

## POSITIONSPAPIR

### DTU's forslag til fremtidige satsninger på forskning og udvikling af bæredygtige energiteknologier

---

#### **Afgørende med indfasning af de 580 mio. kr. i EUDP allerede i 2016**

På Danmarks Tekniske Universitet, DTU, forskes der i alle dele af energisystemet fra produktion og distribution til lagring og forbrug, med særlig fokus på bæredygtige energi. Det var derfor en god nyhed for DTU, at regeringen i forbindelse med præsentationen af Mission Innovation i november 2015 meddelte, at den vil styrke energiforskningen ved i 2020 at øremærke i alt 580 mio. kr. til initiativer inden for Clean Energy ved hovedsagligt at styrke EUDP. Det er særligt glædeligt i lyset af, at EUDP med finansloven for 2016 er blevet reduceret med 52 pct. i forhold til 2015.

Det er af afgørende betydning, at de nye midler indføres i EUDP allerede fra 2016. Dette er nødvendigt for at sikre, at den allerede igangsatte energiforskning og de opbyggede spidskompetencer ikke går tabt, og for at fastholde Danmarks internationale førerposition på området. EUDP er et af de centrale forskningsprogrammer, der er med til at sikre den nødvendige modning af energiteknologier, som er afgørende for arbejdspladser, vækst og dansk eksport.

#### **Konkrete forslag til forskning og udvikling af bæredygtige energiteknologier**

Med aftalen på FN's klimakonference COP21 blev fokus på nødvendigheden af at omlægge de globale energisystemer i en mere bæredygtig retning styrket. I Danmark er det oplagt at gøre brug af den viden, der er på DTU, hvor omkring 1.000 forskere - fordelt på en række institutter - besidder omfattende ekspertise inden for både energikilder, - systemer, og - forbrug. Dette positionspapir præsenterer konkrete forslag til perspektivrige energiteknologiske forsknings- og udviklingsområder, der alle peger i retning af en fremtid med ny grøn økonomisk vækst.

DTU anbefaler, at de 580 mio. kr. som regeringen har øremærket til initiativer inden for Clean Energy anvendes til forskning og udvikling inden for områder, hvor dansk forskning er på forkant og vækstpotentialer er stort, og de konkrete emneområder bliver i det følgende præsenteret inden for fire overordnede afsnit:

1. Energikilder
2. Systemintegration og styring
3. Lagring og konvertering
4. Sektorspecifikke energiløsninger

#### **1. Energikilder**

Forskning og udvikling inden for teknologier, som effektivt udnytter energi fra vind, sol, biomasse og lavtemperatur energikilder bliver grundlagsskabende for en omkostningseffektiv omstilling af energisystemet nationalt og globalt.

Dansk vindkraftindustri er globalt i førerfeltet, og en betragtelig del af Danmarks el-produktion er i dag baseret på vind. Andelen af vindenergi vokser også i EU og globalt. **Vindteknologien** udvikler sig særlig hurtigt med hensyn til Levelized Cost to Energy (LCOE), stabilitet og systemintegration. Ved en fortsat forsk-

ning og udvikling inden for vindenergi er der perspektiver for omkostningsreduktioner på op til 30 pct. onshore og 50 pct. offshore i 2030. For at realisere effektiviserings- og vækstpoterentialerne bør udviklingen styrkes inden for vindturbineteknologi, offshore system design, nettilslutningsteknologi og modellering til optimal placering af vindmøller.

Internationalt er udnyttelsen af **solenergi** central i den grønne omstilling, hvilket kræver fortsat forskning og udvikling af materialer til at høste solens energi direkte. Dette kan enten være i form af strømproducerede solceller eller i kobling med elektrokatalyse til fremstilling af brint.

DTU ser også vigtige perspektiver i øget forskning og udvikling inden for **udnyttelse af lavtemperatur-varmekilder** for både kraft- og varmeproduktion. Energiressourcer ved lavt temperaturniveau er til rådighed fra en række kilder, som spænder fra spildvarme til vedvarende energikilder i form af biomasse, geotermi og sol. Der er et stort potentiale for at forbedre udnyttelsen af disse varmekilder til elproduktion. Dette potentiale gør sig også gældende inden for procesenergi til industrielle anvendelser.

Biomasse vil også blive en vigtig brik i fremtidens bæredygtige energisystem. En række **termiske biomasse teknologier** er under udvikling og vil kunne give væsentlige bidrag til den globale reduktion af drivhusgasemissioner, særligt udviklingen af nye effektive teknologier til forbrænding, forgasning, pyrolyse og katalyse. De nævnte teknologier vil tilbyde dels en fleksibel produktion af el og varme (når der er beskedent bidrag fra vind og sol), og dels mulighed for at producere CO<sub>2</sub>-neutrale flydende brændsler til transportsektoren (fly, biler, skibe). **Biologisk omdannelse af biomasse** til flydende brændsler vil ligeledes blive et vigtigt element i fremtidens grønne samfundsøkonomi. Udover brændsel kan der produceres kemikalier og materialer, som øger værdiskabelsen og ressourceeffektiviteten. Danmark har stærke virksomheder og forskningsmiljøer indenfor anvendt bioteknologi, agroindustri og procesteknologi, og dermed et solidt grundlag for at etablere industrielle processer til effektiv omdannelse af biomasse.

## **2. Systemintegration og styring**

Der er en betydelig forsknings- og udviklingsindsats knyttet til udvikling af fremtidens robuste og bæredygtige intelligente energisystemer. **Smart Grid og Energy System Integration** er nøglen til storskala indpasning af den fluktuerende produktion af energi fra sol og vind. Det stiller krav til udvikling af omkostningseffektive, bæredygtige og sikre energisystemløsninger, tilpasset lokale forhold hvor vedvarende energi, energiinfrastrukturer og energitjenester integreres og koordineres gennem smart styring og nye integrerende og fleksible energiteknologier og -løsninger.

Forskning og udvikling i IT-implementerbare modeller og metoder til sammenkobling af forskellige løsninger og energisystemer er væsentlig for fremtidig integration af vedvarende energi. De nuværende energisystemer er karakteriseret ved at produktionen følger belastningen, men med en stor andel af energiproduktionen baseret på sol og vind, bliver det afgørende at balancere den fluktuerende produktion ved udvikling af **nye markedsløsninger og systemer for fleksibelt elforbrug** fra især varmepumper og elbiler. Gennem en anvendelse af markedsbaserede styringsmetoder, nye aggregator-teknologier, Internet of Things (IoT) løsninger og metoder til forecasting kan der skabes fleksibilitet ift. energiforbruget. Der er bl.a. behov for forskning og udvikling af modeller, metoder og teknologier til effektiv kommunikation og håndtering af de mange sensorer, der skal indsamle datagrundlaget.

I nutidens samfund er der elektronik og elektronisk styring på en lang række områder i vores hverdag. Det kræver **energieffektiv effektelektronik** dvs. strømforsyninger og effektelektroniske omformere mellem vekselspænding og jævnspænding. Energiteknologiske landvindinger som "Smart Grid", "Energy Efficient Production", "Renewable energy production", "Smart Cities", "Energy Neutral Buildings", "Smart House", "Mobile Power", og "IoT - Internet of Things" vil ikke kunne realiseres uden energieffektiv effektelektronik.

### 3. Lagring og konvertering

På længere sigt – efter 2030 – bliver der behov for effektiv el-lagring. Alternativet til ikke at udvikle lagrings- og konverteringsteknologier er at fastholde en stor reservekapacitet på kraftværkerne, som vil modvirke målsætningerne om reduktion af CO<sub>2</sub> og medføre omkostninger på mellem 0,5 mia. kr. og 1,5 mia. kr. om året. Nye og mere effektive teknologier til energilagring og- konvertering kan bidrage til nye vækstmuligheder og arbejdspladser i Danmark. Denne forskning kan med stor fordel samles i et **Center for forskning, udvikling og demonstration af energilagringsteknologier** i et samarbejde mellem førende nationale forskningsmiljøer og danske virksomheder med DTU som operatør og koordinator. Danmark er det rette sted at etablere et sådan center, idet danske forskningskompetencer ligger inden for de områder, som i fremtiden vil blive efterspurgt inden for energilagring- og konvertering.

Et nationalt center skal bl.a. udvikle effektive energilagrings- og energikonverterings-teknologier til sikring af konkurrencedygtige el-priser, uddanne ingeniører og ph.d.'er på energilagringsområdet til det danske erhvervsliv samt bidrage til løsning af det globale behov for vedvarende energi til fremtidens transportsektor. Centret skal satse massivt på F&U inden for bl.a. **batterier til lagring af elektricitet i stor skala**.

Centeret skal også forske i **flydende brændsler baseret på kulbrinter**, som der vil være stor efterspørgsel efter i en CO<sub>2</sub>-neutral økonomi, i særdeleshed til tunge lastvogne, fly og skibe. Her er **elektrolyse** en nøgle-teknologi, enten alene eller sammen med forgasset biomasse. Keramiske elektrolyseceller kan med meget høj effektivitet omdanne vanddamp og CO<sub>2</sub> til syntesegas, som er udgangspunktet for en række standardprocesser i den kemiske industri til fremstilling af bl.a. flydende brændsel. Det er også muligt at koble lavtemperatur elektrolyse direkte til hydrogenering af både CO<sub>2</sub> og kvælstof med henblik på at fremstille brændsler eller basale kemikalier, der kan bruges i den kemiske produktion uden anvendelse af fossile resourcer.

I et bæredygtigt energisystem spiller effektiv energikonvertering en vigtig rolle. Lagres fx vindmøllestrøm i form af brint eller andre energiholdige forbindelser, skal man kunne omdanne dem til elektricitet igen med størst mulig effektivitet. Her kommer **brændselsceller** til at spille en stor rolle. Brændselsceller vil også kunne anvendes i transport, til kraftvarmeanlæg, til backup-strømforsyning og som batterierstatning. Brændselsceller er i dag kommercielt tilgængelige i nichemarkeder, men for at finde udbredt anvendelse kræves yderligere forskning.

### 4. Sektorspecifikke energiløsninger

Dette afsnit om sektorspecifikke energiløsninger skal ses i sammenhæng med de tre foregående teknologi-afsnit, hvor dette afsnit især sætter fokus på potentialerne for energieffektivisering inden for specifikke sektorer, hvilket også er centralt for fremtidig grøn økonomisk vækst.

### **Bygninger**

Op mod 40 pct. af Danmarks samlede energiforbrug anvendes i bygninger, hvilket gør bygninger til en af de største energiforbrugere i samfundet. Der er store energibesparelspotentialer i at finde nye, omkostningseffektive renoveringsteknologier til eksisterende bygninger, og for nye bygninger i EU er der krav om et nettoenergiforbrug på næsten nul senest i 2020. Efterspørgslen på **nye typer byggekomponenter med bedre energiegenskaber** forventes derfor at stige i såvel nybyggeri som ved renovering af eksisterende bygninger. Der er et stort potentiale for udvikling af nye typer integrerede løsninger til realisering af EU-målet med fokus på økonomi, kvalitetssikring og fleksibilitet. Dette gælder både nye produktløsninger som fx klimaskærme og vinduer, ventilation og varme/køleanlæg samt nye procesløsninger til fx industriel produktion, opbygning og drift.

Med **lavtemperaturfjernvarmesystemer** kan lavtemperatur-spildvarme fra industrielle processer og konverteringsprocesser i det fremtidige energisystem udnyttes til dækning af varmebehovet i lavenergihuse. Ved at sænke fremløbstemperaturen i fjernvarmesystemet øges effektiviteten i hele fjernvarmesystemet. Det kræver dog, at systemer til opvarmning af rum og varmt brugsvand i eksisterende og nye bygninger udvikles så de kan fungere ved de lave temperaturer. Specielt vil der være behov for en ny generation af fjernvarmeinstallationer, som med en kombination af lavtemperaturfjernvarme og supplerende fleksibelt eltilskud giver en optimal varmeløsning for bygninger. En massiv forskningsindsats på området har således også potentiale for vækst og beskæftigelse i Danmark. Det danske fjernvarmesystem er helt unikt og internationalt er der en voksende erkendelse af fjernvarmesystemers store fordele ved realisering af det fossilfrie energisystem.

### **Transport**

Udover ovenfor nævnte initiativer vil en transportsektor uafhængig af fossile brændsler også kræve en stor forskningsindsats inden for **transporteffektivitet ved brug af bl.a. "big data"**. Kombinationen af teknologier inden for Intelligent Transport Systems (ITS) og den eksplosive stigning i sensorbaserede data fra køretøjer og infrastruktur udgør et stort uudnyttet potentiale i forhold til bæredygtig trafikplanlægning samt optimering og regulering af trafikafviklingen, som vil kunne øge transportens energieffektivitet betragteligt.

Yderligere et forskningsområde, som kan bidrage til reduktion af energiforbruget og maksimere værdien af den fluktuerende energiproduktion er **øget elektrificering og automatisering af køretøjer til vejtransport**.

Endelig vil udviklingen af en fossilfri transportsektor i tillæg til udviklingen af grønne teknologier indebære **forbrugeraccept af nye bæredygtige transportteknologier**. Det kræver forskning i, hvad der kræves for at teknologierne opfylder befolkningens mobilitetsbehov og incitamentstrukturer som afgiftssystemer m.m. Dvs. viden om hvad der skal til for, at forbrugerne tilvælger de energiteknologiske innovationer i praksis.

Et selvstændigt fokuspunkt for udviklingen af en fossilfri transportsektor er skibsfarten, som står for 2,5 pct. af den globale CO<sub>2</sub>-udledning og forventes at stige mellem 50 pct. og 250 pct. i 2050 – afhængig af økonomisk vækst og energiteknologiudviklingen. **Energioptimering inden for skibsfarten** kan bl.a. opnås ved bedre skibsdesign, driftsoptimering, motordesign, spildevarmeudnyttelse og kølecontaineroptimering samt videreudvikling af grønne logistikløsninger.