energilagring og energikonvertering, smart energy, solenergi og bølgeenergi.
- Dansk energiforskning er i den internationale elite.

Overblik over energiteknologiklyngen – fem sammenhængende brancheområder

CLEAN har udviklet fem sammenhængende brancheområder, der tilsammen dækker energiteknologiklyngen.

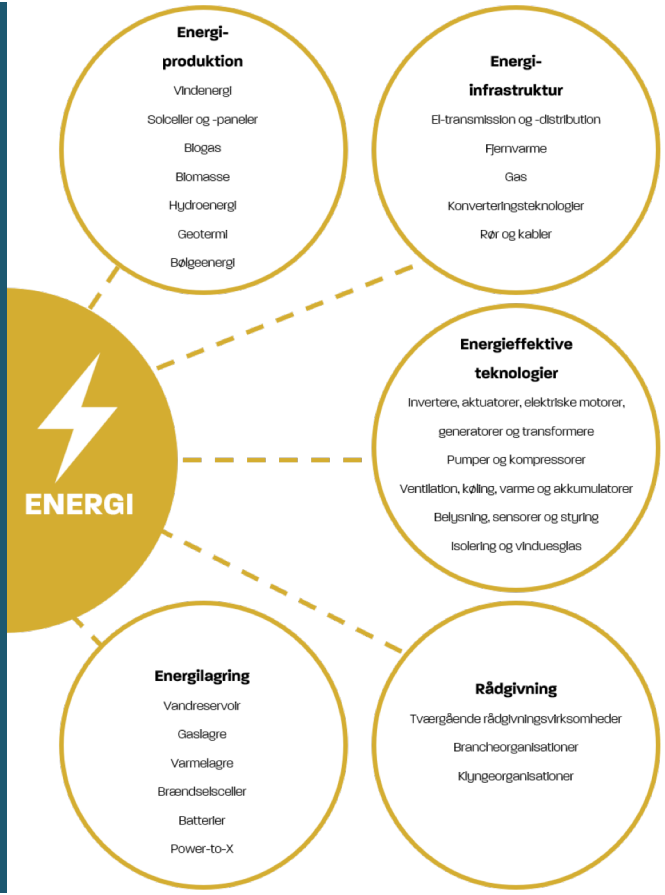
Energiproduktion omfatter virksomheder, der udvikler og leverer energi i form af strøm, varme og gas. Denne del af klyngen omfatter også en lang række underleverandører af komponenter, produkter og systemløsninger.

Energiinfrastruktur omfatter alle el- og varmeforsyningsselskaber, gasleverandører samt virksomheder inden for handel og transmission med el-nettet. Hertil kommer virksomheder, der udvikler og producerer konverteringsteknologier som store industrielle varmepumper og varmevekslere, samt virksomheder, der producerer rør og kabler til forsyningssektoren.

Energilagring omfatter virksomheder, der udvikler og producerer produkter inden for lagring i alle energiformer.

Energieffektive teknologier omfatter virksomheder, der udvikler og producerer teknologier, produkter og løsninger til energiforbrugende apparater og systemer.

Rådgivning omfatter en række virksomheder, der rådgiver bredt om energi og energiteknologi – ofte på tværs af energiområder. Derudover omfatter området branche- og klyngeorganisationer, der hjælper virksomheder inden for energiområdet generelt.



Toneangivende virksomheder inden for brancheområderne

Energiproduktion
- Vestas Wind Systems
- Siemens Gamesa
- Ørsted
- Arcon Sunmark

Energiinfrastruktur
- Kamstrup
- Logstor
- Isoplus
- NKT

Energilagring
- Haldor Topsøe
- Ballard
- Metrotherm
- Lithium Balance

Energieffektive teknologier
- Danfoss
- Grundfos
- Velux
- Rockwool

Rådgivning
- COWI
- Rambøll
- Niras
- Dansk Energi Management

Energiteknologi som styrkeposition – stor samfundsøkonomisk betydning

I denne analyse er energiteknologiklyngen for første gang opgjort på baggrund af en omfattende kortlægning af klyngens virksomheder. Analysen giver dermed et unikt billede af, hvor energiklyngen står i dag i forhold til andre danske styrkepositioner.

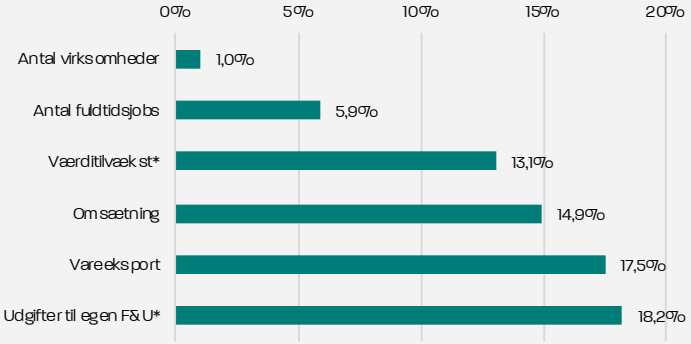
Der findes ca. 3.200 aktive energiteknologiske virksomheder i Danmark. De udgør samlet kun 1 pct. af alle danske virksomheder. Til gengæld dækker klyngen ca. 6 pct. af alle private jobs, 15 pct. af omsætningen og hele 17,5 pct. af vareeksporten.

Energiklyngen står også for en stor del af den private forskning og udvikling – hele 18 pct., svarende til 7,7 mia. kr. i 2016.

Energiklyngen er en højteknologisk og højproduktiv klynge. Hver medarbejder i klyngen skabte i 2016 værdi for 1,1 mio. kr. (arbejdsproduktivitet), hvilket er langt over gennemsnittet i den private sektor. Energiklyngen er derved blandt de sektorer i Danmark, der skaber mest værdi pr. medarbejder, og er tæt på at være på niveau med life science-sektoren, der er den mest højteknologiske klynge i Danmark (life science står for næsten 50 pct. af den private forskning og udvikling i Danmark).

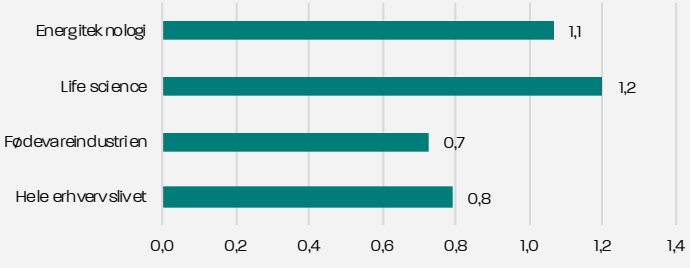
Det største brancheområde inden for energiklyngen er energieffektive teknologier efterfulgt af energiproduktion. Tilsammen står de to brancheområder for 60 pct. af klyngens jobs og 86 pct. af vareeksporten.

Energiklyngens andel af dansk erhvervslivs aktiviteter (2017)



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)
*Note: *2016*

Gennemsnitlig arbejdsproduktivitet i 2016 (mio. kr.)



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsler og den generelle regnskabsstatistik, REGNI)
Note: Energiteknologi og life sceince er baseret på særkørsler fra regnskabsstatistikken og dækker hhv. 2016 og 2015. Fødevareindustrien (NACE-koder 10.000-12.000) og hele erhvervslivet er baseret på den generelle regnskabsstatistik for 2016.

Energiklyngens brancheområder (2017)	Antal virksomheder	Antal fuldtidsbeskæftigede	Værdi af vareeksport (mia. kr.)
Energiproduktion	378	24.673	44,1
Energiinfrastruktur	777	25.767	10,6
Energilagring	98	1.172	0,6
Energieffektive teknologier	1.095	53.941	56,8
Rådgivning	892	25.472	5,1
I alt	**3.240**	**131.025**	**117,2**

Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

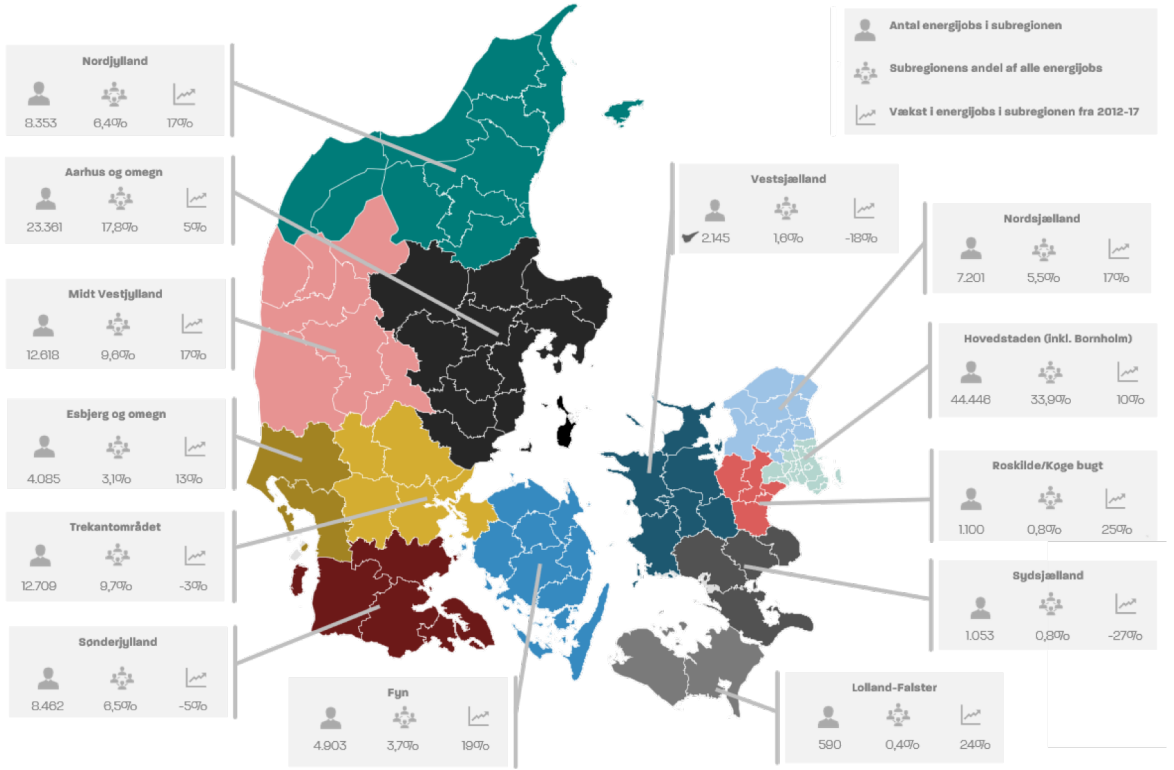
Energiteknologiske jobs i hele landet

Energiteknologiklyngen er spredt over det meste af landet. I figuren til højre er Danmark delt op i 13 subregioner. Figuren viser, for hver subregion, antallet af energiteknologiske jobs, hvor stor en andel af energiklyngens samlede beskæftigelse, der findes i subregionen samt væksten i energiteknologiske jobs i subregionen i perioden 2012-17.

Ikke overraskende findes de fleste energijobs omkring Danmarks to største byer – København og Aarhus. Figuren viser også, at de energiteknologiske jobs er spredt over det meste af landet – dog med en beskeden andel på Sjælland og Lolland-Falster.

Klyngen har desuden oplevet en vækst i antal energiteknologiske jobs i de fleste områder fra 2012-17. Samlet set er beskæftigelsen i klyngen gennemsnitligt vokset med 1,7 pct. pr. år i perioden 2012-17 (se afsnit 2). De fleste jobs er skabt i Hovedstaden og Nordsjælland samt i Midt- og Nordjylland.

Energiteknologiske jobs i Danmark (2017)



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Danske energiteknologiske varer eksporteres til hele verden

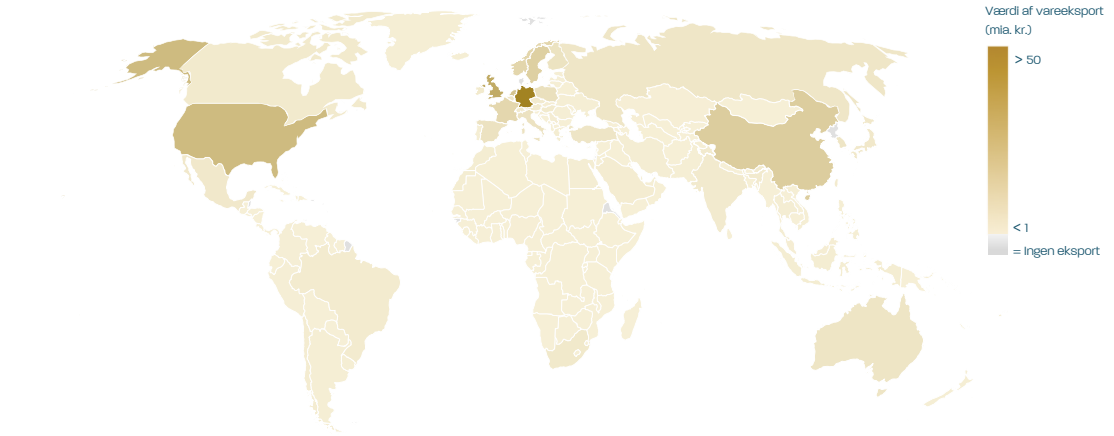
Energiteknologiklyngen bidrager betydeligt til Danmarks samlede eksport, og er derfor en vigtig brik i samfundsøkonomien.

I 2017 eksporterede danske energiteknologiske virksomheder varer for 117,2 mia. kr., svarende til 17,5 pct. af Danmarks samlede vareeksport i 2017.

Dansk energiteknologi indkøbes i hele verden. I alt 189 af verdens 193 lande importerede i 2017 varer fra energiteknologiske virksomheder i Danmark. Forbrugere i langt de fleste lande har således dansk energiteknologi helt tæt på i form af fx termostater, pumper eller elektricitet genereret af en vindmølle.

De fem største eksportmarkeder – Tyskland, Storbritannien, USA, Sverige og Kina – udgør næsten halvdelen af eksporten. Tilmed er disse fem vigtige markeders andel af den samlede energieksport - samlet set - steget de seneste år.

Værdi af energiklyngens vareeksport fordelt på lande (2015-17)



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Energiklyngens største eksportmarkeder

	2012-14		2015-17	
	Værdi af vareeksport	Andel af samlet energieksport	Værdi af vareeksport	Andel af samlet energieksport
Tyskland	50,6 mia. kr.	16%	56,5 mia. kr.	17%
Storbritannien	36,2 mia. kr.	11%	35,5 mia. kr.	10%
USA	23,4 mia. kr.	7%	27,1 mia. kr.	8%
Sverige	22,1 mia. kr.	7%	16,4 mia. kr.	5%
Kina	14,0 mia. kr.	4%	17,7 mia. kr.	5%
I alt	**135,6 mia. kr.**	**42%**	**159,2 mia. kr.**	**47%**

Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Styrkepositioner inden for energiteknologiklyngen

Energiteknologiklyngen udgør en markant styrkeposition for Danmark med en omsætning og eksport på niveau med andre markante danske styrkepositioner som life science og fødevarer (IRIS Group 2017 og 2018).

Dykker man dybere ned i klyngen, finder man en række brancheområder, hvor danske virksomheder står særlig stærkt, eller hvor vi har spirende styrkepositioner. De fire etablerede og dominerende styrkepositioner inden for energiteknologi er energieffektive teknologier, vindenergi, fjernvarme og bioenergi

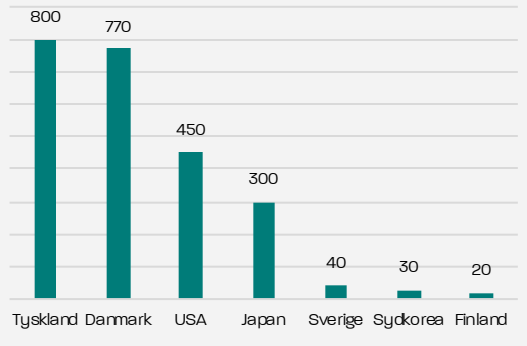
Energieffektive teknologier er ligeledes en dansk styrke, som bl.a. omfatter pumper, belysning, sensorer, byggematerialer og -processer. Blandt de toneangivende danske virksomheder kan nævnes Grundfos (pumper), Danfoss (varmeregulering og frekvensomformere), Velux (vinduer) og Rockwool (isolering). Intelligente, energibesparende bygninger og byggeprocesser hører også til denne styrke, og baserer sig i høj grad på IKT og IoT som væsentlige komplementære teknologiområder. Danmark er desuden førende inden for forskning i energieffektiv elektronik (se side 14), hvor forskerne har tætte relationer til industriens F&U-afdelinger.

Vindenergi er et stort brancheområde i den danske energiteknologiklynge og en etableret styrkeposition i sig selv. Danmark står stærkt inden for både onshore og offshore vindmøller, og vi er det land i verden, hvor andelen af vind i energisystemet er størst. Danmark er base for flere af verdens største vindmølleproducenter (Vestas, Siemens Gamesa), og har et meget stort antal underleverandørvirksomheder til vindindustrien. Dansk forskning i vindenergi er verdensførende (se side 12) og virksomhederne i vindmøllebranchen er blandt de bedste i verden til at omsætte forskning til innovation og ny teknologi som illustreret i den øverste figur til højre.

Fjernvarme i Danmark er karakteriseret ved meget effektive kraftvarmeværker og en høj andel (ca. 63 pct.) af landets husstande, som er koblet på fjernvarmenettet. Der findes unikke virksomhedssamarbejder om udnyttelse og genanvendelse af overskudsvarme i fjernvarmenettet, og stærke danske virksomheder inden for produktion, montering og vedligehold af fjernvarmerør (Logstor), ventiler, pumper (Grundfos), termostater og varmevekslere (Danfoss) og intelligente målere (Kamstrup).

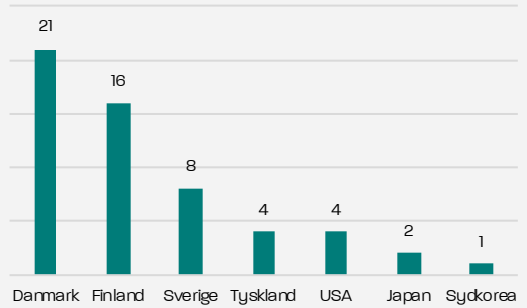
Bioenergi er også en dansk styrkeposition som illustreret i figuren nederst til højre. Danmark har mange års erfaring med at omstille kraftvarmeværker fra kul til bioenergi, og danske ingeniørvirksomheder og energiselskaber er blandt verdens bedste til at konstruere, drifte og vedligeholde anlæg baseret på biomasse. Derudover har Danmark også en styrkeposition inden for biogasanlæg, og de store danske leverandører (Xergi, Bigadan, Lundsby, Combigas) sælger og opfører godt halvdelen af deres biogasanlæg i udlandet.

Antal vindenergipatenter (2004-13)



Kilde: DAMVAD (2017)

Antal patenter inden for biofuels pr. mio. indbyggere (2004-13)



Kilde: DAMVAD (2017)

De spirende styrkepositioner

Energiteknologiklyngen rummer også en række spirende styrkepositioner. Det er områder, der er i vækst og forskningsmæssigt står på et solidt grundlag i Danmark, men som endnu ikke fylder så meget omsætningsmæssigt og beskæftigelsesmæssigt. Enten fordi der endnu er tale om umodne teknologier, eller fordi de udgør nicheområder, hvor der forventes stor vækst i de kommende år.

Eksempler på de første er batteriteknologi (se prognose i afsnit 2) og de såkaldte Power-to-X teknologier, der er teknologier, som omdanner elektricitet til fx brint, ammoniak og kemikalier. Power-to-X teknologierne rummer muligheder for at producere en række højværdiprodukter, når energiproduktion fra fx vind er høj.

Et eksempel på nicher med stort vækstpotentiale er danske styrker på solområdet. De globale forventninger om en mangedobling af solmarkedet (se afsnit 2) betyder, at solindustrien i Danmark har rigtigt gode vækstmuligheder.

Til højre er fire eksempler på spirende danske styrkepositioner på energiteknologiområdet og deres karakteristika.

De spirende styrker er i øvrigt ikke blot interessante i sig selv. De er også vigtige teknologier og kompetenceområder i fremtidens intelligente og integrerede energisystem, der vil basere sig på flere vedvarende energikilder, lagringsteknologier, konvertering af energi, mv. Derfor er det også vigtigt for væksten i de etablerede styrkepositioner, at vi formår at udnytte potentialerne på de viste områder.

Energilagring og energikonvertering

- Stærke forskningsmiljøer inden for batterier, brændselsceller, elektrolyse, effektelektronik og termisk lagring.
- Flere virksomheder med frontforskning (fx Haldor Topsøe og Ballard).
- Mange innovative iværksætter virksomheder.
- Stort vækstpotentiale (fx el-biler, energilagring i energisystemer og bæredygtige brændsler til tung transport).

Smart energy

- Stort vækstområde pga. behov for smarte energisystemer, hvor forbrug af energi balanceres med energiproduktionen – og vice versa.
- Omfatter forsyningsvirksomheder, it-virksomheder, elselskaber, m.fl. og skal udvikles i tæt samarbejde med bl.a. vindindustrien.
- Ambitiøse danske mål for brug af vedvarende energi betyder, at vi kan blive førende på teknologiudvikling inden for smart energy.

Solenergi

- Danmark er verdensførende forsknings- og erhvervsmæssigt inden for solvarmeanlæg.
- Flere danske virksomheder står stærkt inden for design, udvikling og drift af solcellefarme.
- Danmark har gode forudsætninger for udvikling af bygningsintegrerede solcelleløsninger (vi er stærke inden for solcelleteknologi, byggematerialer og design).
- Prognoser forudsiger stor vækst i global efterspørgsel inden for solområdet.

Bølgeenergi

- En del iværksætter virksomheder i Danmark med lovende teknologier.
- Stærke forskningsmiljøer. Men teknologierne har lang vej til markedet.
- Potentiale i at samtænke offshore vind- og bølgeenergi.
- På langt sigt kan teknologien få stor betydning som vedvarende energikilde.



"Noget der er ret karakteristisk i forhold til vores eksisterende kunder er, at de ikke kun fokuserer på vindturbiner, men også på energi- og hybridsystemer. Vi er begyndt at få forespørgsler på løsninger til systemer med enten sol- og vindenergi eller sol, vind og energilagring. Her forsker vi mere i bl.a. lagring. Fx med nye convertere som kan være med til at optimere måden man laver energilagring til forskellige applikationer."

- Chlinton Arendahl Nielsen, CEO
KK Wind Solutions

Dansk energiforskning er internationalt førende

Dansk energiforskning er blandt den internationale elite, og det er resultater fra forskningen, som danske virksomheder tager til sig og omsætter til nye innovative og konkurrencedygtige produkter.

Tabellen til højre rangerer de 25 bedst præsterende lande inden for energiforskning på tre nøgleindikatorer. Dels antal forskningspublikationer per mio. indbyggere (første kolonne), der udtrykker, hvor stor forskningsproduktionen er i det enkelte land. Og dels to indikatorer for forskningens kvalitet og excellence.

Det fremgår af tabellens første kolonne, at Danmark har verdens anden største produktion af energiforskning, når denne sættes i forhold til landets indbyggertal. Kun Norge udgiver flere publikationer per mio. indbyggere. Dansk energiforskning indtager derved samme placering som dansk life science-forskning, der ligeledes ligger på en andenplads - kun overgået af Schweiz (IRIS Group 2017).

Kvaliteten af den danske energiforskning er høj og citeres 81 pct. mere end verdensgennemsnittet for lignende publikationer. Indikatoren i tabellens anden kolonne viser et feltvægtet citationsindeks. Værdien 1 svarer til verdensgennemsnittet. Et indekstal på 2 er således udtryk for, at artikler citeres dobbelt så hyppigt som verdensgennemsnittet. Her ligger Danmark på en 4. plads efter Singapore, Hong Kong og Schweiz med scoren 1,81.

Endelig viser tabellens sidste kolonne at Danmark ligger på en tredjeplads i forhold til, hvor stor en andel af landenes publikationer der er blandt de 10 pct. mest citerede publikationer i verden. En indikator for excellence. Igen efter Singapore og Hong Kong – med 22,6 pct. af de samlede videnskabelige energipublikationer, der er blandt de 10 pct. mest citerede på verdensplan.

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

Dansk energiforskning i et internationalt perspektiv (2013-2017)

	Antal publikationer per mio. indbyggere		Citationsindeks		Andel publikationer blandt de 10 pct. mest citerede publikationer (pct.)	
1	Norge	1.073	Singapore	2,2	Singapore	28,2
2	Danmark	909	Hong Kong	2,05	Hong Kong	27
3	Singapore	726	Schweiz	1,85	Danmark	22,6
4	Island	698	Danmark	1,81	Australien	20,6
5	Sverige	698	Australien	1,7	Schweiz	20,5
6	Finland	613	Holland	1,66	Holland	20,2
7	Schweiz	605	Italien	1,6	Italien	20
8	Australien	512	Saudi Arabien	1,59	Saudi Arabien	20
9	Estland	455	Sverige	1,58	Irland	19,8
10	Canada	411	Israel	1,57	Sverige	19,1
11	Holland	409	Storbritannien	1,54	Norge	19
12	Hong Kong	402	Belgien	1,53	Belgien	17,9
13	Portugal	399	Irland	1,53	Storbritannien	17,9
14	Belgien	389	Norge	1,5	Qatar	17,8
15	Qatar	363	Qatar	1,5	USA	17,5
16	Storbritannien	343	Spanien	1,46	Spanien	17,2
17	Østrig	342	USA	1,46	Tyskland	17
18	Irland	330	Canada	1,44	Canada	16,9
19	Tyskland	294	Tyskland	1,44	Finland	16,7
20	Italien	288	Finland	1,42	New Zealand	16,5
21	Spanien	282	New Zealand	1,42	Portugal	16,4
22	Grækenland	280	Grækenland	1,37	Iran	16,3
23	USA	266	Iran	1,37	Grækenland	15,9
24	Frankrig	236	Ungarn	1,31	Estland	15,2
25	UAE	231	Portugal	1,31	Tyrkiet	14,4

Kilde: IRIS Group på baggrund af SciVal/Scopus. Udtræk: oktober 2018. Note: Analysen tager udgangspunkt i det overordnede forskningsområde "Energy" i SciVal. Selvcitationer er inkluderet. Typer af publikationer: Artikler, reviews og konferencebidrag. Det bemærkes, at analysen er gennemført på landeniveau. Regioner med fremtrædende energiforskning i store lande som fx USA vil derfor blive hevet ned af landsgennemsnittet.

Energiteknologiske forskningsstyrker

I hjulet til højre er dansk energiforskning inddelt efter energiklyngens brancheområder.

I boksene neden for samt på næste side er fire særligt fremtrædende danske forskningsstyrker beskrevet.

Vindenergi

Dansk forskning i vindenergi har i en lang årrække været verdensførende. Forskning i vindenergi udgør ca. 15 pct. af Danmarks energiforskning, og dansk vindforskning citeres i gennemsnit 85 pct. mere end verdensgennemsnittet for lignende artikler.

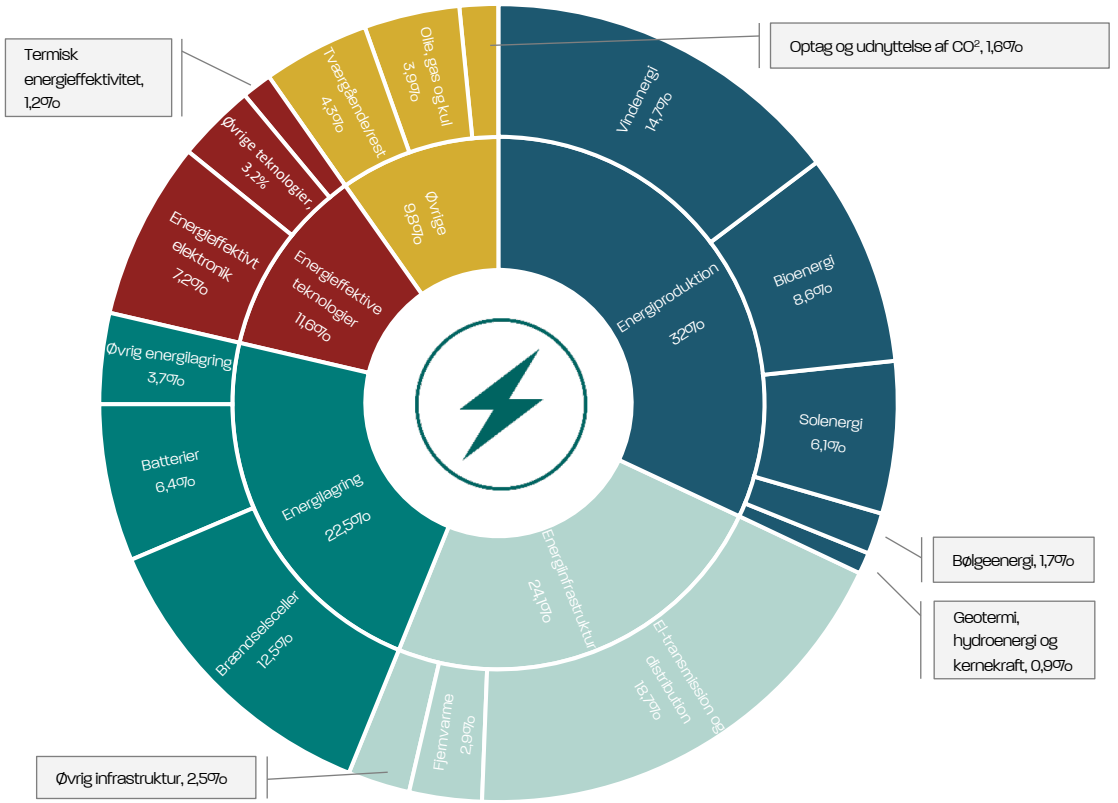
Forskningen har frem til i dag primært været drevet af en ambition om at gøre vindenergi billig og konkurrencedygtig, men fremover vil forskningen i højere grad fokusere på at udvikle vindenergi fra "blot" at være en energikilde til at blive et aktivt element i fremtidens intelligente og integrerede energisystem.

El-transmission og -distribution

Forskning i el-transmission og –distribution udgør en stor del af dansk energiforskning og er anerkendt blandt forskningsmiljøer i hele verden. Det gælder i høj grad forskning i intelligente og integrerede energisystemer (Smart Energy), men også grundlæggende el-teknisk forskning i transmissions- og distributionsnet.

Forskningen er afgørende for at skabe bedre viden om, hvordan fluktuerende energiproduktion, udbredelse af elbiler samt flere decentrale "prosumers" vil påvirke distributionsnettet.

Danske publikationer inden for energiforskning inddelt efter brancheområde (2013-2018)



Kilde: IRIS Group og CLEAN på baggrund af SciVal/Scopus. Udtræk: december 2018. Note: Analysen er baseret på en kategorisering af aktive forskningsemner ("topics") i SciVal. Figuren inkluderer den mest fremtrædende 1/3 af alle danske publikationer inden for energiforskning i perioden 2013-2018. Se bilag for uddybende metodebeskrivelse.

Energiteknologiske forskningsstyrker

De to figurer til højre er baseret på verdens mest fremtrædende energiforskning (top 10 pct.). Fremtrædende forskning er præget af stor interesse og stigende forskningsaktivitet. Dansk forskning generelt udgør lidt under 1 pct. af alt verdens forskning. Den øverste figur viser, at danske publikationer inden for energiforskning udgør over 1 pct. af den mest fremtrædende energiforskning i verden, mens den nederste figur viser kvaliteten af de danske publikationer målt med et citationsindeks og sammenlignet med en gruppe af fem førende energiforskningslande.

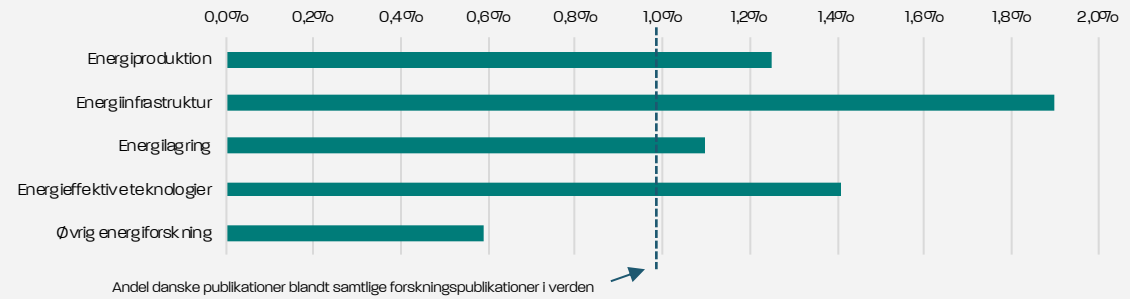
Brændselsceller

Danske forskningsmiljøer har i mere end 20 år arbejdet med at udvikle brændselsceller, der kan omdanne kemisk energi i et brændsel (fx brint) direkte til elektricitet. Udviklingen er sket i tæt samarbejde med industrien, og har medført en dansk styrkeposition, som ikke blot gælder brændselsceller men også elektrolyse, katalyse og potentielt Power-to-X, der anses for vigtige teknologier i fremtidens energilagring og udnyttelse af vedvarende energikilder.

Energieffektivt elektronik

Danmark har en klar forskningsstyrke i effektelektronik, som anvendes, når man skal konvertere elektrisk energi fra én form til en anden. Effektelektronik er afgørende for både kvaliteten og effektiviteten af den elektricitet, som produceres fra fx. vind- og solenergi. Men teknologien bruges også til intelligent styring af elektroniske enheder og er derfor et vigtigt element i bl.a. varmepumper samt elbiler og derved intelligente bygninger og energisystemer.

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



Kilde: IRIS Group og CLEAN på baggrund af Scival/Scopus. Udtræk: december 2018. Note: Analysen tager udgangspunkt i aktive forskningsemner ("topics") i SciVal. Figuren er baseret på en kategorisering af verdens top 500 (ud af 4121) aktive forskningsemner inden for energiområdet. Se bilag for uddybende metodebeskrivelse.

Citationsindeks for den mest fremtrædende (top 10 pct.) energiforskning i verden (2013-18)



Kilde: IRIS Group og CLEAN på baggrund af Scival/Scopus. Udtræk: december 2018. Note: Analysen tager udgangspunkt i aktive forskningsemner ("topics") i SciVal. Figuren er baseret på en kategorisering af verdens top 500 (ud af 4121) aktive forskningsemner inden for energiområdet. Som indikator for kvalitet er et feltvægtet indeks for forskningens gennemslagskraft benyttet. Værdien 1 svarer til verdensgennemsnittet. Se bilag for uddybende metodebeskrivelse.

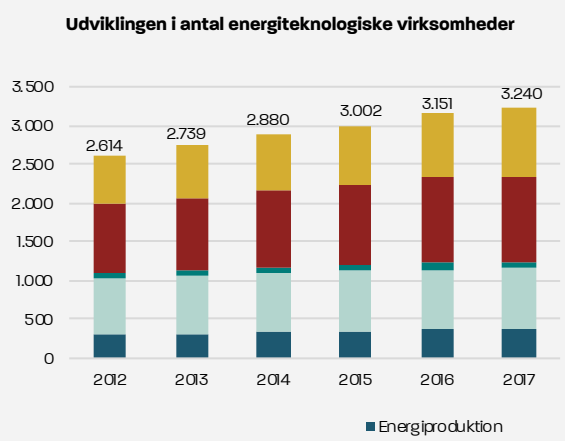
2. EN KLYNGE I VÆKST

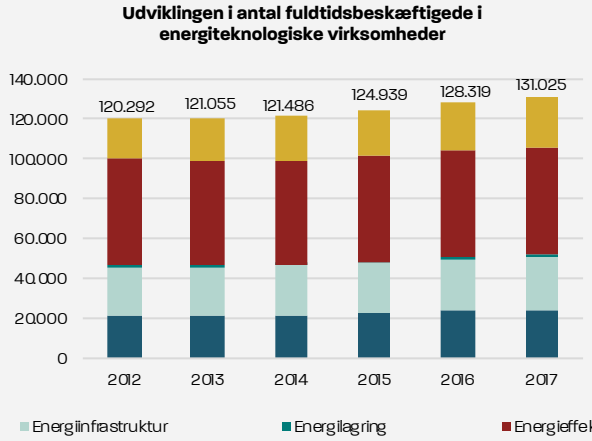


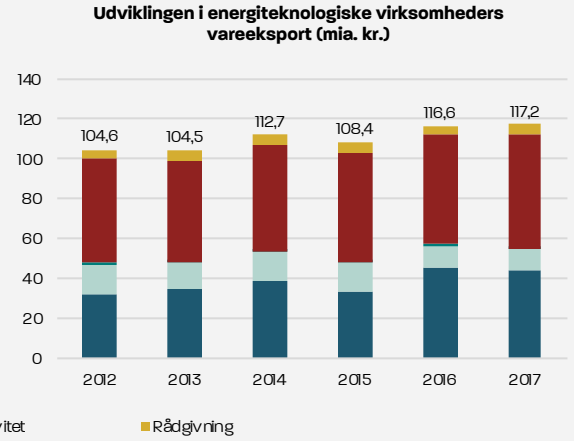
Hovedpointer:

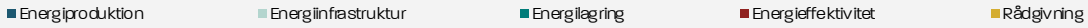
- Energiteknologi er en dansk styrkeposition i vækst.
- På fem år er der skabt mere end 10.000 nye jobs i energiteknologiklyngen.
- Globale trends samt internationale og nationale målsætninger betyder, at klyngen af energiteknologiske virksomheder i Danmark vil kunne opnå endnu større vækst i de kommende år.
- Efterspørgslen og udviklingen på Danmarks fem største eksportmarkeder forventes at stige betydeligt og peger på en række teknologier, som Danmark er førende i.
- Klyngens største vækstudfordringer handler om regulering og rammevilkår på energiområdet, konkurrencen fra vores nabolande når det gælder investeringer i systemintegration, adgang til kvalificeret arbejdskraft samt fraværet af vækst- og ventureinvesteringer på energiområdet.

Vækst i energiteknologiklyngen 2012-17









Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Vækst i antal virksomheder

Mellem 2012 og 2017 er antallet af aktive virksomheder i energiteknologiklyngen steget med næsten 20 pct. Til sammenligning steg antallet af aktive virksomheder i hele erhvervslivet med 3,7 pct. i samme periode.

Det er inden for alle brancheområder i energiklyngen, at der kommer flere virksomheder til. Den relativt største vækst ses inden for energilagring, hvor antallet af virksomheder er steget fra 60 i 2012 til 98 i 2017.

Vækst i beskæftigelse

På fem år er der skabt mere end 10.000 nye jobs i energiteknologiklyngen. Samlet set er beskæftigelsen i klyngen gennemsnitligt vokset med 1,7 pct. pr. år i perioden 2012-17.

Det er primært virksomheder inden for rådgivning og energiproduktion, der står for de mange nye arbejdspladser.

Vækst i eksport

Energiteknologiklyngen eksporterer varer til hele verden, og står for 17,5 pct. af Danmarks samlede vareeksport. Eksporten er i gennemsnit steget 2,3 pct. om året i perioden 2012-17.

Årlige udsving skyldes især virksomheder, der arbejder med teknologier til energiproduktion. De tegner sig for ca. 40 pct. af klyngens vareeksport, og er følsomme over for enkeltstående store ordre (fx vindmølleparker).

Store vækstperspektiver

Der er grund til at forvente, at væksten i energiteknologiklyngen vil fortsætte i de kommende år. Endda i et langt kraftigere tempo end i de seneste år.

Paris-aftalen – og de heraf følgende mål og strategier på nationalt niveau og EU-niveau – betyder, at den globale efterspørgsel efter grøn energiteknologi kommer til at stige stærkt i de kommende år.

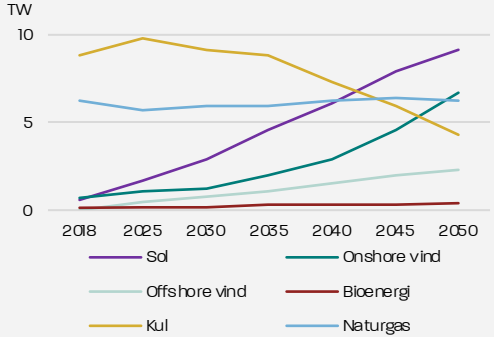
Hvor sol, vind og bioenergi i dag samlet set er nicher i den globale energiproduktion, vil de om 20 år udgøre rygraden i den globale energiproduktion. Det kræver enorme investeringer i de kommende år verden over, herunder også i energiinfrastruktur og energilagring. Samtidig er der både på EU-niveau og i de enkelte lande sat ambitiøse mål for energieffektiviseringer.

Prognoserne på denne side illustrerer det store vækstpotentiale inden for områder, hvor Danmark har energiteknologiske styrkepositioner. Fx viser figurerne, at produktion og efterspørgsel efter vindenergi vil blive næsten 10-doblet frem mod 2050, mens efterspørgslen efter bioenergi vil blive 5-doblet. De globale investeringer inden for energilagring vil blive 50-doblet.

Det er også vigtigt at fremhæve de danske mål og sigtelinjer, der er omfattet af energiaftalen fra juni 2018. Danmark har nogle af de mest ambitiøse mål i verden for grøn omstilling. Det bidrager til at udvikle et særdeles stærkt hjemmemarked, hvor Danmark kan udvikle sig til et foregangsland inden for udvikling, test og demonstration af grønne løsninger.

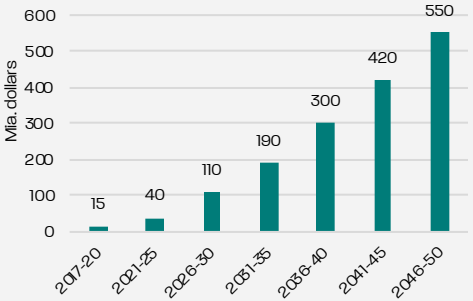
Netop hjemmemarkedet er vigtigt, fordi eksport af grønne løsninger ofte kræver, at virksomhederne har en stærk reference på hjemmemarkedet. Samtidig bidrager omstillingen til et intelligent og integreret energisystem baseret på vedvarende energi (smart energy) til, at Danmark kommer til at stå stærkt som et land, der afprøver nye komponenter og digitale teknologier i energiinfrastrukturen.

Udvikling i forventet global energiproduktion opdelt på energikilder



Kilder: Bloomberg (2018a); DNV GL (2017); IEA (2018); Irena (2018)

Forventet udvikling i globale investeringer inden for energilagring



Kilde: Bloomberg (2018b)

Nationale mål og sigtelinjer på energi- og klimaområdet

- 55 procent af energiforbruget skal i 2030 komme fra vedvarende energi.
- Vedvarende energis andel af elforbruget skal udgøre over 100 pct. i 2030. Det vil sige at kul skal være totalt udfaset.
- Mindst 90 pct. af fjernvarmeforbruget skal baseres på andre energiformer end kul, olie og gas i 2030.
- Netto nuludledning af CO_2 i 2050 (i overensstemmelse med Paris-aftalen).
- Der etableres tre nye havvindmølleparker, som kan producere 2.400 MW.
- Der afsættes en pulje på 240 mio. kr. årligt til at udbygge energinettet med biogas og andre grønne gasser.

Kilde: Energiaftalen (2018)

Internationale prognoser

- Det samlede globale energiforbrug forventes at stige med 30 pct. frem mod 2040.
- Sol og onshore vind forventes at udgøre de billigste energiformer fra 2020.
- Frem mod 2050 vil der blive investeret 13.000 mia. US dollars i ny energiteknologi, hvoraf ca. 3/4 vil gå til sol- og vindenergi.
- Efterspørgslen efter biobrændsler forventes at blive 4-doblet i perioden 2015-2030.
- Der forventes globalt at være 280 mio. elbiler på vejene i 2040 (mod 2 mio. i dag).
- Der vil i 2025 blive efterspurgt 21 GW mere batterilagringskapacitet, end der vil være på markedet.

Kilde: IEA (2017); Bloomberg (2018a); IRENA (2016)



"Vi forventer, at salg af grøn strøm bliver den helt store driver for os gennem salg af PPA'er (Power Purchase Agreements red.) nationalt og internationalt. Virksomheder køber PPA'er for at opnå mål om bæredygtighed, tilføre mere vedvarende energi til samfundet og sikre stabile energiomkostninger fremadrettet.

Vi forventer at bygge solenergianlæg for 200 MW i 2019, 500 MW i 2020 og 1 GW i 2021. De næste tre år forventer vi derfor at fordoble omsætningen hvert år.

- Nicolai Faaborg Andresen, Salgsdirektør
Better Energy

Efterspørgsel og teknologiudviklingen på eksportmarkederne de næste 5-10 år – vigtigste fokusområder

De fem største eksportmarkeder – Tyskland, Storbritannien, USA, Kina og Sverige – dækker næsten 50 pct. af den samlede danske eksport af energiteknologi. Det er derfor vigtigt at have fokus på, hvad der sker på de fem markeder, og hvad der kommer til at præge udviklingen i de fem landes energisystemer og efterspørgsel efter energiteknologi.

Boksene til højre giver derfor et overblik over, hvad der forventes at komme til at præge de fem markeder de næste 5-10 år.

For USA er vist forventninger på føderalt niveau og for Californien, der er et af de allerstørste enkeltmarkeder for den danske energisektor i USA.

Vurderingerne er baseret på nyere energipolitiske strategier fra de fem lande samt fra selskaber, der har ansvaret for energinettene i de forskellige lande.

Et fælles træk i alle lande er mål og forventninger om en stærk øget anvendelse af vedvarende energikilder (VE), især vind og sol, og på at udvikle intelligente energisystemer, der baserer sig på flere forskellige VE-kilder og nye teknologier (især batterier) til energilagring.

Fælles er også en ambition om smarte energisystemer, hvor specielt elforbruget tilpasser sig produktionen af VE. Ligeledes fremstår ambitionen om elektrificering af transport og muligheder for at koble el-køretøjer til el-nettet centralt på de vigtigste markeder.

Herudover er energieffektiviseringer højt på den politiske dagsorden i Tyskland, USA og Kina, hvor der er også udbydes nationale tilskudsprogrammer på området.

Yderligere satser flere af landene på teknologier, hvor de enkeltvist står stærkt forskningsmæssigt og/eller naturressourcemæssigt.

Tyskland

- Energieffektiviseringer i både industri (nye processer og materialer) og bygningsmasse (bl.a. isolering og moderne varmesystemer, der baserer sig på VE-kilder).
- Udvikling af smarte energisystemer – i form af intelligente og integrerede systemer (baseret på især vind og sol), lagringsteknologier og digitale services, der regulerer forbrug ift. energiproduktion. Kobling af el-køretøjer til el-nettet.
- Udvikling og udbredelse af effektive solvarmeanlæg.
- Forskning og udvikling af teknologi inden for områder, hvor Tyskland er førende – især batteriteknologi, brint og brændselsceller, solcelleteknologi og hydroenergi.

Storbritannien

- Decentralisering af elproduktionen gennem digitalisering og elektrificering (fx intelligente målere og termostater, el-køretøjer koblet på el-nettet, digitale services til forbrugere, bygningsintegrerede solceller, mv.).
- CO_2-venlig varmeforsyning gennem fokus på grønne gasser (herunder brint), hybride varmesystemer samt udvikling og udbredelse af el-varmepumper.
- Udvikling af batterier til bedre energilagring.
- Nudging – udvikling af løsninger og et tarifsystem, der tidskynder til grøn adfærd i energiforbruget.
- CCS-anlæg til kraftvarmeværker.

USA/Californien

- Vedvarende energi (især vind og sol) og naturgas vil stå for langt hovedparten af nyinvesteringer i de kommende år.
- Batteriteknologi til lagring af energi, især i el-nettet.
- Energieffektive produkter og løsninger til eksisterende bygningsmasse.

- Batteriteknologi og brændselscelleteknologi til brug i transport (Californien).
- Udvikling af storskala batterier til el-nettet (Californien).
- Smarte bygninger, hvor energiforbrug tilpasser sig kapaciteten i el-nettet (Californien).

Kina

- Videreudvikling af smart grids gennem brug af avancerede, digitale teknologier samt intelligente målere.
- Omfattende investeringer i teknologiudvikling og kapacitet inden for vind, sol, hydro, kernekraft og kraftvarmeværker.
- Udvikling af batterilagringssystemer direkte koblet til el-nettet uden transformere.
- Udvikling af ultra højspændingssystemer til el-transmission over lange afstande.
- Udvikling af verdens største netværk af ladestationer til el-køretøjer.

Sverige

- Realisering af ambitiøst nationalt mål for VE-andel i energiforbruget gennem tilskud til kommuner til udbygning af onshore vind- og solkapacitet.
- Fortsat udvikling af teknologi inden for områder, hvor Sverige står stærkt naturressourcemæssigt (hydroenergi og biomasse).
- Energieffektiviseringer i industrien (igangværende statsligt tilskudsprogram).

Vækstudfordringerne

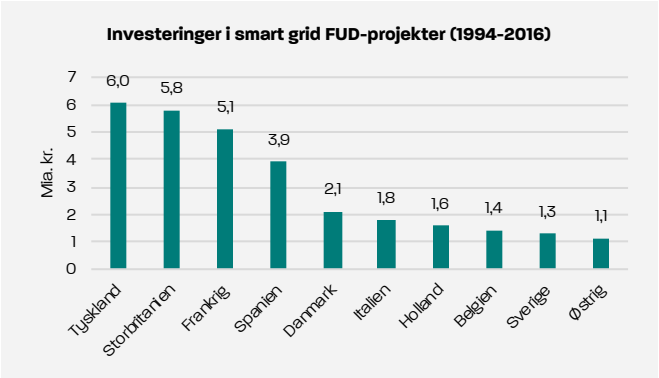
For at realisere de store vækstperspektiver, der findes i energiteknologisektoren, skal en række centrale udfordringer adresseres. De interviewede virksomheder peger på fire generelle vækstudfordringerne, der gør sig gældende på energiområdet:

- **Regulering og rammevilkår** på energiområdet betyder, at virksomheder i mange tilfælde har vanskeligt ved at opstille reelle business cases. Det bunder i usikkerhed omkring, dels hvordan afgifter og tilskud vil blive tilrettelagt i fremtiden, og dels hvilke brancheområder der vil blive prioriteret.

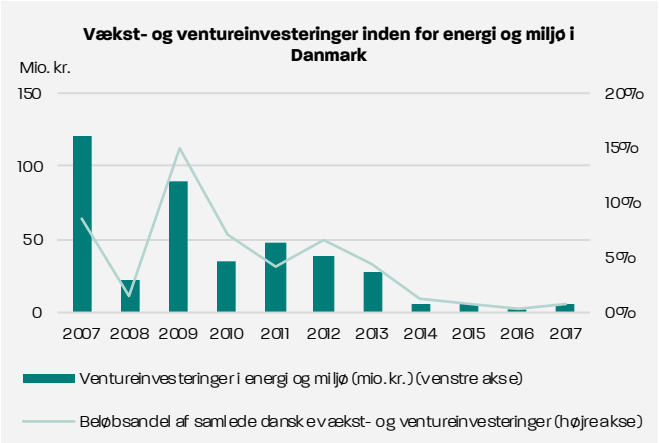
- **Systemintegration.** Danmark har en unik infrastruktur i både el-, gas- og fjernvarmenettet, og er samtidig et af de mest digitaliserede samfund i verden. Det gør Danmark til et oplagt land at udvikle integrerede, intelligente energisystemløsninger i stor skala. Udfordringen ligger imidlertid i de store investeringer, som kræves til både forskning, udvikling og demonstration (FUD) samt anlægsomkostninger til måling, styring og automatik hos forbrugerne og i distributionsnettene. Særligt Tyskland og Storbritannien har investeret massivt på smart grid-området, som vist i den øverste figur

- **Adgang til kvalificeret arbejdskraft.** Det er særligt om 5-10 år, at de interviewede virksomheder forudser, at adgang til kvalificeret arbejdskraft bliver en stor udfordring for klyngens vækst. Der efterspørges især ingeniører med forstand på både hardware og software, som samtidig tænker nyt og bidrager til innovation.

- **Fald i vækst- og ventureinvesteringer** på energiområdet udfordrer særligt de mindre virksomheder og startups. De seneste fire år har de samlede vækst- og ventureinvesteringer inden for energi og miljø udgjort mindre end én procent af de samlede vækst- og ventureinvesteringer i Danmark, som vist i den nederste figur.



Kilde: JRC, European Union (2017)
Note: Inkluderer private, nationale og EU-investeringer i forskning, udvikling og demonstration (FUD).



Kilde: Invest Europe

"Hvis Danmark vil have en førerposition, skal vi til at komme ud af starthullerne, fordi der foregår rigtig meget i England og også en del i Tyskland."

- Torben Funder-Kristensen
Head of Public and Industry Affairs
Danfoss Cooling Segment

"Man er meget ambitiøse i energiaftalen 2018. Det handler om at vi skal være i Europæisk førerposition med at tænke energisystemet på tværs og tænke det sammen. Det at skulle være førende på det område er meget ambitiøst, for der sker rigtig meget i vores nabolande, der også tænker infrastrukturen på tværs."

- Anders Bavnhøj Hansen, Chefingeniør
Energinet Elsystemansvar

"Vi kan skelne til USA, Kina og Sverige m.fl. Her kan man se, at virksomheder i batteri-sektoren kan tiltrække milliardinvesteringer, mens det ikke er muligt i Danmark. Den nødvendige mængde kapital er ikke mulig at grave op. Det gælder både offentlige midler og venture kapital, de er ikke gearet til den her type investeringer."

- Lars Barkler, CEO
Lithium Balance

3. EN KLYNGE DER KONKURRERER PÅ VIDEN OG INNOVATION



Hovedpointer:

- Energiteknologiklyngen er en af de højest uddannede sektorer i Danmark - 17 pct. af medarbejderne har en lang videregående uddannelse eller Ph.d.
- Energiteknologiske virksomheders investeringer i forskning og udvikling er faldet de seneste år i takt med, at de statslige programmidler til forskning, udvikling og demonstration inden for energiteknologi er faldet.
- Klyngens forskningsmiljøer og virksomheder er særligt gode til at samarbejde og omsætte forskningen til innovation og ny teknologi.
- Der er behov for investeringer i forskning og innovation, hvis danske styrkepositioner inden for energiområdet skal fastholdes, og hvis potentielle nye styrkeområder skal vokse frem.

Energiteknologiklyngen beskæftiger mange højtuddannede

De danske energiteknologiske virksomheder udgør en videnintensiv klynge, hvor knap halvdelen af de ansatte har en videregående uddannelse. Derudover har mere end hver tredje en erhvervsfaglig uddannelse.

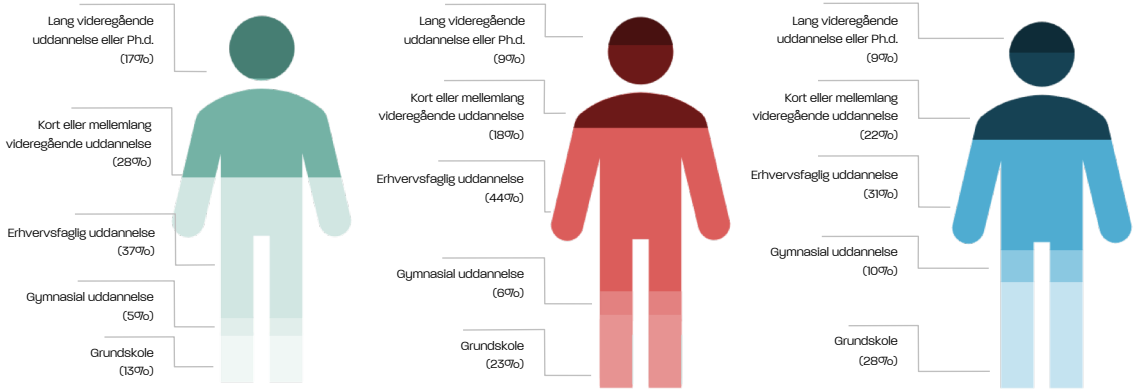
De energiteknologiske virksomheder skiller sig især ud fra resten af erhvervslivet ved at beskæftige en stor andel medarbejdere med en lang videregående uddannelse eller Ph.d.

I takt med at klyngen vækster, stiger efterspørgslen efter højtuddannede medarbejdere også. I lighed med mange andre brancher i Danmark vurderer de interviewede virksomheder i energiklyngen, at de fremover kommer til at mangle specialiserede ingeniører og kvalificerede teknikere.

Oxford Research har for CLEAN foretaget en analyse af landskabet for industriel elektronik med afsæt i energieffektive teknologier (Oxford Research 2017). Analysen er blandt andet baseret på en spørgeskemaundersøgelse blandt virksomheder, der arbejder med industriel elektronik. Analysen viser, at mere end halvdelen af de adspurgte virksomheder forventer, at antallet af ingeniører vil stige frem mod 2025.

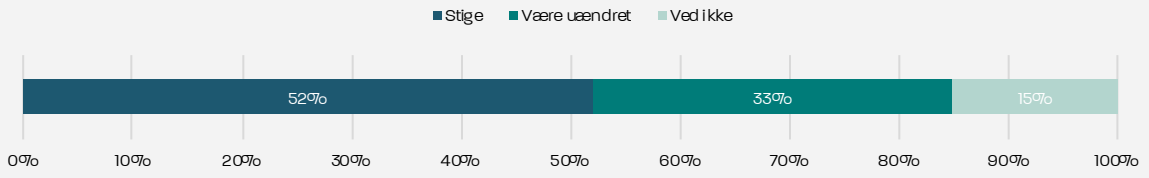
Den i forvejen højtuddannede klynge forventes altså at blive endnu mere videntung i de kommende år.

Uddannelsesniveau (2016)



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Antallet af ansatte ingeniører, der arbejder med elektronik, vil frem mod 2025...



Kilde: Oxford Research (2017)
Note: n=89



"Vi er i en situation, hvor Danfoss aldrig har været mere relevante, end vi er lige nu pga. de megatrends, vi ser i hele verden. De behov, som opstår globalt blandt andet i forhold til energieffektivitet, elektrificering, klimaforandringer, der har vi løsninger og teknologier, som kan medvirke til at løse en række af de udfordringer, verden står over for. Og vi investerer massivt. I 2017 investerede vi 1 mia. kroner på toppen af, hvad vi gjorde i 2016."

\- Kim Fausing, Koncernchef

Danfoss

Udtalelse til Erhvervskonferencen - Bright Green Business 2019

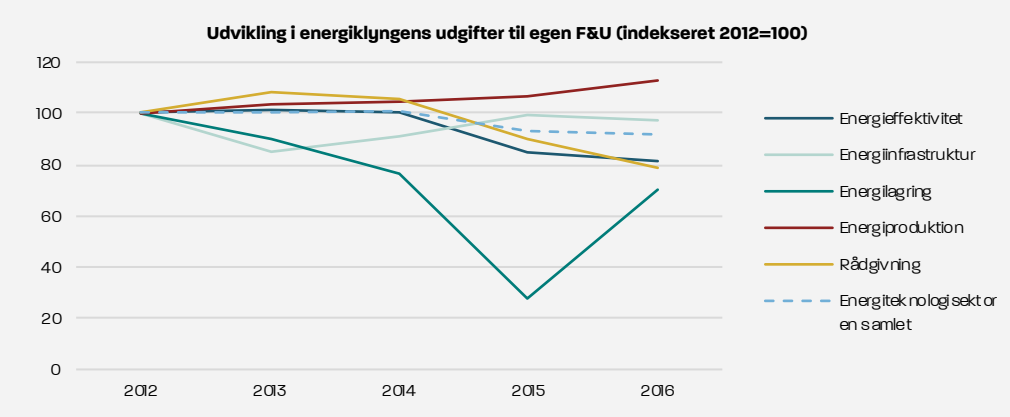
Forskning, udvikling og innovation i energiteknologi

Energiklyngen står for en stor del af den private forskning og udvikling (F&U) i Danmark – hele 18 pct., svarende til 7,7 mia. kr. om året.

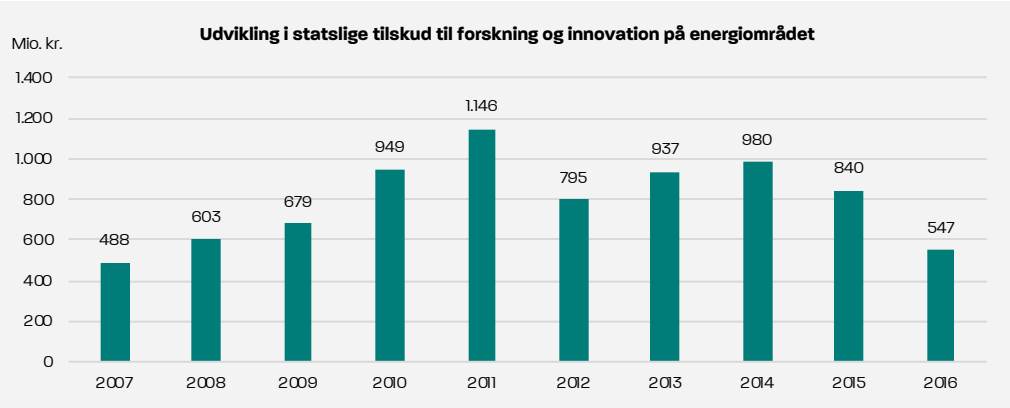
Figuren øverst viser udviklingen i virksomhedernes udgifter til egen forskning og udvikling siden 2012. Den viser, at kun brancheområdet energiproduktion har oplevet en vækst i udgifterne til forskning og udvikling. Samlet er udgifterne faldet med 9 pct. mellem 2012-2016.

En væsentlig årsag til dette fald kan være, at de statslige programmidler til forskning, udvikling og demonstration inden for energiteknologi er faldet betydeligt siden 2011, som illustreret i den nederste figur.

Energiklyngen er fortsat en meget innovationsaktiv sektor på trods af faldet i F&U-investeringer. Næsten 40 pct. har udviklet nye produkter og 32 pct. nye processer, hvilket er betydeligt over gennemsnittet af danske virksomheder. Der er også lidt flere af de innovative virksomheder i energiklyngen, der samarbejder med andre aktører (fx universiteter og andre virksomheder) om deres innovationsaktiviteter.



Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)



Kilde: Energiforskning.dk

39 pct. af energivirksomhederne har **produktinnoveret** i perioden 2014-2016.

Det samme gælder for 22 pct. af alle virksomheder i Danmark.

32 pct. af energivirksomhederne har **procesinnoveret** i perioden 2014-2016.

Det samme gælder for 21 pct. af alle virksomheder i Danmark.

32 pct. af energivirksomhederne har **samarbejde om innovations-aktiviteter** i perioden 2014-2016.

Det samme gælder for 29 pct. af alle virksomheder i Danmark.

Kilde: Danmarks Statistik (særkørsel)

Vækst gennem forsknings- og innovationssamarbejde

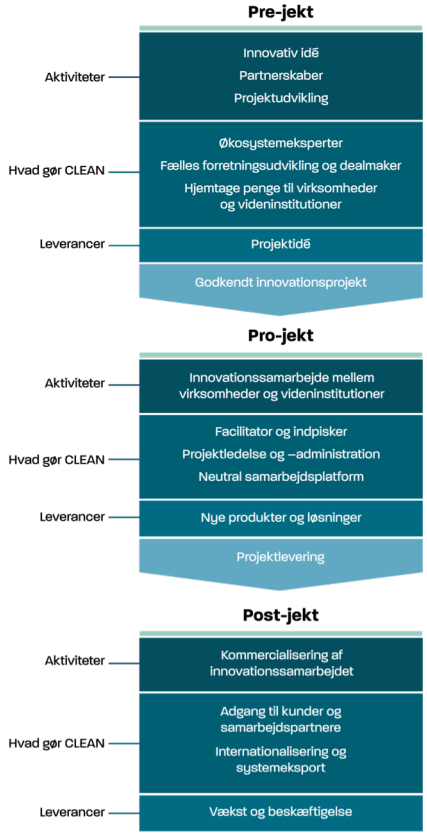
Den energiteknologiske klynge består ikke blot af de ca. 3.200 virksomheder. Også universiteter, de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter (GTS) og andre uddannelsesinstitutioner er vigtige brikker i klyngen.

Som det fremgår af afsnit 1, har Danmark nogle meget stærke og markante forskningsmiljøer inden for energiteknologi. En væsentlig årsag til den energiteknologiske klynges vækst er, at vi har formået at omsætte forskningen til innovation og ny teknologi. Det skyldes:

- At de danske forskningsmiljøer på energiområdet er meget anvendelsesfokuserede og gerne samarbejder med virksomheder.
- At det gennem mange år har været prioriteret i Danmark at fremme vidensamarbejde på energiområdet (lige fra forskning i ny teknologi til demonstration af nye løsninger). Det er sket gennem forskellige programmer – bl.a. EUDP-programmet under Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet.
- Stærke klynge- og netværksorganisationer som CLEAN og Innovationsnetværket Smart Energy, der har bygget bro mellem forskning og erhverv. CLEAN har udviklet en innovationsmodel i tre faser (se figuren i midten)

Hvis vi fortsat skal være globalt førende i at omsætte forskning til innovation, er det vigtigt at lytte til, hvad både forskere og virksomheder ser af perspektiver og udfordringer. Til højre har vi sammenfattet væsentlige pointer fra en række interviews om dette vigtige tema.

CLEANs innovationsmodel



Kilde: CLEAN

Hovedpointer fra interview med virksomheder og forskere

- Danmarks styrke inden for energiteknologi bunder især i evnen til hurtigt at omsætte forskning til viden og teknologi i virksomhederne. Midlerne til strategisk forskning (forskning i nye teknologier) er faldet markant i Danmark. Dermed er der risiko for at Danmark langsomt mister sin førerposition på forskningsområdet.
- Der er også sket et markant fald i de samlede tilskud til forskning, udvikling og demonstration på energiområdet (se forrige side).
- En stor del af vidensamarbejdet foregår i dag mellem forskere og store virksomheder i langvarige samarbejder. Der er brug for bedre rammer og mere fokus på at fremme samarbejde mellem forskere og SMV'er, fx som i CLEANs innovationsmodel.
- Fremtidens energisystemer bliver integrerede, fleksible og digitale. Der er behov for at fokusere på samarbejder om at udvikle løsninger og systemer – frem for blot produkter og teknologier. Det vil sige løsninger, hvor energiproduktion, energilagring, energikonvertering og energiinfrastruktur tænkes sammen. De statslige programmer skal tilpasses, så de understøtter udviklingen af fremtidens energisystemer.



"Hvis vi skal udvikle den nødvendige nye digitale energiinfrastruktur, der er afgørende for, at vi kan lave de digitale løsninger, skal man argumentere ud i næste led hos de nationale puljer. Det der er behov for, er, at vi får transformeret vores energisystem svarende til at gå fra et analogt telefonsystem til et digitalt telefonsystem med smartphones, hvor man skaber ny forretning ved at udvikle en masse apps og får løsningerne til at spille sammen i et nyt og mere komplekst økosystem.

EUDP og Innovationsfonden er gode til at finansiere udviklingen af de specifikke teknologiske løsninger, de enkelte apps for at blive i telefon-analogien. Det at udvikle platformen (smartphonen), der muliggør det hele, er vanskeligere at argumentere for, idet der ikke er et direkte marked i selve infrastrukturen, som understøtter alle de digitale løsninger. Det er der i sig selv ikke forretning i. Men når først smartphonen er der, åbner der sig et kæmpe marked af produkter, ydelser og services, der kan udløse den digitale innovation. Derfor skal vi være meget bedre til at understøtte udviklingen af fremtidens åbne digitaliserede energiinfrastruktur."

-Jacob Østergaard, Professor
DTU

Fokus i forsknings- og innovationsindsatsen de kommende år

Hvis Danmark skal fastholde sin førerposition inden for energiteknologi og hvis de i afsnit 2 skitserede vækstpotentialer skal realiseres, er det vigtigt at øge investeringerne i forskning, udvikling og innovation.

De nationale og internationale mål på klima- og energiområdet kan kun realiseres, hvis vi udvikler ny teknologi samt nye løsninger i energiforsyningen, der muliggør øget anvendelse af vedvarende energiteknologier. De lande, der er bedst til at udvikle fremtidens energiteknologier, vil også have det bedste grundlag for at udnytte den grønne omstilling til vækst og arbejdspladser.

Her spiller forsknings-, innovations- og erhvervspolitikken en nøglerolle:

- De fleste nye energiteknogier bliver skabt ved, at viden fra forskningen på universiteterne krydses med teknologisk viden i virksomhederne. Der er derfor brug for gode rammer for samarbejdsprojekter om forskning, udvikling og demonstration.
- Det er dyrt og risikofyldt at udvikle ny energiteknologi og bringe den på markedet. Blandt andet fordi det kræver store investeringer i test og demonstration. Derfor er der brug for 1) programmer der medfinansierer forskning, udvikling og demonstration, 2) at staten bidrager til at udvikle et marked for risikovillig kapital.
- Det er vigtigt at sikre en stærk og sammenhængende klynge- og netværksindsats inden for energiteknologi. Klyngeorganisationer som CLEAN skal bl.a. bidrage med at matche virksomheder og forskere samt virksomheder og investorer.

Eksempler på centrale nationale og internationale programmer

- **EUDP.** Program under Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet, der yder tilskud til udvikling og demonstration af energiteknologier. Budgettet for 2018 er på 398 mio. kr.
- **Grand Solutions.** Program under Innovationsfonden, der bl.a. finansierer strategisk forskning, der gennemføres i et samarbejde mellem universiteter og virksomheder. I 2017 blev der ydet bevillinger for 103 mio. kr. på energiområdet.
- **InnoBooster.** Program under Innovationsfonden, der medfinansierer udviklingsprojekter i små og mellemstore virksomheder. I 2017 blev der ydet tilskud på 21 mio. kr. til projekter på energiområdet.
- **ELFORSK.** Dansk Energis forskningsprogram, der yder tilskud til mindre forskningsprojekter inden for effektiv anvendelse af el og energi i forbrugsleddet. I 2018 var budgettet 25 mio. kr.
- **Private forskningsfonde.** Flere private forskningsfonde – fx Velux Fondene og Industriens fond – støtter forskningsprojekter på energiområdet.
- **Horizon 2020.** EU's rammeprogram for forskning og innovation. Danmarks hjemtag til projekter på energiområdet har siden 2014 årligt ligget på 180 mio. kr. i gennemsnit.
- **EU's SMV-instrument.** Særligt program under Horizon 2020, der yder tilskud til kommercialisering af nye energiteknologier i små og mellemstore virksomheder.

Energiaftalen

Energiaftalen, der blev indgået i juni 2018 mellem alle Folketingets partier, indebærer, at de statslige midler til forskning, udvikling og demonstration på energiområdet øges til samlet 580 mio. kr. i 2020 og til 1 mia. kr. frem mod 2024.



METODE OG KILDER

METODE

Denne side beskriver kort de metoder og datakilder, der er anvendt ifm. analysen. Vi har derudover udarbejdet et baggrundsnotat, som indeholder en mere detaljeret beskrivelse af analysens metode. Baggrundsnotatet kan rekvireres af CLEAN.

Registeranalyse

Datagrundlaget for analysen af energiteknologiklyngen er baseret på en kortlægning af virksomheder og organisationer foretaget af CLEAN, hvorefter en særkørsel fra Danmarks Statistik er rekvireret. Særkørslen omfatter registerdata fra firmastatistikken, regnskabsstatistikken, udenrigshandel med varer, forskning, udvikling og innovation (FUI) samt den registerbaseret arbejdsstyrkestatistik (RAS).

Kortlægningen af energiteknologiklyngen er baseret på 42 udvalgte branchekoder, samt en online snowball sampling af større, relevante branche- og klyngeorganisationers medlemssider. Branchekoderne er udvalgt på baggrund af branchekoderne blandt CLEANs og Innovationsnetværket Smart Energy's medlemmer, tidligere analyser inden for forskellige dele af energiområdet og en manuel gennemgang af DB07-oversigten. Efterfølgende har vi foretaget et udtræk fra CVR-registreret og manuelt sorteret hver virksomhed ud fra et kriterie om, at min. en af virksomhedernes aktiviteter eller forretningsområder skal falde ind under CLEANs definition af energiteknologi (se afsnit 1).

Kategorisering af virksomhederne i de fem brancheområder er primært sket på baggrund af virksomhedernes primære branchekode ud fra to parametre:

1. Beskrivelse af teknologier og forretningsområde i de udvalgte branchekoder fra DB07.
2. Stikprøver af virksomhederne i hver branchekode.

Derudover er de største virksomheder gennemgået og kategoriseret manuelt. Hver virksomhed indgår kun i ét brancheområde. Såfremt en virksomhed har aktiviteter inden for flere brancheområder, er virksomheden kategoriseret efter et skøn. Dvs. at fx omsætning, der kunne berøre flere brancheområder, ikke er vægtet eller tæller med flere steder.

Det er første gang, at energiteknologiklyngen er kortlagt ud fra denne metode, hvilket gør det vanskeligt at sammenligne denne analyses resultater med tidligere, branchespecifikke analyser, fx fra Vindmølleindustrien.

Analysen af forskningsstyrker trækker på data fra den bibliometriske database *Scopus*, og bygger på to bibliometriske analyser:

1. En analyse af den samlede danske energiforskning med udgangspunkt i de standardiserede forskningskategorier, som findes i Scopus. Analysen er baseret på fire bredt anerkendte bibliometriske indikatorer.
2. En analyse baseret på aktive forskningsemner ("topics"), der kan siges at have momentum eller være særligt fremtrædende i en given periode (vi har analyseret 2013-18). CLEAN har gennemgået de 500 mest fremtrædende emner inden for energiforskning i verden og kategoriseret dem efter de fem brancheområder.

Analyse af energiteknologiklyngens potentiale

Analysen af energiteknologiklyngens potentiale er baseret på desk research, et litteraturstudie, bibliometri og kvalitative interviews med forskere og virksomheder foretaget af både CLEAN og IRIS Group.

Litteraturstudiet har taget udgangspunkt i de fem største eksportmarkeder for danske energiteknologiske virksomheder (Tyskland, Storbritannien, USA, Kina og Sverige). Rapporter og strategier fra TSO'er og nationale og politiske investeringer og indsatsområder i disse lande er gennemgået og analyseret på tværs.

Endelig har CLEAN specifikt til denne analyse foretaget 15 semistrukturerede interviews med personer fra relevante forskningsmiljøer og virksomheder. Derudover trækker analysen på input fra mere end 50 interviews foretaget af IRIS Group i forbindelse med deres analyse af statens indsats for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet (IRIS Group, forventet 2019).

KILDER

Bloomberg (2018a): "New Energy Outlook"

Bloomberg (2018b): "How Big Will the Battery Boom Get?"

Damvad (2017): "Grøn vækst i Danmark og Greater Copenhagen"

DNV GL (2017): "Energy Transition Outlook 2017"

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

IEA (2018): "World Energy Outlook 2018"

IEA (2017): "World Energy Outlook 2017"

IRENA (2018): "Global energy transformation"

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

IRIS Group (forventet 2019): "Analyse af statens indsats for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet"

IRIS Group (2018): "Analyse af fødevarelandskabet"

IRIS Group (2017): "Dansk life science under mikroskop"

JRC, European Union (2017): " Smart grid projects outlook 2017"

Oxford Research (2017): "Analyse af landskabet for industriel elektronik med afsæt i energieffektive teknologier"

Sønderborg lokal TV (2019): "Erhvervskonferencen – Bright Green Business d. 14. januar 2019" (https://www.youtube.com/watch?v=bcqm_4fd9cY&t=2088s)



IRISgroup

cLean
INNOVATING GREEN SOLUTIONS

INNOVATIONSNETVÆRKET
SMART ENERGY