

**Strategi
for
forskning, udvikling og demonstration
på
energiområdet**

**Det Rådgivende Energiforskningsudvalg
(REFU)**

April 2006

Medlemmer af det Rådgivende Energiforsknings Udvalg (REFU)

<i>Navn</i>	<i>Firma</i>
Direktør, civ.ing. Ulla Röttger,	I/S Amagerforbrænding
Sekretariatschef Peder Andersen,	Det Økonomiske Råds Sekretariat
Civ.ing. Søren Dyck-Madsen,	Det Økologiske Råd
Adm. direktør Jørgen Kjems,	Forskningscenter Risø
Udviklingschef Henrik Kjærgaard,	NIRAS rådgivende ingeniører og planlæggere A/S
Senior Principal Scientist Lene Lange,	Novozymes A/S
Planlægningschef Helge Ørsted Pedersen	(tidligere Elkraft System)
Udviklingschef Jørgen Stannow	(tidligere Danfoss A/S)
Kundechef Sonny Sørensen,	Energi Horsens
Branchedirektør, ph.d. Tom Togsverd,	ITEK, Dansk Industri
Direktør Mette Wier,	Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut (AKF)

Sekretariatsbetjening
Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K
33 92 67 00
e-mail ens@ens.dk
www.ens.dk

ISBN 87-78-44-591-4 www

Forord

Det Rådgivende Energiforskningsudvalg (REFU) præsenterer hermed et bud på en strategi for den samlede forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsats på energiområdet.

Hovedbudskabet i strategien er for det første, at indsatsen for demonstration af teknologier, energisystemer og -koncepter målrettes og opprioriteres. For det andet sættes der på forskningsudbud rettet mod konsortier af virksomheder og forskningsinstitutioner og på større projekter med medfinansiering og relativt brede rammer for indholdet. For det tredje fokuseres der i højere grad på vækst og erhvervspotentialer.

Strategien opstiller generelle kriterier for en prioritering på tværs af forskellige teknologiområder og udvælger således ikke på forhånd hvilke teknologier, der særligt skal sættes på. Prioritering af projekter inden for samme teknologiområde bør ske på grundlag af de delstrategier, som allerede er udarbejdet i fællesskab af Energistyrelsen, Energinet.dk, Dansk Energi-Net og andre relevante aktører på de respektive områder, og som kan findes på blandt andet Energistyrelsens hjemmeside.

REFU kan fuldt ud tilslutte sig Globaliseringsrådets synspunkt om, at der skal afsættes flere midler til strategisk forskning, og at grundlaget for at prioritere midlerne skal forbedres løbende gennem kortlægning af forskningsbehovene. Udvalget er også helt enig i, at sådanne midler skal målrettes strategisk forskning inden for områder, som kan være drivkraft i den fortsatte velstandsudvikling eller løse væsentlige samfundsproblemer. Efter udvalgets opfattelse er energi et område med så stor betydning for andre sektors og samfundets muligheder for udvikling, at det har karakter af tværgående rammevilkår, og hermed spiller en helt afgørende rolle for væksten og erhvervsudviklingen.

REFU er opmærksom på, at strategiens anbefalinger af en opprioritering af demonstration kan være vanskelig at gennemføre med eksisterende midler. Det må derfor generelt sikres, at der er tilstrækkelige midler til rådighed for fortsat at sikre den nødvendige forsknings- og udviklingsindsats på energiområdet, herunder samfundsvidenskabelig forskning.

Strategien er udarbejdet inden for rammerne af REFUs kommissorium, som blandt andet siger, at REFU rådgiver Energistyrelsen om udformning af strategier, rammer og prioriteringer vedrørende energiforskning, teknologisk udvikling og demonstration, samt at REFU med udgangspunkt i relevansvurderinger udarbejder generelle anbefalinger vedrørende anvendelsen af offentlige midler til forskning, udvikling og demonstration på energiområdet.

Udvalget håber, at strategien vil være et nyttigt redskab ved den fremtidige forvaltning af de strategiske tilskudsordninger på energiområdet.

Ulla Röttger

Formand
30. marts 2006

INDHOLD

Forord.....	2
Strategi for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet	4
0. Introduktion.....	4
1. Udfordringer og vilkår for FUD på energiområdet.....	5
1.1 Tre udfordringer.....	5
1.2 Nye vilkår for FUD.....	7
2. Overordnede mål og rammer for FUD på energiområdet.....	7
3. Strategiske mål og indsatser for den offentlige FUD på energiområdet.....	8
4. Samspillet med de øvrige dele af udviklingskæden.....	15
Bilag A. Aktivitetsområder og virkemidler i udviklingskæden for energiteknologier.....	16
Bilag B. Midler til innovation i Videnskabsministeriet	17
Bilag C. Feed-back mekanismer i F&U programmer	18

Strategi for forskning, udvikling og demonstration på energiområdet

0. Introduktion

0.1 Indledning

Det Rådgivende Energiforskningsudvalg (REFU) rådgiver Energistyrelsen om strategier, rammer og prioriteringer vedrørende energiforskning, teknologisk udvikling og demonstration.

Som led heri har REFU vedtaget denne strategi for forskning, udvikling og demonstration (FUD) på energiområdet.

Den stigende globale efterspørgsel efter energi skaber et enormt erhvervsmæssigt potentiale for nye energiteknologier. Samtidig er sektoren kendetegnet ved at være meget investeringstung. Det Internationale Energi Agentur (IEA) vurderer, at det i perioden frem mod 2030 på globalt plan vil være nødvendigt at foretage investeringer i energisektoren på 17.000 milliarder USD, svarende til næsten 4.000 milliarder kr. årligt.

Et resultat af mange års aktiv energipolitik og udviklingsarbejde er, at der i dag er væsentlige danske styrkepositioner og kompetencer på energiområdet. Energisektoren yder således et væsentligt bidrag til Danmarks økonomiske vækst og beskæftigelse. Eksporten af dansk energiteknologi målt i løbende priser har udviklet sig fra ca. 17 mia. kr. i 1996 til godt 32 mia. kr. i 2004. Hertil kommer den omfattende eksport af olie og gas.

De stadig mere anstrengte energimarkeder og behovet for at reducere miljø- og klimabelastningen fremmer især en efterspørgsel efter øget effektivitet i udnyttelsen af energiressourcerne og omstilling til vedvarende energi. Danmark har styrkepositioner inden for vedvarende energi og erfaring i indpasning heraf i eksisterende energisystemer, vi har styrkepositioner inden for effektiv og ren kraftværksteknologi, og vi har styrkepositioner med hensyn til effektiv og fleksibel anvendelse af energi og energibesparelser.

0.2 Sammenfatning

De danske styrkepositioner skal udnyttes og videreudvikles, hvis ikke vi skal overhales af den internationale udvikling.

Strategiens formål er at opnå maksimal effekt af FUD-indsatsen i forhold hertil.

Strategien tager afsæt i de politiske aftaler¹ om energipolitikken samt i Energistrategi 2025². Strategien omfatter derfor også ønskerne om en større og mere målrettet indsats inden for området demonstration.

¹ Bl.a. aftale af 10. juni 2005 om den fremtidige energisparindsats, de tre aftaler af 29. marts 2004 om udviklingen af den danske energisektor, herunder specielt aftale om vindenergi og decentral kraftvarme m.v. samt aftale af 9. maj 2003 om udviklingen af det danske energimarked og en styrkelse af udviklingen af nye energiteknologier

² Energistrategi 2025, Perspektiver frem mod 2025 og Oplæg til handlingsplan for den fremtidige el-infrastruktur. Transport- og Energiministeriet, juni 2005. Energistrategi 2025 var ved færdiggørelsen af denne FUD strategi under politisk forhandling.

Strategien skal samtidig ses i lyset af, at der i de senere år er blevet flere aktører³, som yder offentlig medfinansiering til FUD på energiområdet.

I strategien beskrives den overordnede ramme, og der angives fokuserede kriterier for prioritering, der kan guide alle aktører og ordninger.

De forskellige elementer i strategien skal ses som en helhed, der samlet støtter op om både de overordnede energipolitiske udfordringer og de erhvervsmæssige styrkepositioner.

Tre elementer i strategien skal særligt fremhæves.

- For det første, at indsatsen for demonstration af færdigudviklede teknologier og energikoncepter målrettes og opprioriteres.
- For det andet, at der satses på forskningsudbud rettet mod konsortier af virksomheder og forskningsinstitutioner og på større projekter med medfinansiering og relativt brede rammer for indholdet.
- For det tredje, at der i højere grad fokuseres på vækst og erhvervspotentialer.

Disse elementer er centrale for at udnytte det potentiale for udvikling og vækst, der ligger i danske styrkepositioner. De indebærer samtidig større satsninger, og det er derfor væsentligt, at der gives øgede muligheder for at anvende disse instrumenter. Det afgørende samspil med den markeds-mæssige kapital kan kun etableres, såfremt den offentlige satsning på forskning, udvikling og demonstration er tilstrækkeligt overbevisende.

Desuden udgør den offentligt støttede FUD kun en del af den teknologiske udviklingskæde fra idé til faktura. Der er således også væsentlige bidrag fra privat finansieret FUD og fra innovationsaktiviteter, der ikke er baseret på F&U, f. eks. produktudvikling og brugerdrevet innovation.

Satsningen på FUD kan imidlertid ikke gøre det alene. Det er også afgørende, at andre virkemidler (f.eks. afgifter) og rammebetingelser understøtter den ønskede udvikling og dermed trækker i samme retning, så det langsigtede perspektiv fastholdes og bidrager til, at det bliver attraktivt for investorer at gå ind i udviklingen allerede på et tidligt tidspunkt.

1. Udfordringer og vilkår for FUD på energiområdet

1.1 Tre udfordringer

FUD-strategiens afsæt er de tre udfordringer for energipolitikken, der er beskrevet i Energistrategi 2025:

1. Forsyningssikkerhed
2. Globale klimaforandringer
3. Vækst og erhvervsudvikling

Disse tre udfordringer er særdeles relevante. I det følgende fremhæves nogle elementer, som RE-FU har set som vigtige i forbindelse med strategiens udarbejdelse.

³ Der henvises til bilag B

Forsyningssikkerhed. Verdens stærkt stigende energiforbrug medfører et stigende pres på de fossile ressourcer, og stadig større dele af såvel olie- som gasforsyningen vil fremover komme fra politisk ustabile regioner. Dansk økonomi skal i fremtiden fastholde en høj grad af robusthed over for høje og ustabile energipriser, bl.a. under hensyntagen til, at vi på lidt længere sigt vil blive nettoimportør af både olie og gas.

Forsyningssikkerhed handler også om energisystemernes funktion. Ønsket om indpasning af en større andel VE skal realiseres, der skal opnås et bedre samspil mellem energiforbrug og energi-produktion, og der skal arbejdes med en mindskelse af transportsektorens afhængighed af olie.

I elsystemet skal blackouts undgås. Centralt er i denne forbindelse, at reguleringsopgaven og kravene til elkvalitet specifikt er knyttet til det danske system. Udfordringen er tæt forbundet med den eksisterende høje grad af VE og kraftvarme i systemet, kombineret med ønsket om fremover at indpasse yderligere store mængder VE.

Der er derfor også specifikke udfordringer forbundet med udviklingen af de danske energisystemer.

Globale klimaforandringer. Ikrafttrædelsen af Kyoto-protokollen og den fremtidige opfyldelse af Klimakonventionens mål om begrænsning af de menneskeskabte ændringer i klimaet til et ikke-farligt niveau forudsætter kraftige globale reduktioner af udledningen af drivhusgasser, herunder ikke mindst udledningen af CO₂ fra energiforbrug og -forsyning.

Også de lokale og regionale påvirkninger af miljøet og dermed mulige sundhedsmæssige konsekvenser er vigtige i forbindelse med FUD-strategien. Specielt udgør kravene til luftkvalitet (reduktion af NO_x, aldehyder m.v.) sammen med andre nye betingelser, som de f.eks. er beskrevet i bekendtgørelsen om emissioner fra store fyringsanlæg⁴ og i Luftvejledningen⁵ en udfordring for det danske energisystem. Indfrielsen af disse miljømål stiller også krav til FUD-indsatsen.

Vækst og erhvervsudvikling. "Energistrategi 2025" beskriver denne udfordring som omfattende både velfungerende markeder og teknologiudvikling. Liberaliseringen af markederne skal følges op og udvikles, og dansk forskning og viden om energiteknologier skal omsættes til eksport og arbejdspladser. Udviklingen af nye effektive energiteknologier, herunder energibesparende teknologier, ses som krumtappen i den langsigtede klimaindsats, og samtidig vil teknologisk udvikling inden for energisektoren kunne udgøre et konkret bidrag til at opfylde regeringens overordnede målsætning om at gøre Danmark til et førende vækst- og vidensamfund. Allerede i 2004 udgjorde energieksporten (ekskl. råstoffer) godt 32 mia. kr. årligt. En særlig udfordring ligger i den internationalisering af erhvervsudviklingen, der under ét karakteriseres som globaliseringen.

Den seneste evaluering⁶ af Energiforskningsprogrammet (EFP) vurderer, at programmet opfylder sine mål og har bidraget til at fastholde de danske forskningsmæssige og erhvervmæssige styrkepositioner på energiområdet. Samtidig er udviklingen dog gået i retning af en mindre erhvervmæssig udnyttelse af forskningsindsatsen. Det konstateres også, at virksomhedernes og især ener-

⁴ Bekendtgørelse nr. 808 af 25/09/2003 om begrænsning af visse luftforurende emissioner fra store fyringsanlæg.

⁵ Vejledning Nr. 2 2001 fra Miljøstyrelsen om "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder".

⁶ Energistyrelsen: Evaluering af Energiforskningsprogrammet 1998-2002. Delrapport 1: Sammenfatning af delanalyser Kvistgaard Consult og Ledelse & Erhvervsudvikling for Energistyrelsen. December 2004, side 15.

giselskabernes medfinansiering er reduceret i løbet af projektperioden og nu er lavere end i tidligere programperioder. Disse konklusioner udgør en særlig udfordring for den fremtidige tilrettelæggelse af FUD-indsatsen.

Mindre erhvervsdeltagelse i projekterne giver færre muligheder for at gennemføre den demonstration, som er et nøgleområde for en kommercialisering af forskningsresultaterne. Vellykkede demonstrationsprojekter kan være nødvendige for, at der kan opnås markedsrettet finansiering af videre teknologiudvikling (seed-kapital, venture-kapital). Samtidig er demonstration ofte et særdeles omkostningskrævende område.

1.2 Nye vilkår for FUD

Hertil kommer, at de nye markedsrettede forhold på energiområdet - omfattende såvel liberalisering som internationalisering - har skabt nye vilkår for en FUD-indsats rettet mod disse udfordringer.

Disse nye vilkår udgør i sig selv en udfordring. Udviklingen af energimarkedet indebærer, at fokusområderne for forskning og udvikling på energiområdet ikke mere direkte er afledt af nationale energiplaner. Udgangspunktet bliver snarere bredere energipolitiske mål og de faktiske økonomiske rammebetingelser, således som de f. eks. er beskrevet i Energistrategi 2025. Der er derfor brug for en mere specifik strategi- og målfastsættelse for FUD-programmerne.

Erhvervspolitiske mål som innovation og vækst spiller en selvstændig og stigende rolle. På de områder, hvor der tages afsæt i specifikke energipolitiske mål, indebærer de liberaliserede markeder, at implementeringen af FUD-resultaterne som hovedregel også vil skulle gå over kommercialisering af produkter og tjenester. Dermed drejes perspektivet for energiområdets FUD yderligere i retning af det erhvervsrettede.

2. Overordnede mål og rammer for FUD på energiområdet

Relevante overordnede energipolitiske målsætninger i de politiske aftaler og i regeringens Energistrategi 2025⁷ er:

- *Den høje forsyningsikkerhed skal fastholdes også på langt sigt og bidrage til generel økonomisk robusthed over for ustabile og eventuelt høje oliepriser.*
- *Forbrug og produktion af energi samt udvikling og indpasning af nye energiteknologier skal leve op til nationale miljøsyn og understøtte efterlevelsen af Danmarks nuværende og fremtidige internationale miljø- og klimapligtelser. Der gennemføres en øget indsats for at opnå konkrete dokumenterbare energibesparelser, svarende til i gennemsnit 7,5 PJ pr. år over perioden 2006 – 2013.*
- *El og naturgas skal kunne købes på velfungerende, konkurrenceprægede markeder med reelle valgmuligheder for forbrugerne og lige konkurrencebetingelser for virksomhederne i EU.*
- *Danske teknologiske styrkepositioner på energiområdet skal omsættes til vækst og arbejdspladser og understøtte udviklingen af en effektiv og miljøvenlig dansk energisektor.*

⁷ Citaterne er dels fra side 33 i Energistrategi 2025, dels fra side 1 i den politiske aftale fra 2005 om den fremtidige energispareindsats.

De strategiske offentlige FUD-midler inden for energiområdet omfatter fire ordninger. Der er tre programmer under Transport- og Energiministeriet: Energiforskningsprogrammet (EFP), de to PSO-programmer for henholdsvis miljøvenlige elproduktionsteknologier (ForskEL) og effektiv elanvendelse (ELFORSK). Der er yderligere et program under Videnskabsministeriet⁸: Det Strategiske Forskningsråds programområde Energi Miljø (EnMi), som for en væsentlig del omfatter samme område som Transport- og Energiministeriets programmer. Samlet råder disse fire programmer i de kommende fire år over omkring 300 mio. kr. årligt.

Der er derfor både koordinationsbehov og oplagte samarbejdsmuligheder. Samarbejdsmulighederne udnyttes allerede i dag på det praktiske plan, hvor der foregår en række koordinationsaktiviteter. I strategien indgår et oplæg til, hvorledes aktiv koordinations og arbejdsdeling kan udvikles.

Offentlig støtte til innovationsaktiviteter i almindelighed, herunder også Højteknologifonden, findes i Videnskabsministeriet. Støtten til disse aktiviteter tilrettelægges normalt på tværs af sektorer. Med hensyn til de økonomiske rammer henvises til bilag B.

3. Strategiske mål og indsatser for den offentlige FUD på energiområdet

En FUD-strategi skal understøtte gennemførelsen af den danske energipolitik, herunder ønsket om - som et led heri - at opnå den størst mulige innovation og væksteffekt i energisektoren.

Den offentlige FUD på energiområdet skal derfor understøtte:

- De energipolitiske mål i de politiske aftaler og Energistrategi 2025.
- Den erhvervsmæssige udvikling af energiteknologier.
- En effektivisering af udviklingsforløbet fra idé til faktura.
- Udvikling af internationalt konkurrencedygtige danske videnmiljøer.

Realiseringen af de strategiske mål skal ske gennem seks strategiske indsatser (boksen).

- A. Et overordnet, langsigtet og robust grundlag for fastlæggelse af indsatsområder og relevansbedømmelse af ansøgninger
- B. Forbedring af samspillet mellem FUD-programmerne og energisektorens virksomheder og finansieringsmarked
- C. En målrettet indsats for demonstration af færdigudviklede teknologier
- D. Fastholdelse af den danske position i de internationale FUD-programmer samt styrkelse af samspillet med og udnyttelsen af international viden
- E. Udvikling af et grundlag for en løbende erfaringstilbageføring
- F. Aktiv koordinations og klarere arbejdsdeling mellem FUD-programmerne

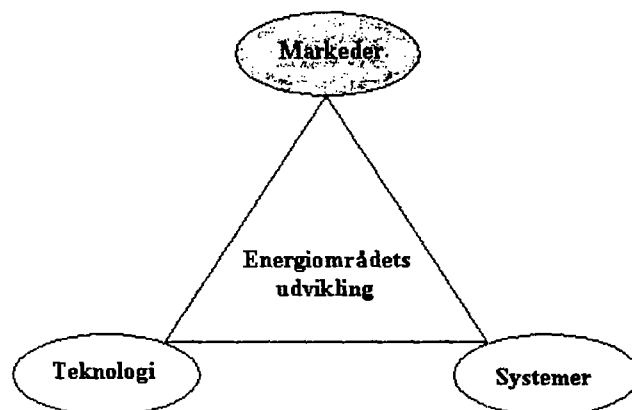
Disse seks mål beskrives nærmere i det følgende sammen med konkrete forslag til retningslinjer for deres virkeliggørelse.

⁸ Formelt er REFU's rådgivning begrænset til Energiforskningsprogrammet, EFP og de to PSO-finansierede programmer, administreret af hhv. Energinet.dk og ELFORSK.

A. Et overordnet, langsigtet og robust grundlag for fastlæggelse af indsatsområder og relevansbedømmelse af ansøgninger

Effekterne af FUD på energiområdet har erfaringsmæssigt været langsigtede. De første væsentlige erhvervmæssige resultater af indsatsen på vindkraftområdet kom således mere end 10 år efter, at forsknings- og udviklingsindsatsen blev påbegyndt.

Det er nødvendigt med en målrettet indsats for en hurtigere kommerciel anvendelse af FUD. Det er samtidig også vigtigt, at der er et tilstrækkeligt langt perspektiv for indsatsen, specielt i relation til opbygning af kvalificerede videnmiljøer.



Energiforskningens indsatsområder har traditionelt været knyttet til enkeltteknologier eller til afgrænsede teknologiområder med få enkeltteknologier. Det er vurderet som mere hensigtsmæssigt i forhold til realiseringen af de overordnede mål at anvende nogle bredere, langsigtede indsatsområder.

Energiområdets udvikling betinges af udviklingen af energiteknologier, udviklingen på energimarkederne samt udviklingen af energisystemerne⁹.

De nye internationaliserede og liberaliserede vilkår gør imidlertid i stigende udstrækning en sondring mellem marked og system vanskelig. Derfor er valgt at opdele FUD-indsatsen i to hovedområder: "Udvikling af energiteknologier" og "Udvikling af energisystemer og markeder".

For hvert af disse to områder foreslås en opdeling i 4 hhv. 3 konkrete indsatsområder.

Udvikling af energiteknologier				Udvikling af energisystemer og markeder		
Produktionsteknologier, allerede anvendte	Nye produktionsteknologier	Regulering, lagring og anden systemteknologi	Energi-anvendelse	Energisystemer, markeder, samspillet produktion/forbrug	Samspillet transportsektor og energisystemer	Energi og samfund m.v.

Udvikling af energiteknologier. Opdelingen i teknologier, der allerede anvendes i energisystemet, og nye produktionsteknologier er begrundet i, at det kan være vanskeligt at vurdere projekter inden for disse områder op imod hinanden. De allerede anvendte teknologier (kul, biomasse, vind, naturgas, kraftvarme) vil være dokumenterede i forhold til driftsøkonomi, re-

⁹ Med energisystemerne menes her de tekniske systemer, hvor forskellige forsyningsteknologier sammenkobles, og hvor forbrug og forsyning spiller sammen, således at der er varme, når der skrues op for radiatoren og el, når der tændes for stikkontakten. Når flertalsformen anvendes er årsagen, at der – selv om der også her er sammenkoblinger – kan tales om adskilte systemer for el, varme (gas) og transport.

guleringsevne, miljøkonsekvenser, levetid/totaløkonomi, mens de nye teknologier (solceller, brændselsceller, biobrændsler m.fl.) vil skulle vurderes på deres potentiale og forventninger til deres performance. Under udvikling af nye teknologier indgår teknologier, som kan få væsentlig betydning på transportområdet. Det gælder især brændselsceller og flydende biobrændstoffer.

Indsatsområdet "Regulering, lagring og anden systemteknologi" omfatter teknologiudvikling i relation til energisystemerne, herunder brint som energibærer.

Udvikling af energisystemer og markeder. I indsatsområdet "Energisystemer, markeder og samspillet produktion/forbrug" indgår emner som udvikling af energimarkederne, samspillet mellem produktion og forbrug (ikke mindst vigtig er de prissignaler, der udsendes i systemerne), ikke-tekniske virkemidler til indpasning af store mængder VE i energisystemet m.v. Indsatsområdet "Samspillet transportsektor og energisystemer" omfatter forskningstemaer vedrørende transportsektorens energiforbrug set i sammenhæng med introduktion af nye energiteknologier. Indsatsområdet "Energi og samfund" omfatter blandt andet forskningsprojekter, der skal vurdere, om markedet fungerer hensigtsmæssigt og projekter, der vurderer forhold på transportområdet.

Det skal understreges, at opdelingen i indsatsområder skal ses som et praktisk hjælpemiddel i relevansvurderingen af projekterne. Muligheden for at skabe projekter (og konsortier) på tværs af indsatsområder skal være til stede i fuldt omfang. Af hensyn til begrænsningerne i det enkelte programs formelle grundlag kan det være nødvendigt inden for teknologiudvikling yderligere at skelne mellem teknologier, der producerer el, og andre teknologier.

Der er i de senere år gennemført et grundigt strategiarbejde med udvikling af strategier for otte teknologiområder. Disse strategier er udarbejdet som fælles strategier for PSO-programmerne og EFP. Strategierne er et vigtigt hjælpemiddel ved bedømmelsen af fagligt kvalificerede projekters strategiske relevans, specielt for så vidt angår nye teknologier. Det anbefales, at strategierne for nye teknologier suppleres med roadmaps, idet der herigennem kan tages højde for, at teknologierne befinder sig på forskellige stadier i den teknologiske læringskurve.

I bedømmelsen af ansøgningers relevans kan indgå kriterier som

1. Projektets vækst- og erhvervsmæssige potentiale i en international sammenhæng vurderet på grundlag af bl.a. miljømæssig performance (f. eks. pris på CO₂-fortrængning), økonomisk performance (f. eks. pris pr. kWh eller pris pr. fortrængt liter diesel drivmiddel) kombineret med forventede eller sandsynlige forbedringsmuligheder. I vurderingen kan også indgå teknologiens vidtyngde (f. eks. set i forhold til løntunge teknologiområder)
2. I hvilket omfang projektet kan bidrage til at nå milepælene i strategiens roadmap eller – hvis et roadmap ikke findes – bidrag til at nå fremskridt på en learning curve (nye teknologier)
3. Projektets potentiale for realisering af energipolitiske mål (f. eks. opfyldelse af målene for CO₂-reduktion, forsyningssikkerhed, energieffektivitet, energisystemeffektivitet)
4. Ansøgernes organisatoriske og ledelsesmæssige kompetencer samt deres forudsætninger for/evne til at indgå i et samspil med relevante investorer eller projektpartnere på nationalt og internationalt plan
5. De deltagende virksomheders kompetencer (innovationsniveau, komparative fordele)
6. Forskningsdeltagernes kompetencer (internationale spidskompetencer og komparative fordele) samt tilknytning til eller opbygning af et tilstrækkeligt stærkt undervisnings- og vidnemiljø på det

pågældende teknologiområde, således at der kan leveres det nødvendige antal eksperter til erhvervslivet

B. Forbedret samspil mellem FUD-programmerne, energisektorens virksomheder og finansieringsmarkederne

Både i Danmark¹⁰ og internationalt er der meget fokus på "kløften" mellem FUD-programmer på den ene side og markedsbaseret innovation på den anden side. Problemet har mange navne: "funding gap", "missing link" og "valley of death".

Det er nødvendigt gennem en strategisk indsats at fjerne denne kløft eller i det mindste reducere den.

En del af problemet er, at energiforskningsprogrammernes orientering mod markedsaktørerne ikke er god nok. Uanset om det bagvedliggende rationale er energipolitisk eller erhvervspolitisk, så skal teknologierne i dag ud på markedet.

Omvendt kan FUD-programmerne - isoleret set – ikke fjerne hele kløften, bl.a. fordi områder som rammebetingelser og markedstræk på det prækommercielle og det støttede kommercielle område ligger uden for programmernes område.

Inden for FUD-programmerne foreslås:

1. Forskningsudbud rettet mod konsortier af virksomheder (herunder forsyningsvirksomheder) og forskningsinstitutioner
2. Koncentration om større projekter med en klar medfinansiering og med større frihedsgrader for projektbeskrivelsen (mere vægt på deltagere end på metodebeskrivelse)
3. Fastlæggelse af skarpe milepæle (udfaldskrav) for resultaterne af projekterne (som konsekvens af mindre krav til metodebeskrivelsen) kombineret med en dynamisk projektopfølgning
4. Udformning af udbud og kravstillelse, som tilskynder til planlægning af og samarbejde med de efterfølgende investorer
5. En specifik indsats omkring standardisering, prøvning, godkendelsesordninger og certificering

C. En målrettet indsats for demonstration af færdigudviklede teknologier

Et af midlerne til at mindske kløften mellem F&U og markedsbaseret innovation er demonstration. Med demonstration menes i denne sammenhæng udvikling, konstruktion og afprøvning af en prototype for en given teknologi eller – såfremt der er tale om et mindre anlæg - en førstegangsserie i skala 1:1. Demonstration af denne karakter vil give mulighed for at vurdere, om teknologien virker i praksis, at estimere levetid/holdbarhed, konstatere produktionspriser (f.eks. kr./kWh) samt at identificere muligheder for at nedbringe prisen m.v. Dette er centralt i forhold til kommercielle investorer.

¹⁰ Emnet indgik bl.a. i REFU-konferencen "Energiforskning – vejen til vækst" den 15. september 2005.

Finansiering af demonstrationsprojekter gennem FUD-midler er formelt begrænset af EU's statsstøtteregler, hvorefter *"de ikke må kunne omdannes eller udnyttes til industriel anvendelse og kommerciel udnyttelse"*¹¹

Udvælgelsen af demonstrationsprojekter kan baseres på generelle kriterier som:

1. Det forventede kommercielle potentiale, herunder muligheder på det fremtidige (internationale) marked
2. Det forventede energipolitiske potentiale (bl.a. opfyldelse af målene for CO₂-reduktion, forsyningssikkerhed, energieffektivitet, energisystemeffektivitet). Det er i denne forbindelse vigtigt, at der indgår tværgående systembetragtninger
3. Behovet for demonstration som grundlag for udvikling af modeller til simulering af egenskaber
4. Mulighederne for gennem demonstrationen at kunne identificere interessante områder for underleverandører

D. Styrkelse af den danske position i de internationale FUD-programmer samt styrkelse af samspillet med og udnyttelsen af international viden

Danmark deltager i flere internationale samarbejder om FUD på energiområdet. Vigtigst er samarbejdet i EU og deltagelsen i EU's rammeprogrammer for forskning. Andre vigtige er det nordiske energiforskningsamarbejde og samarbejdet i Det Internationale Energi Agentur, IEA. Endelig er der også mulighed for at udvikle bilateralt samarbejde.

Historisk har Danmark haft en stærk position i EU's forskningsprogrammer på energiområdet. Tilskuddene til danske forskningsinstitutioner og virksomheder har løbende været større end de danske bidrag. EU udbyder nu projekter med mange deltagere fra flere lande, hvilket kræver gode europæiske netværk og stærke aktører samt at der opnås international accept af projektidéerne. Deltagelse i projekterne kræver god likviditet og relativ høj medfinansiering (herunder i demonstrationsanlæg). Det udgør en barriere for små virksomheder. Samtidig er ansøgningsarbejdet omfattende, tidskrævende, dyrt og indforstået.

Positionen i forhold til EU's programmer kan styrkes gennem deltagelse i alliancer, f.eks. ERA-netværk, teknologiplatforme mv. Her er den danske deltagelse dog forholdsvis svag. Der er i Videnskabsministeriets regi begrænsede midler til finansiering af forprojekter (for små og mellemstore virksomheder) forud for en europæisk ansøgning.

Samlet set indebærer disse vilkår, at ressourcestærke danske aktører klarer sig, mens mindre eller uerfarne aktører giver op.

Også i de andre internationale samarbejder er det vigtigt med en målrettet og kvalificeret dansk deltagelse. En del af denne deltagelse har traditionelt været støttet via FUD-programmerne, specielt EFP.

¹¹ Her citeret fra meddelelse fra kommissionen 96/C 45/06

For at fastholde en stærk dansk position og udnytte og udbygge de danske styrkepositioner anbefales

1. at de danske forskningsprogrammer indrettes således, at de spiller sammen med internationale i form af støtte til netværksdannelse, koordination og tilpasning af mål og FUD-prioriteringer, fælles udbud og finansiering sammen med andre lande, målrettet og åben prioritering af de aktiviteter, som danske aktører skal deltage i
2. at de danske aktører indgår alliancer med de stærkeste partnere i udlandet
3. en øget aktiv dansk deltagelse i – og udnyttelse af - ERA-netværk, teknologiplatforme, implementing agreements, IEA-samarbejdet samt satsning på kompetencegivende projekter
4. en øget bistand (både finansiel og anden) til mindre og uerfarne danske aktører, f. eks. i form af formidling af muligheder, likviditets- og risikohåndtering, medfinansiering og top-up samt støtte til projektudarbejdelse
5. en mere målrettet indsats for at påvirke de internationale programmer, herunder ikke mindst EU's rammeprogrammer
6. at indsatsen også omfatter deltagelse i internationalt standardiseringsarbejde

E. Udvikling af et grundlag for en løbende erfaringstilbageføring

For at få den størst mulige effekt af tilskudsmidlerne er der behov for en løbende erfaringstilbageføring fra såvel projekter (resultater) som programmer (effekter).

Resultatvurderingen i form af projektevaluering kan foretages på grundlag af projekternes mål og milepæle og skal konstatere, om de forventede resultater er opnået. Der kan også læres af resultater, der ikke nås. Erfaringerne herfra kan bl.a. anvendes til udvikling af bedømmelseskriterier og formulering af udbud.

Effektvurdering skal konstatere, om der er opnået de tilsigtede (eller andre) effekter, f. eks. i form af kommercialisering, og må som følge heraf foretages nogle år efter projektafslutningen. Erfaringerne herfra kan bl.a. udnyttes til udvikling af strategi og indsatsområder. Der henvises i øvrigt til modellen i bilag C.

For at udnytte erfaringerne bedst muligt anbefales gennemført en løbende erfaringsopsamling i form af

1. Projektopfølgning i de enkelte projekters eget regi
2. Projektevaluering, hvor hvert enkelt projekt vurderes ud fra sine mål og milepæle
3. Effektvurdering, hvor effekterne af projekter inden for et givet teknologiområde vurderes under ét

F. Aktiv koordination og klarere arbejdsdeling mellem FUD-programmerne

Der er behov for et mindre overlap og en bedre koordination mellem de fire energi FUD-programmer. Og der er behov for en aktiv koordination mellem dels de fire energi FUD-programmer indbyrdes og mellem disse programmer og de generelle innovationsprogrammer, herunder Højteknologifonden.

REFU udøver en rolle i en aktiv koordination mellem programmerne.

Den foreslåede arbejdsdeling forslås ikke baseret på en formel afgrænsning mellem programmerne ud over, hvad der i forvejen er givet. Der er tværtimod fordele ved et vist overlap. Midlet til arbejdsdeling er derimod fastlæggelse af en klarere profil for hvert enkelt program samt afstemning af disse profiler med hinanden. Fastlæggelsen af profiler skal dels omfatte det enkelte programs placering i forhold til indsatsområderne, dels en placering inden for områderne strategisk forskning, udvikling og demonstration.

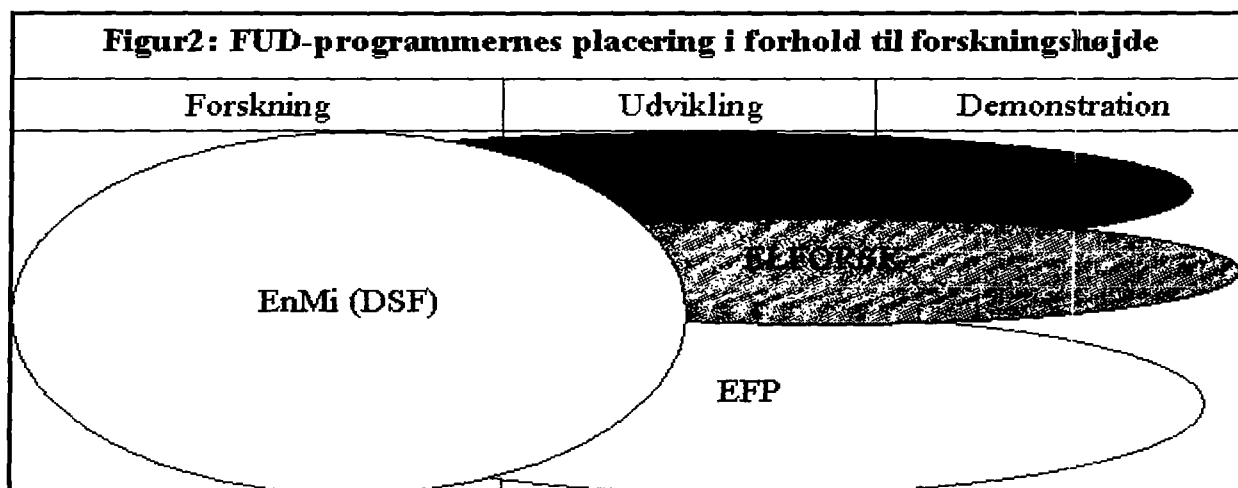
Det Strategiske Forskningsråds programområde Energi og Miljø (EnMi) har meget betydeligt overlap med forskningsdelen af PSO (ForskEL og ELFORSK) og EFP, og dette programområde bør derfor indgå i arbejdsdelingen.

PSO-programmerne er formelt begrænset til produktion og forbrug af el, Det Strategiske Forskningsråds programmer og til en vis grad EFP skal overvejende rumme forskning. En skitse til en arbejdsdeling er vist i figur 1. EnMi dækker stort set alle delområder, og er ikke medtaget i oversigten i fig. 1.

Figur 1: FUD-programmernes placering i forhold til indsatsområderne							
	Udvikling af energiteknologier				Udvikling af energisystemer og markeder		
	Produktionsteknologier, allerede anvendte	Nye produktionsteknologier	Regulering, lagring og anden systemteknologi	Energi-anvendelse	Energisystemer, markeder, samspillet produktion/forbrug	Samspillet mellem transportsektor og energisystemer	Energi og samfund m.v.
El	ForskEL	ForskEL	ForskEL	ELFORSK EFP	ForskEL EFP	EFP	EFP
Ej el	EFP	EFP	EFP	EFP	EFP	EFP	EFP

Den ønskede fokusering indebærer først og fremmest, at EFP skal fokuseres på energisystemet, udvikling af teknologier, der ikke producerer el samt energieffektivitet på el-området.

Desuden ønskes en arbejdsdeling i forhold til aktivitetsområderne Forskning, Udvikling og Demonstration, hvorefter forskning med stor forskningsdybde især skal ligge i DSF's programmer, aktuelt EnMi.



En skitse til denne arbejdsdeling er vist i figur 2.

4. Samspillet med de øvrige dele af udviklingskæden

FUD-strategien retter sig imod strategisk forskning, udvikling og demonstration på energiområdet. Der er imidlertid også en række vigtige relationer mellem den FUD, der er omfattet af strategien, og områder som grundforskning og prækommercielle og kommercielle innovationsaktiviteter.

Tilrettelæggelsen af programmernes indsats inden for FUD skal således i høj grad tage højde for vilkårene i den øvrige del af udviklingskæden ("fra idé til faktura"). Den indsats, der ligger efter FUD, kan have betydning for strategiens indsatsområder, men ligger samtidig uden for strategiens fokusområde. Der er allerede i dag et samspil, men der er samtidig behov for, at dette samspil forbedres. Derfor indgår samspillet med disse områder i strategien.

Herudover er der som led i strategiarbejdet gjort iagttagelser vedrørende rammebetingelserne for teknologiudvikling på energiområdet, som det også er væsentligt at tage hensyn til. For eksempel understøtter de særlige rammebetingelser for energisektoren ikke altid skabelsen af markedstræk, der kan fremme innovationen. Det kan bl.a. gælde specifikke skatte- og afgiftsregler på energiområdet.¹²

¹² På REFU-konferencen "Energiforskning – vejen til vækst" den 15. september 2005 blev således peget på eksemplet omkring konvertering fra naturgas til biomasse på de decentrale kraftvarmeværker.

Bilag A. Aktivitetsområder¹³ og virkemidler i udviklingskæden for energiteknologier

Aktivitetsområder i udviklingskæden	Aktører ¹⁴	Politikformulering og virkemidler ¹⁵
Grundforskning/fri forskning	Det Frie Forskningsråd Grundforskningsfonden Universiteterne	Videnskabsministeriet Danmarks Forskningspolitiske Råd Forskningspolitik Bevillinger til fri forskning og grundforskning
<p>Støttet kommerciel markedsudvikling (køberne er aktører, tilskud kan være direkte eller i form af særlige afregningspriser ved leverance til elnettet)</p>		
<p>Prækommerciel innovation (afprøvning i små serier, samspil mellem med købere, projektledelse enten industriel eller stor køber, eksempel sol 300, sol 1000)</p> <p>Støttet kommerciel markedsudvikling (køberne er aktører, tilskud kan være direkte eller i form af særlige afregningspriser ved leverance til elnettet).</p>	<p>Højteknologifonden Videnskabsministeriet Rådet for Teknologi og Innovation (RTI)¹⁶</p>	<p>Videnskabsministeriet, indsatsområdet samarbejde om innovation. Rådet for Teknologi og Innovation (RTI) Energistyrelsen, Miljøstyrelsen Bevillinger til innovation¹⁷ Energipolitik og miljøpolitik, f. eks. i forbindelse med påbud/forbud Særlige afregningspriser for VE Anlægstilskud Standardisering, prøvning, godkendelse og certificering</p>
Kommerciel (hverken direkte eller indirekte støttet)	Godkendt Teknologisk Service	Rådet for Teknologi og Innovation (RTI) Generel erhvervs politik (rammebetingelser)

¹³ Når der ikke anvendes begrebet faser, skyldes det, at der ikke er tale om et serielt forløb. Innovationsforskningens resultater peger tværtimod på, at de mest effektive innovationsforløb ikke er serielle.

¹⁴ I beskrivelsen af aktører er alene medtaget offentlige aktører inden for projektf finansiering. Som hovedregel indgår derimod ikke de offentlige og private aktører, der arbejder med virksomhedsudvikling og virksomhedsfinansiering (innovationsmiljøer, Vækstfonden, venturekapital-virksomheder m.fl.).

¹⁵ Denne kolonne omfatter såvel politikformulerende aktører som eksempler på virkemidler.

¹⁶ F.eks. kan henvises til Videnskabsministeriets indsatsområde "Samarbejde om innovation", som omfatter innovationskonsortier, teknologisk service, innovationsmiljøer, Nordisk Innovations Center, m.v.

¹⁷ På finanslovsforslag 2006 drejer det sig bl.a. om de midler, der er angivet i tabellen i bilag B.

Bilag B. Midler til innovation i Videnskabsministeriet

Innovationsløjen					
	2005	2006	2007	2008	2009
	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.
Samarbejde om innovation, herunder "Godkendt Teknologisk Service" og innovationskonsortier	316	364	389	89	389
Samarbejde om netværk	58	23	23	25	25
Samarbejde om kompetence	64	64	64	50	50
Regional indsats, højteknologi	17	41	41	39	39
Medfinansiering af innovationsmiljøer	121	120	120	120	120
I alt	576	612	637	623	623

Kilde: FFL 2006

Højteknologifonden					
	2005	2006	2007	2008	2009
	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.	mio. kr.
Udgiftsbevilling	100	268	n.a.	n. a.	n. a.
Indtægtsbevilling	100	279.8	n. a.	n. a.	n. a.

Kilde: FFL 2006

Højteknologifondens kapital skal skabes gennem en gradvis opbygning i 2005-2012. Så fonden i 2012 tilstræbes at have en grundkapital på 16 mia. kr. Tabellen omfatter posterne på finanslovsforslaget. Der er i finanslovsaftalen fastlagt, at indskuddet i 2006 skal være på 2 mia. kr.

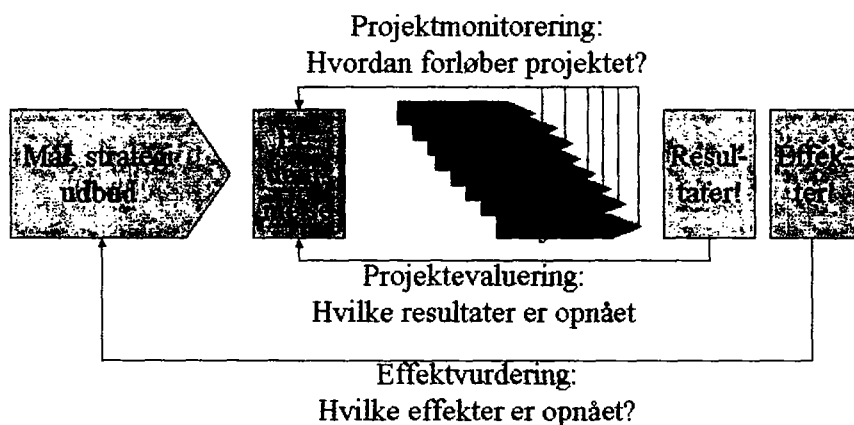
Fonden kan til uddeling i 2005 anvende ca. 200 mio. kr.

Bilag C. Feed-back mekanismer i F&U programmer

I figuren er skematisk beskrevet nogle af mulighederne for at stille spørgsmål til udviklingsprojekter.

Der indgår tre principielt forskellige spørgsmål, som hver for sig giver feedback til ledelsen af udviklingsaktiviteterne.

1. **Hvordan er projektet forløbet?** Målestokken for denne vurdering er projektbeskrivelsens plan for projektet. Feedbacken er løbende og går til programledelsen som led i projektmonitoreringen, der bl.a.



skal holde projekterne på rette kurs.

2. **Hvilke resultater er opnået?** Målestokken er projektbeskrivelsens resultatmål (der kan være justeret i forbindelse med bedømmelse og godkendelse af projektsøgning). I projektets rapportering beskriver de projektansvarlige re-

sultaterne og de kan desuden holdes op mod resultatmålene. Der kan foretages en ekstern projektevurdering, som kan bruges som feedback til fastlæggelse og anvendelse af bedømmelseskriterier og til selve bedømmelsesprocessen

3. **Hvilke effekter er opnået?** Målestokken for denne vurdering er en fastlagt strategi for et indsatsområde og de strategiske mål, der indgår heri. Disse strategiske mål kan være målelige og være forsynet med milepæle. Ved at gennemføre effektvurderinger kan der gives feedback til den strategiske planlægning, ligesom den samfundsmæssige nytte af indsatsen kan vurderes.

Uddrag af et analysebidrag fra Tage Dræbye til ELTRA's "Miljøvenlig elproduktion 2004"

