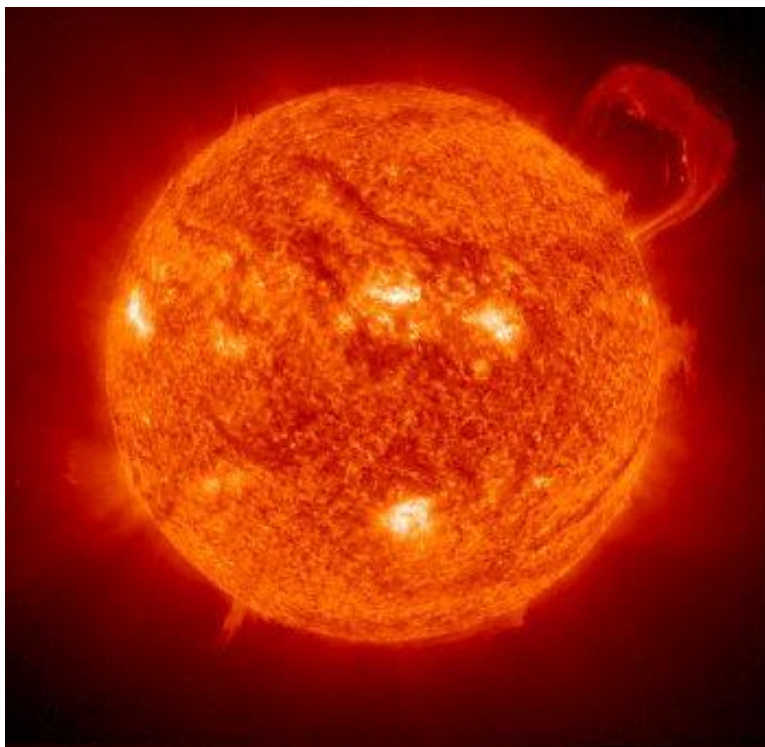


# Solceller

## Dansk strategi for forskning, udvikling, demonstration og udbredelse

Del I - Solcellestrategi 2010



## Indhold

1. Indledning .....	2
2. Resumé.....	3
3. Strategi.....	5
3.1 Solcelleteknologi – udvikling og udfordringer.....	5
3.2 Strategimål for dansk F&U, demonstration og udbredelse .....	5
3.3 Oversigt over gældende støtteordninger relevante for solceller .....	6
3.4 Anbefalede indsatsområder .....	7
3.5 Det videre arbejde med strategien .....	9

### 1. Indledning

Energistyrelsen og Energinet.dk har indledt samarbejde om udvikling af strategier for en række energiteknologier, herunder solceller. Hensigten er at sikre en sammenhængende national indsats for forskning, udvikling, demonstration og udbredelse indenfor rammerne af samfundsmæssige og energipolitiske mål og at sikre en koordinering med den tilsvarende internationale indsats, specielt i EU sammenhæng.

I december 2002 blev der taget initiativ til udarbejdelse af et statusnotat for solcelleteknologi bl.a. til brug ved prioritering af PSO-F&U 2003-midler på solcelleområdet. En første egentlig strategi på solcelleområde, Solcellestrategien, forelå primo 2005<sup>1</sup>. P.g.a. teknologiens hurtige udvikling og p.g.a. ændringer i støttemuligheder og instrumenter blev der i august 2006 udarbejdet et tillæg til Solcellestrategien; tillægget fokuserede på et voksende behov for demonstration og udbredelse.

I efteråret 2008 besluttede Energistyrelsen og Energinet.dk, at der var behov for en mere gennemgribende revision af Solcellestrategien, og der blev indledt en dialog herom med den da nystartede brancheforening Dansk Solcelleforening. Nærværende Solcellestrategi er udarbejdet i et samarbejde mellem Energistyrelsen og Energinet.dk og i dialog med Dansk Solcelleforening, idet konsulentfirmaet PA Energy har sammenfattet strategien.

Udkast til Strategien har været udsendt til høring i den danske solcelleressourcebase i sommeren 2009, og der er modtaget mange relevante kommentarer, som er forsøgt indarbejdet i den endelige formulering af strategien.

Strategien er opdelt i to delelementer. Den første del - nærværende dokument - udgør selve strategien mens den anden del er et baggrundsnotat der beskriver forskellige baggrunds- og referencematerialer vedr. solcelleteknologi og dens udvikling.

## 2. Resumé

Solcelleteknologi er en miljøvenlig VE teknologi i høj vækst, som – med den forventede udvikling af dens økonomiske konkurrenceevne overfor alternativ elforsyning – må påregnes at få en ikke uvæsentlig betydning i fremtidens elforsyning. I forbindelse med EU Kommissionens udarbejdelse af en ”Strategic Energy Technology (SET) Plan”<sup>1</sup> tales om 6-12 % af EU’s elforbrug dækket af solceller i 2020 og et muligt ”Major European PV Initiative”. Samtidig med at indsatsen i forskning, udvikling og demonstration internationalt og i Danmark fører til en fortsat billiggørelse, må danske virksomheder søge at udbygge kompetencer indenfor know-how, produkter og systemer med både et dansk og et internationalt marked for øje. Den danske indsats i forskning, udvikling og demonstration skal understøtte de erhvervsmæssige potentialer, og der bør etableres instrumenter til understøtning af udbredelse dels for at sikre et tilstrækkeligt dansk aktivitetsniveau på området dels for at sikre et rimeligt hjemmemarked for dansk industri. De fleste EU lande har etableret instrumenter for at til sikre udbredelsen af solcelleteknologi, eksempelvis har Tyskland ved udgangen af 2008 mere end 60 W og Spanien knap 80 W solcellekapacitet installeret per indbygger; det tilsvarende tal for Danmark er omkring 0,5 W per indbygger. Danmark nyder godt at samme solindstråling som Middeltyskland og har således potentiale for langt større udnyttelse af solenergien. Danmark har til støtte for udbredelsen af solceller den lovfæstede netto-målingsordning, som indenfor visse rammer tillader el-måleren at løbe ”baglæns”, d.v.s. at ”parkere” midlertidigt overskydende solcellestrøm på el-nettet for senere at tage den tilbage uden særskilt beregning. Endvidere giver det 4-årige ForskVE program mulighed for at yde støtte til anvendelse af solceller.

Solcellestrategien fremhæver nogle basale udviklingstrin og udfordringer og beskriver målsætninger og indsatsområder. Hovedmålene er både i Danmark, det øvrige EU og i den internationale indsats i øvrigt, at omkostningerne ved elproduktion fra solceller skal væsentligt ned for at opnå et egentligt gennembrud i energisektoren. Priserne på solcellemoduler er siden starten af 1980’erne ca. halveret for hvert 7. år. Målt i forhold til det samlede produktionsvolumen er prisen over perioden reduceret med ca. 20% for hver fordobling af den akkumulerede produktion. ”Grid parity” – samme pris for solcelle-el som for el fra el-nettet - er nu opnået i Syditalien og i dele af det sydvestlige USA, og EU Kommissionens ”PV Technology Platform” forventer ”grid parity” at brede sig nordover i Europa og at nå Danmark i perioden 2015-2020.

Prisfaldet på solcellemoduler har i første halvdel af 2009 været markant, og prisen for solcellemoduler er medio 2009 mindre end 2 €/W i mange EU lande inklusiv Danmark ved lidt større indkøb. Den tilsvarende samlede anlægspris er 3,5-4,0 €/W.

I den tidligere udarbejdede solcellestrategi er danske hovedaktører og styrkepositioner identificeret, og det findes helt klart, at Danmark kan bidrage på en række nicheområder til udviklingen af solcelleteknologi.

Der produceres ikke solceller i Danmark i industriel skala men solcellemoduler, og dansk industri viser stigende interesse for solcelleområdet. Danske nicher tegner sig blandt andet vedrørende elektronik, herunder omformere af jævnstrøm til vekselstrøm (vekselrettere eller invertere), samt systemer og bygningselementer med integrerede solceller. Endvidere leverer en dansk virksomhed meget rent krystallinsk silicium til

---

<sup>1</sup> Som forventes fremlagt af Kommissionen på et møde i Stockholm i oktober 2009

produktion af højeffektive solceller. På længere sigt fæstes lid til, at forskningen kan medføre forbedring af forholdet mellem pris og ydelse gennem udvikling af nye solcelletyper, såkaldte 3. generations typer blandt andet PEC (PhotoElectroChemical) celler, polymér solceller og nano-struktur solceller. På disse områder bidrager danske F&U institutioner og dansk industri.

Der er primo 2009 etableret en interesseorganisation ”Dansk Solcelleforening”, der med omkring 30 medlemmer – fortrinsvis industrivirksomheder – tegner ca. 300 fuldtids jobs på solcelleområdet og en skønnet årlig omsætning (2008) på ca. 400 mio. kr, heraf det meste til eksport.

Strategien og opfølgning heraf skal bidrage til at sikre, at de midler, der stilles til rådighed fra offentlig side til forskning, demonstration og udbredelse, anvendes effektivt og samordnet med industriens udviklingsindsats samt i tråd med de samfundsmæssige mål for energiområdet. Mål og perspektiver for indsatsen skal ses i sammenhæng med de danske F&U kompetencer og det industrielle engagement i solcelleteknologi.

### 3. Strategi

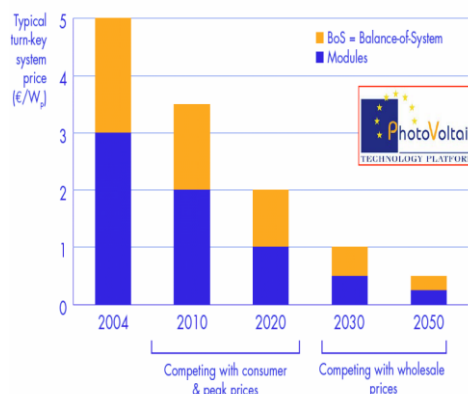
#### 3.1 Solcelleteknologi – udvikling og udfordringer

Fortsatte prisfald på solcelleteknologien er afgørende for dennes fremtidige bidrag til el-forsyningen.

En væsentlig del af en fortsat prisreduktion for krystallinsk silicium skønnes ifølge IEA fremover at skulle fremkomme som resultat af F&U i materialer, processer, forbedret effektivitet, hjælpeudstyr og design m.v. Men prisreduktion som følge af større produktionsvolumener i solcelleindustrien og reducerede installationsomkostninger mv. har mindst lige så stor betydning. Tyndfilmssolceller har potentialet til stærkt reducerede produktionsomkostninger, og både levetid og i et vist omfang effektivitet nærmer sig de krystallinske typer. Tyndfilms (CdTe) fabrikanten First Solar i USA har primo 2009 meddelt, at fremstillingsprisen er nået under 1 US \$/W, hvilket må anses som en væsentlig milepæl. Fabrikkerne af krystallinske produkter lader vide, at de også indenfor kort tid forventer at nå fremstillingspriser på eller mindre end 1 USD/W.

Medio 2009 rapporteres der priser i Danmark på krystallinske Si moduler på omkring 1,8-1,9 €/W. Omsættes dette til en samlet systempris på 3,5 - 4 €/W (~25-30 kr/W) fås en kWh pris<sup>2</sup> på ca. 1,25 - 1,40 kr. Det kan dog forventes, at disse lave priser indenfor en kortere periode vil stabilisere sig for igen at følge erfaringskurven, se illustration af erfaringskurve og muligt "overshoot", p. 10 i Del II af Solcellestrategien.

Hvor meget man på længere sigt kan forbedre pris/ydelsesforholdet er naturligvis usikkert, men EU's "PV Technology Platform" har opstillet pejlemærker som illustreret til højre.



#### 3.2 Strategimål for dansk F&U, demonstration og udbredelse

Strategien og opfølgning heraf skal bidrage til at sikre, at de midler, der stilles til rådighed fra offentlig side til forskning, demonstration og udbredelse, anvendes effektivt og samordnet med industriens udviklingsindsats samt i tråd med de samfundsmæssige mål for energiområdet. Mål og perspektiver for indsatsen skal ses i sammenhæng med de danske F&U kompetencer og det industrielle engagement i solcelleteknologi.

Indsatsen inden for forskning, udvikling og demonstration af solcelleteknologi skal have til formål at øge solcellesystemers effektivitet og levetid, samt reducere omkostninger ved fremstilling af komponenter og systemer samt installation af samme. Herved kan indsatsen bidrage til at forbedre solcelleanlægs konkurrenceevne i forhold til

<sup>2</sup> Uden kapitalomkostninger, driftsomkostninger og forudsat 25 års levetid

andre elproduktionsformer med henblik på, at installation af solcellesystemer kan blive samfundsøkonomisk og forbrugermæssig attraktiv, både i Danmark og internationalt.

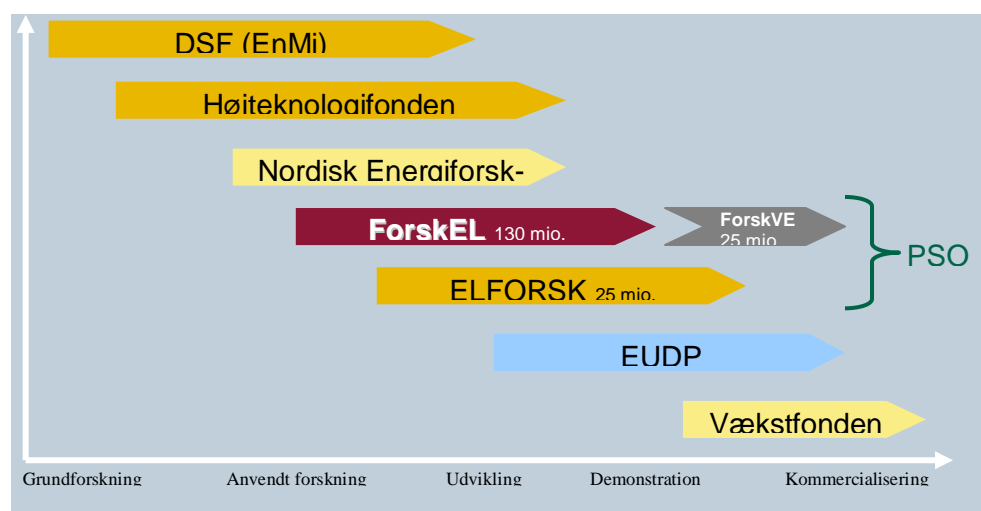
Indsatsen inden for anvendelse og udbredelse skal have til formål at sikre et sammenhængende dansk aktivitetsniveau på området, således at indsatsen indenfor forskning, udvikling og demonstration leder frem til en efterfølgende industriel udvikling og markedsdannelse.

Generelt set sigter strategien på, at

- dansk F&U på udvalgte områder af solcelleteknologien internationalt set ligger i front
- dansk industri deltager i væsentlig omfang i udviklingen, eventuelt i alliancer med andre
- udviklede produkter og systemer kan gøre sig gældende målt med international målestok
- udviklingen sigter både på afsætning i Danmark og på internationale markeder for miljøvenlig teknologi
- sikre dansk know-how og miljøer omkring F&U i solcelleteknologi
- solcelleteknologien anvendes til at medvirke til at opfylde de stadigt strammere krav til bygningers energiramme<sup>3</sup>

Strategien indeholder således ikke forslag til nye virkemidler for anvendelsen af solceller, men det bør undersøges om de eksisterende virkemidler udgør et sammenhængende og tilstrækkeligt hele til at F&U&D midlerne sammen med den eksisterende nettomålingsordning og det midlertidige ForskVE program kan fremme en kommerciel udnyttelse af danske forsknings- og udviklingsresultater på området som en brobygning frem mod den forventede først privat- og senere samfundsøkonomisk rentabilitet for solcelle-el.

### 3.3 Oversigt over gældende støtteordninger relevante for solceller



<sup>3</sup> Solcelle-el indgår i energiramme beregningen med en faktor 2,5

### 3.4 Anbefalede indsatsområder

Der opstilles i det følgende forslag – uden indbyrdes prioritering - til danske indsatsområder på solcelleområdet omfattende F&U aktiviteter, produktmodning og demonstration samt udbredelse. Som overordnet betragtning anføres, at offentlig støtte bør kunne gives til projekter og instrumenter, som medvirker til at fremme dansk energipolitik, og hvor støtten bidrager til at sikre og udbygge danske kompetencer. Indsatsen rettes mod områder, som vil kunne gøre sig gældende i forhold til den internationale forskning, udvikling og udbredelse, specielt i EU regi.

De indsatsområder, som kan udpeges med baggrund i de kompetencer og styrker, der på nuværende tidspunkt tegner sig for dansk F&U og industri, spænder fra en udviklingsmæssig indsats, der kan få virkning på relativ kort sigt til en mere langsigtet forsknings- og udviklingsindsats der sigter på øget solcelleeffektivitet og udvikling af nye bygningskomponenter med integrerede solcellesystemer. I ikke-prioriteret rækkefølge anbefales følgende indsatsområder:

- A. *Silicium solceller/moduler*  
Udvikling af Silicium materialer, solceller og moduler i det omfang en dansk indsats skønnes at kunne have nyhedsværdi og indvirkning nationalt såvel som internationalt.
- B. *Nye avancerede solcelletyper som PEC, polymer celler og nano-strukturceller*  
Dette er et langsigtet indsatsområde for F&U, som er rettet mod - på længere sigt - at kunne fremstille solceller, der er væsentligt billigere end dagens solceller; disse nye teknologiers prismæssige potentialer bør nøje sammenholdes med den hastige prisudvikling mod lavere priser for mere konventionelle solcelleteknologier. Indsatsområdet omfatter foruden egentlige F&U aktiviteter også demonstration og overførsel til industrielle processer m.h.p. senere masseproduktion.
- C. *Effektkonvertering – vekselretterteknologi*  
Effektkonvertering ved vekselrettere er en vigtig del af nettilsluttede solcellesystemer. Det er vigtigt at udvikle prisbillige vekselrettere med høj effektivitet og samtidig lang levetid, da vekselrettere er et sårbart element. Da solceller i fremtiden ikke kan forvente blot at være passivt distribuerede producenter, er det vigtigt at interfacet mellem solcelle og nettet udvikles til at gøre solcellen til en aktiv producent, der foruden at producere el også kan levere systemydelser og understøtte kvalitet og stabilitet i el-nettet. Solcellen skal således have SmartGrid egenskaber hvor ICT (Information and Communication Technology) vil blive af stor betydning for aktiveringen af solcellerne i fremtidens el-net.
- D. *Systemteknologi, herunder indpasning i el-systemet*  
Nettilsluttede solcellesystemer i Danmark forventes i den nærmeste fremtid primært at være decentralt placerede, ofte i enkelte bygninger som en integreret del af bygningens elinstallation og koblet til lavspændingsnettet. Indsatsområdet omfatter systemteknologi, som kan regulere og styre den lokale

elproduktionskildes samvirken med det lokale elforbrug og elnettet. Der kan også tænkes behov for indpasning og regulering sammen med andre mulige, lokale produktionsenheder. Forstudier af større centralt placerede solcelleanlæg (PV farms) bør indledes; dette segment udgør omkring 10 % af installeret solcellekapacitet i bl.a. Tyskland og Spanien, og kan forventes at blive aktuelt i Danmark indenfor en kortere årrække

- E. *Solceller i byggeri (BIPV)*  
Bygningsintegrerede solcellesystemer forventes at blive et afgørende udviklingsområde for anvendelse af solcellesystemer. Der er blandt tale om udvikling med henblik multifunktionelle byggekomponenter med integration af solcellesystemer og fremstilling af ”pakkeløsninger” med integreret anvendelse af solceller. Udviklingen vedrører design, produkttilpasning og produktion til ind- og udland.
- F. *Design & æstetik, specielt vedr. multifunktionelle byggekomponenter*  
Dette vil være et særligt udviklingsområde i forbindelse med bygningsintegrerede løsninger. Design, arkitektur og æstetik omkring bygningsintegrerede anlæg vil spille en rolle for udbredelsen af solcelleanlæg. Prisen på anlægget er en vigtig parameter, men udseendet og indpasningen i den bygningsrelaterede sammenhæng er en anden vigtig parameter, som kan spille en rolle for anvendelse af konkrete solcelleløsninger.
- G. *Demonstrationsaktiviteter,*  
*Omfatter demonstrationsprojekter og -aktiviteter* som kan opretholde generel dansk interesse for solcelleteknologi og som kan fremme overgang fra F&U til industrielle processer, understøtte danske produkter og medvirke til markedsmodning.
- H. *Udbredelsesaktiviteter*  
Der bør gennemføres udrednings- og analysearbejder m.h.p. at få belyst og eventuelt forbedret sammenhængen mellem virkemidler således at F&U&D indsatsen sammen med støtte til anvendelse af solceller fremstår som en helhed med sigte på dansk industrialisering og kommercialisering.
- I. *Internationalt samarbejde*  
Deltagelse i internationalt samarbejde om solcelleområdet, herunder standardiseringsarbejde, IEA, EU’s SET Plan & PV Technology Platform & Major European PV Initiative, PV-ERA-NET m.v.
- J. I forlængelse af ovenstående punkt H. forskellige analyser vedrørende udbredelse af solcelleanlæg:
- Analyser på mellem lang og lang sigt af at solceller kan udgøre et væsentligt element i dansk elforsyning. Konsekvensvurderingerne skal omfatte indvirkning på miljø, forsyningsikkerhed og økonomi, herunder vækstmuligheder for dansk industri og beskæftigelse.

- Nærmere belysning af infrastruktur-forhold omkring udbredelsen af solcelleteknologi, herunder bl.a. ejerskabsmodeller (f. eks. OPP), finansieringsmodeller, evt. tilpasning af den gældende nettomålingsordning, anlægsimplementering, anlægsvedligehold og -overvågning, dataopsamling af relevante anlægs- og ydelsesdata, registrering af eksportdata, anlægsbortskaffelse/genbrug, m.v.
- Analyse af eksportmulighederne for solcelleteknologi, herunder anvendelse af JI og CDM mekanismer.
- Kortlægning af solcelleteknologiens ”added values” i en dansk sammenhæng samt forsøg på kvantificering af samme.
- Undersøgelse af brugeropfattelse og -adfærd m.h.p. at ajourføre tidligere tilsvarende undersøgelse.

### 3.5 Det videre arbejde med strategien

Det foreslås, at der videreføres et tæt strategisk samarbejde mellem involverede aktører og tilskudsgivere om den samlede danske indsats vedrørende F&U, demonstration og udbredelse på solcelleområdet. Formålet skal være at få udarbejdet en dansk ”roadmap” eller handlingsplan for solcelleområdet, løbende at overvåge udviklingen på solcelleområdet nationalt som internationalt, samt at vurdere behov for at udarbejde forslag til ændringer af indsatsområder og justeringer af strategien i øvrigt. Et sådant samarbejde kunne udmøntes som en bredt sammensat rådgivende solcellegruppe nedsat i fællesskab af Energistyrelsen og Energinet.dk som de primære offentlige aktører på området.

I dette samarbejde kan udarbejdes forslag til udviklingsplaner og F&U-programmer for udviklingen, der sikrer koordinering og synergi med EU’s indsats og nordisk energiforskning på området. I udviklingsplaner kan redegøres for, hvilke aktiviteter udviklingsforløbet forventes at omfatte, hvordan disse aktiviteter logisk sammenkobles, hvilket ressource- og tidsforbrug, der forventes for de enkelte aktiviteter, og hvordan ressourceforbruget tænkes dækket.

Herved kan aktører og tilskudsgiverne få indsigt i sammenhængen mellem det enkelte delprojekt, som aktuelt støttes, og det totale udviklingsforløb og dettes aktuelle stade, set i forhold til bl.a. den aktuelle teknologiske stade på internationalt plan og udvikling af konventionelle, konkurrerende teknologier.

---