

STRATEGI & ANBEFALINGER

for forskning, udvikling og demonstration af smart energi



Begrebsforklaring

2050 MÅL

Vi forudsætter mål om høj forsyningsikkerhed, bæredygtige løsninger og fossiluafhængighed for Danmark i 2050.

STABILT OG ROBUST SYSTEM

Energisystemet skal sikres stabil drift i enhver forudset driftssituation samt robusthed over for uforudsete hændelser og udvikling over tid (af fx teknologi, priser, vilkår).

ENERGISEKTORER

Sektorer er forsyning af el, varme og gas samt forbrug i bygninger, industri og transport.

INTEGRATION

Integration af energisystemet omfatter 1) konvertering mellem sektorer 2) flere energikilder til samme tjeneste og 3) integration af markeder.

SMART ENERGI

Smart energi bidrager til et omkostningseffektivt, bæredygtigt og sikkert energisystem, hvor vedvarende energiproduktion, infrastrukturer og forbrug integreres og koordineres gennem energitjenester, aktive aktører og nye teknologier.

SYSTEMYDELSER

Systemydelser er ydelser leveret til systemet, som bidrager til stabil og robust drift af systemet.

ENERGIFLEKSIBILITET

Energifleksibilitet kan være i tid, sted eller form – forskydning af energiflowet i tid, flytning af energiflowet til et andet sted eller konvertering af energien til en anden form.

SOL & VIND

For både sol- og vindenergi er driftsomkostningerne små og næsten uafhængige af produktionen – de marginale produktionsomkostninger er næsten nul.

ENERGITJENESTER

Energitjenester er de energibaserede tjenester, som kunden har behov for – altså ikke energi, men de services, som energien tilvejebringer. Fx ikke varme / køling, men komfort.

F/U/D

Ved hver anbefaling er angivet, hvor hovedindsatsen bør ligge afhængig af det aktuelle stade – forskning(F) / udvikling(U) / demonstration(D).

ANBEFALINGER

Hvis Danmarks energisystem skal være bæredygtigt og fossiluafhængigt i 2050, står vi over for tre hovedudfordringer:

- ▶ hovedparten af energien skal komme fra sol og vind
- ▶ skabe balance mellem forbrug og produktion
- ▶ finde bæredygtige løsninger for transportsektoren

De beslutninger, som vi træffer på energiområdet i dag, har afgørende betydning for mulighederne og løsningerne i de næste mange årtier. Det gælder især de store og langsigtede investeringer i bystrukturer, bygninger og infrastrukturer, men også det grundlæggende design af energisystemet.

Der er flere værdige bud på, hvad der kommer til at ske indtil 2050, og på hvilke løsninger og teknologier, der bliver afgørende for at opnå et stabilt, bæredygtigt, robust og fossiluafhængigt energisystem samt hvornår disse løsninger skal være klar for at nå i mål i 2050.

Tidslinjen (på midteropslaget) præsenterer en række afgørende delmål frem mod 2050. Fælles for dem alle er, at der er behov for mere viden og udvikling for at kunne tage kvalificerede beslutninger. Det tager tid at opbygge denne viden. Derfor skal vi i gang nu!

PÅ KORT SIGT

Vi forventer at Danmark i fremtiden er selvforsynende med energi, men at vi også i stort omfang udveksler energi med vore nabolande. Den del af biomassen, der forventes anvendt til energiformål, bør prioriteres transportsektoren.

Med den fluktuerende produktion fra sol og vind vil der være et øget behov for energifleksibilitet i systemet. Vi forventer at integration og smart styring af energisystemet vil bidrage væsentligt til den nødvendige energifleksibilitet.



Vi har formuleret 15 anbefalede tiltag inden for forskning, udvikling og demonstration (FUD) af smarte energiløsninger, der kan bidrage til at de nødvendige beslutninger tages i tide og på et kvalificeret grundlag.

Anbefalingerne har således fokus på smart energi, og går især på at opnå det nødvendige samspil mellem sektorer, løsninger og tjenester. Anbefalingerne i denne folder er meget kortfattede, men uddybes i baggrundsrapporten.

Rammebetingelserne for FUD er ikke behandlet her, men er behandlet af Partnerskabet i et tidligere arbejde [10].

Implementering af nye løsninger tager typisk årtier, og det er derfor afgørende, at de foreslåede tiltag sættes i værk hurtigst muligt, dog med forskellig vægt på henholdsvis forskning, udvikling og demonstration, afhængig af deres aktuelle stade.

FEM TEMAER

De 15 anbefalinger er grupperet i fem overordnede temaer:

Lavthængende frugter

- Kommercielle teknologier i nye roller

Nøglen er integration

- Øget integration af energisektorerne

Svingende balancebehov

- Det rigtige forbrug på det rigtige tidspunkt

Smarte metoder

- Planlægning og drift af smarte energisystemer

Smarte markeder

- Markeder og forretningsmodeller for smart energi

I. Kommercielle teknologier i nye roller

En række velkendte og allerede kommercielle teknologier kan med fordel videreudvikles med nye og udvidede system- og styringsegenskaber, således at de – udover deres primære funktioner – også kan bidrage til systemdriften.

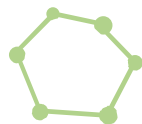


SYSTEMEGENSKABER

#01

Udvidede systemegenskaber til allerede kommercielle teknologier

Der er behov for at udvikle og demonstrere udvidede systemegenskaber, som supplement til deres primære funktioner, for en række kendte og allerede kommercielle teknologier.



SYSTEMKOMMUNIKATION

#02

Kommunikation af systemfunktioner for allerede kommercielle teknologier

Der er behov for robuste og omkostningseffektive standarder, teknologier og løsninger til kommunikation af systemfunktioner mellem komponenter og system samt til opgørelse af de leverede systemydelser.



FORRETNINGSMODELLER

#03

Forretningsmodeller for levering af systemydelser

Der skal udvikles praktiske metoder til opgørelse samt lønsomme forretningsmodeller for levering af systemydelser – også fra mange mindre bidrag.



For termiske tjenester kan udvekslingen med energisystemet tidsforskydes, uden at det påvirker deres primære funktioner – fx opvarmning af varmt brugsvand.



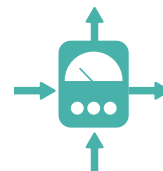
Der er tale om mange forskellige typer systemfunktioner, om forskellige måder at aktivere funktionerne på og om mange små bidrag. Fx kan systemydelsens energifleksibilitet være i form af effekt her og nu eller energi over en periode, hvor både leveringspotentialer og systembehov hele tiden ændrer sig.



For at skabe en bedre forretning for udbyderen kan kommunikationen mellem energisystemet og komponenten hos kunden kombineres med andre overvågnings- og styringsfunktioner hos kunden.

2. Øget integration af energisektorerne

Der er behov for nye komponenter, anlæg, dataudveksling og testfaciliteter, der understøtter øget integration af energisystemet og -sektorerne.



REGULERBAR KONVERTERING

#04

Effektive og regulerbare konverterings- og lagringsteknologier

Der er behov for at udvikle komponenter og anlæg til energikonvertering og -lagring, der er energi- og omkostningseffektive, også under variabel drift i både tid og effekt.

DATAADGANG

#05

Adgang til data på tværs af sektorer og aktører

Hurtig, sikker og robust adgang til data fra alle dele af energisystemet samt adgang til metoder til at udtrække relevante informationer af store datamængder er afgørende for smart og optimeret drift.

ENERGILABORATORIUM

#06

Storskala energilaboratorium for smarte, integrerede energiløsninger

Der er behov for et laboratorium i stor skala til afprøvning, udvikling og demonstration af smarte, integrerede energiløsninger, hvor alle slags koncepter, komponenter, konverteringer, netværk, styring og forretningsmodeller kan afprøves i samdrift under realistiske, komplekse forhold.



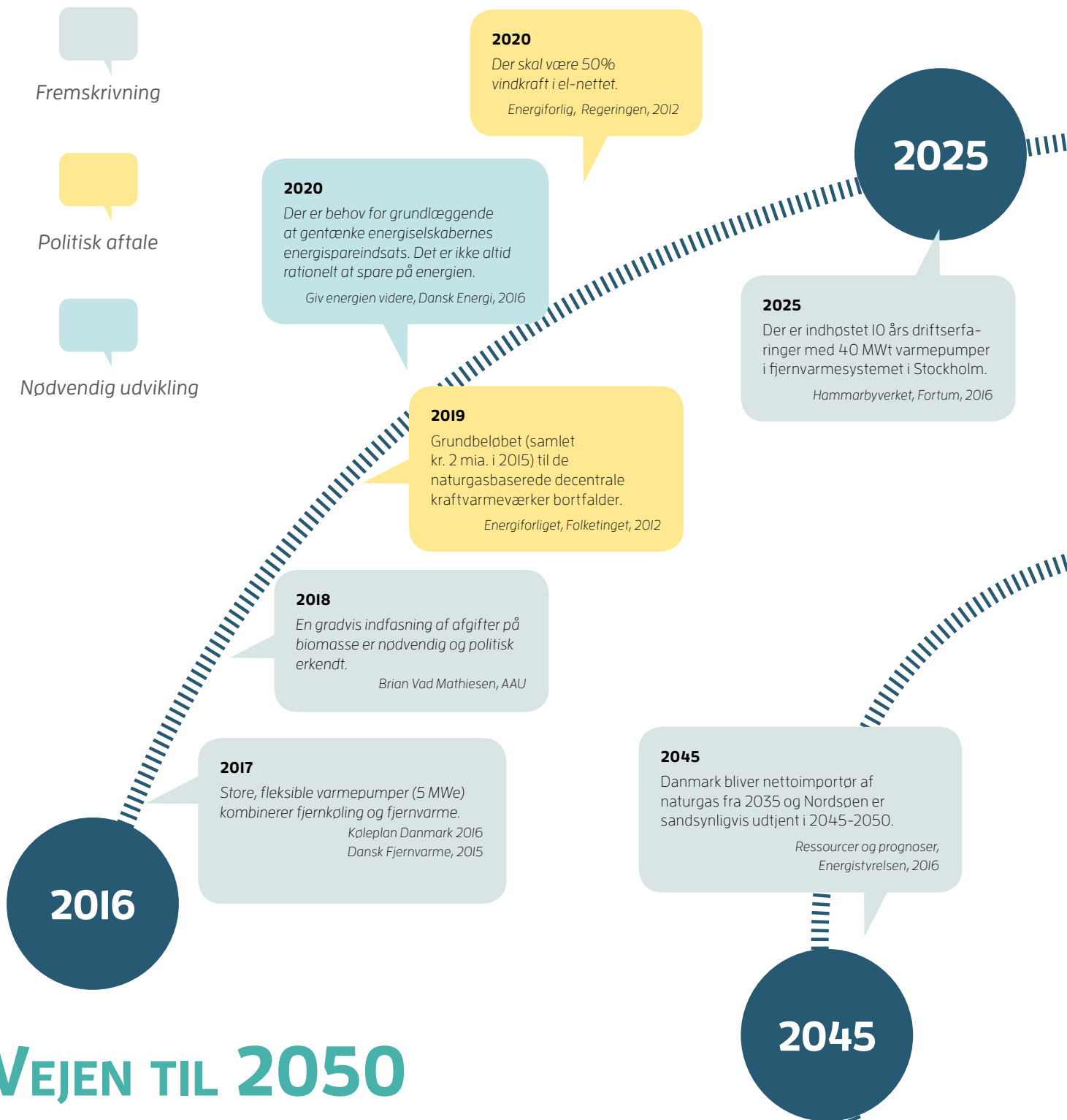
Konverteringsenheder er typisk mest effektive ved høj belastning, og kræver mange driftstimer for at være lønsomme. Det er en stor udfordring at opnå høj energieffektivitet og lønsomhed under reduceret og dynamisk drift af anlæg til energikonvertering, eventuelt kombineret med energilagring.



Adgang til data er i stigende grad et konkurrenceparameter. Det er en stor udfordring, hvordan tilstrækkelige driftsdata fra hele energisystemet kan gøres tilgængelige i realtid for alle aktører.



Den øgede integration af energisystemet, -sektorerne og -markederne betyder at driften bliver særdeles kompleks. Driften i ethvert hjørne af energisystemet vil påvirke driften i resten af systemet – og omvendt. Det er nødvendigt at afprøve løsningerne i samdrift og under realistiske forhold.



VEJEN TIL 2050

AFGØRENDE VALG OG NØDVENDIG UDVIKLING

Danmark skal i 2050 være uafhængig af fossile brændstoffer. Vejen hertil er ikke en lige vej brolagt med nemme løsninger, men derimod et landkort med flere forskellige ruter for, hvordan vi kommer derhen.

Udvikling og implementering af nye løsninger tager tid, og derfor skal vi i gang nu. En stor del af den viden og teknologi der skal få os i mål eksisterer allerede, men der er en masse tilvalg og fravalg undervejs. Delleøsningerne skal udvikles i god tid

så de kan hjælpe os med at finde vej i vores grønne omstilling, og de udvalgte løsninger skal udrulles i stor skala tids nok til, at de kan nå at bidrage.

I partnerskabet har vi udvalgt en række kvalificerede bud på, hvad der kommer til at ske og, hvad der bør ske. Disse fremskrivninger og nødvendige milepæle har vi vist sammen med en række politiske aftaler på en tidslinie frem mod 2050.

2025

Københavns Kommune skal være CO₂-neutral.

KBH 2025, Københavns Kommune, 2012

2030

30% af fjernvarmen kommer fra elkedler og store varmepumper.

Anders Dyrelund, Rambøll

2030

75% af fjernvarmen produceres på VE, heraf 10% fra solvarme.

Eneraiforsyning 2030, Grøn Energi 2016

2030**2030**

Det er nødvendigt med 1 mio 'nuludslipbiler' (el og brint) for at opfylde EU-målet.

Afgifter der forandrer, Klimarådet, 2016

2030

El lagret som varme i sten ved høj temperatur (>600 C) bruges til langtidslagring af el med en samlet elvirkningsgrad på 50%.

Allan Schrøder Pedersen (DTU)

2030

Produktion af elektrofuels til især lastbiler, skibe og fly skal være nået op på 5 TWh/år.

Brian Vad Mathiesen (AAU)

2035

Der er installeret 3 GW solkraft og 4 GW land og kystnær vindkraft.

IDA's energivision 2050, IDA, 2015

2050**2035**

10% af gasforbruget er baseret på elektrolyse og 40% på biomasse.

Energikoncept 2030, Energinet 2015

2035**2050**

Gasforbruget i Danmark forventes at være på 75 PJ/år, hvor halvdelen er baseret på biomasse og halvdelen på elektrolyse.

Energikoncept 2030, Energinet, 2015

2050

Danmark skal på sigt være uafhængig af fossile brændsler.

Folketinget

2035

Der vil være installeret store varmepumper i fjernvarmenettene med en samlet kapacitet på 700 MWe.

IDA's Energivision 2050, IDA

2040**2040**

Der kan globalt anvendes 100 - 300 EJ biomasse til energiformål. Det globale energiforbrug i transportsektoren er i dag 100 EJ.

IPCC - Det Internationale Klimapanel

3. Det rigtige forbrug på det rigtige tidspunkt

Mobilisering af energifleksibilitet i alle led kan bidrage til at skabe balance mellem forbrug og produktion til ethvert tidspunkt, på ethvert sted og for alle sektorer.



ENERGIFLEKSIBILITET

#07

Energifleksible løsninger inden for alle områder

Der skal udvikles omkostningseffektiv energifleksibilitet inden for alle områder samt metoder til aggregering, opgørelse og afregning af energifleksibilitet.



BRUGERADFÆRD

#08

Realisering af energifleksibilitet i praksis

Det er nødvendigt at forstå de ikke-tekniske faktorer, som fx brugernes rationaler og adfærd for at udvikle energifleksible løsninger, der også i praksis giver den ønskede virkning.



DISTRIBUERET PRODUKTION

#09

Velegnede systemløsninger til lokal energiproduktion

Nye systemløsninger skal være fremtidssikrede, så de både er velegnede og effektive under kraftig distribueret energiproduktion.



Hvis energifleksibiliteten fra mange små kilder skal bidrage væsentligt til systemdriften, skal energifleksibilitet tænkes ind i alle led og alle energitjenester – i bygninger, i industrien og i transportsektoren.



Brugernes adfærd kan være afgørende for, om en teoretisk mulig energifleksibilitet kan realiseres. Mange løsninger forudsætter kunderne som medspillere i et eller andet omfang



I fremtiden forventes mange energikunder at være både forbruger og producent (prosumer). Det giver både nye muligheder og nye udfordringer for design og drift af energisystemet.

4. Planlægning og drift af smarte energisystemer

I takt med den øgede integration og kompleksitet af energisystemet er der behov for nye, avancerede metoder og værktøjer til optimering af investeringer, planlægning og drift.



SAMFUNDSOPTIMERING

#10

Optimerede investeringer i energiinfrastrukturene

I takt med den øgede integration af energisystemet er der behov for at udvikle nye metoder til en samlet samfundsmæssig optimering af investeringerne i, og drift af de forskellige energiinfrastrukturer.



DRIFTSPLANLÆGNING

#11

Metoder til driftsplanlægning af integrerede energisystemer

I takt med den øgede kompleksitet af energisystemet er der behov for nye og supplerende metoder og værktøjer til optimeret driftsplanlægning.



FLUKTUERENDE PRODUKTION

#12

Stabil og omkostningseffektiv drift af energisystemer med fluktuerende produktion

Der er behov for nye metoder og løsninger til at sikre en robust og stabil drift af hele det integrerede energisystem i takt med at der sker en indfasning af fluktuerende energiproduktion samtidig med at regulerbar produktion udfases.



Konverteringer mellem og integration af de forskellige energisektorer på alle niveauer påvirker fordelingen af belastningerne mellem de forskellige energinet i både tid og sted. Investeringerne i, samt driften af energinettene skal optimeres og koordineres.



Den øgede integration og fleksibilitet i energisystemet giver både ekstra muligheder, men også en større uforudsigelighed i driften af det samlede system. Dette udfordrer driftsplanlægningen for de enkelte sektorer og operatører.



I fremtiden forventes der at være flere aktører og flere aktive enheder. Det er nødvendigt, at alle aktive enheder og aktører bidrager både tilstrækkeligt og koordineret til driften af det samlede system. Systemydelse skal være til rådighed og bidrage til stabil drift.

5. Markeder og forretningsmodeller for smart energi

Nye markeder og forretningsmodeller skal udvikles til at understøtte og udnytte de nye muligheder.



MARKEDSDESIGN

#13

Re-design af fremtidens markedsbaserede energisystem

Der er behov for at gentænke designet af energimarkederne så de effektivt understøtter udviklingen af de nye teknologier og forretningsmodeller.



SOL OG VIND

#14

Effektivt markedsdesign til høj andel sol og vind

Der er behov for effektive markeder i energisystemer med fluktuerende produktion med meget lave marginalomkostninger (sol og vind).



NYE SAMARBEJDER

#15

Samarbejder og roller til fremme af smarte løsninger

Der er behov for at udvikle og afprøve nye samarbejder og roller, der kan fremme udviklingen af smarte energiløsninger.



Energimarkederne designes typisk til de dominerende – gårsdagens – teknologier og forretningsmodeller. De rigtige energimarkeder er en forudsætning for at de nye teknologier, løsninger og forretningsmodeller udvikles og udrulles.



De eksisterende markedsdesign er ikke effektive ved høj produktionsandel fra sol og vind, som begge er karakteriseret ved meget lave marginale produktionsomkostninger. Hvis disse enheder styres af markedsprisen, stopper de alle deres produktion samtidig, når prisen bliver nul.



I fremtiden forventer vi fx at kunderne køber energitjenester i stedet for energi. Det kræver nye aktører, nye produkter, nye forretningsmodeller og nye rammebetingelser.

REDAKTION

Anne Baastrup Holm | Dansk Fjernvarme
 Jan Jensen | Dansk GasTeknisk Center
 Søren Østergaard Jensen | Teknologisk Institut
 Christoffer Greisen | Smart Energy Networks sekretariat
 Per Nørgård | Smart Energy Networks sekretariat
 ISBN 978-87-999500-0-3

REFERENCER

1. Vision for smart energy in Denmark - research, development and demonstration. Smart Energy Networks, 2015.
2. DTU Energy report 2015. DTU, 2015.
3. Omstilling med omtanke. Klimarådet, 2015.
4. IDA's energy vision 2050. Ingeniørforeningen, 2015.
5. Energikoncept 2030. Energinet, 2015.
6. Giv energien videre - nye energipolitiske visioner og udfordringer 2020-2030. Dansk Energi, 2015.
7. Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050. Energistyrelsen, 2014.
8. A Review of Smart Energy Projects & Smart Energy State-of-the-Art. AAU, 2016
9. <http://mission-innovation.net>
10. Rammebetingelser for forskning, udvikling og demonstration af smart energi, Partnerskabet anbefalinger, 2016.
11. Roadmap for forskning udvikling og demonstration inden for smart grid frem mod 2020. Smart Grid Forskningsnetværket, 2013.
12. Energiforsyning 2030, Dansk Fjernvarme, 2016

METODE

Anbefalingerne er udvalgt og begrundet af en bredt sammensat arbejdsgruppe gennem i alt seks tema-workshops i perioden sep 2015 - sep 2016, og suppleret med arbejdsgruppens kommentering af rundsendt materiale undervejs. Redaktionel bearbejdning, prioritering og formulering af anbefalingerne er gennemført af en redaktionsgruppe og partnerskabets sekretariat.

ARBEJDSGRUPPEN

Allan Schröder | DTU
 Anders Dyrelund | Rambøll
 Bo Nørregaard Jørgensen | SDU
 Brian Vad Mathiesen | AAU
 Brian Elmegaard | DTU
 Carsten Rode | DTU
 Carsten Marcussen | Dansk Naturgas
 Carsten Rudmose | HMN
 Frank Elefsen | Teknologisk Institut
 Gert Læssøe Mikkelsen | Alexandra Institut A/S
 Henrik Bindner | DTU
 Henrik Lund | AAU
 Henrik Madsen | DTU
 Jacob Østergaard | DTU
 Jesper Koch | Dansk Fjernvarme
 Jørgen S. Christensen | Dansk Energi
 Klaus Vestlöv | Østkraft
 Lars Yde | DTU
 Lise Backer | Vestas
 Martin Dam Wied | Gate 21
 Peter Plesner | Invest in Denmark - Udenrigsministeriet
 Poul Ejner Sørensen | DTU
 Rune Hyldsberg Jacobsen | AU
 Sune Thorvildsen | DI Energi
 Toke Haunstrup Christensen | AAU - Statens Byggeforskningsinstitut
 Torben Funder Christensen | Danfoss A/S
 Ulrik Jørgensen | AAU



Research, Development and Demonstration

Smart
Energy
Networks

Partnerskabet Smart Energy Networks

Smart Energy Networks er et offentligt-privat partnerskab. Partnerskabet samarbejder om at understøtte energipolitiske mål samt om at skabe frugtbare og bæredygtige vækstmuligheder for dansk erhvervsliv.

Opnåelsen af disse mål sker blandt andet gennem dialog med beslutningstagere inden for forskning og innovation, herunder om rammerne for forskning, udvikling og demonstration af teknologier og løsninger (FUD) inden for energiområdet.

Desuden opsamles og udveksles både danske såvel som internationale erfaringer inden for området.

Smart Energy Networks arbejde foregår i flere arbejdsgrupper, som afholder workshops og udarbejder rapporter og anbefalinger om temaer inden for emnet smart energi.

Smart Energy Networks er støttet af Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) i perioden 2014-2016.



Energiteknologisk udvikling og demonstration

