

Dansk plastmembran kan være gennembrud for brændselsceller

Danish Power Systems er blandt de eneste tre virksomheder i verden, der mestrer produktionen af en særlig plastmembran. Plastmembranen bruges i virksomhedens HTPEM-brændselsceller, som måske kan få en afgørende rolle i vores fremtidige energisystem.

Af Katrine Meyn, km@techmedia.dk

I Danmark har vi en mangeårig tradition for forskning inden for brændselsceller. Mange mener, at brint og brændselsceller kan komme til at spille en afgørende rolle i et fremtidigt energisystem baseret på vedvarende energi og grøn økonomisk vækst.

■ Fordele og ulemper ved brændselscellen

Fordele er lang driftstid, forurener ikke, vejer ikke ret meget, kan bruges indendørs, kan køre på biomethanol.
Ulemper er især de høje omkostninger.

Danish Power Systems, som blev grundlagt i 1994, har arbejdet med området siden 1996. Helt præcist har de arbejdet med fremstilling og optimering af phosphorsyre-dopede PBI-membraner til HTPEM-brændselsceller (højtemperatur polymer-elektrolyt-membran). Fysisk består brændselscellen af to elektroder, der omgiver en plastmembran, og det er membranen, der er hemmeligheden bag de særlige egenskaber.

En specialiseret fremstillingsproces

Danish Power Systems har bygget et produktionsanlæg, der nu kan producere HTPEM-cellerne i større antal. Det kræver en række produktionstrin at nå så langt. Et af de mest essentielle trin er syntesen af PBI (polybenzimidazol). Og det har kostet blod, sved og tårer, inden det i 2012 lykkedes at fremstille den reproducerbart med en ensartet molekylvægt.

- En kemisk kondensationsreaktion ved høj temperatur er svær at styre og den indeholder mange forskellige parametre, der skal tilpasses, fortæller direktør for Danish Power Systems, Hans Aage Hjuler, og fortsætter:

- Når membranen er færdig, er næste trin at producere elektroderne. Elektrodematerialet er kulpapir coated med en platin-katalysator. Også dette har været et langt udviklingsarbejde. Og der har været tilpasning af en række forskellige parametre undervejs. Hvor højt skal platinindholdet være? Skal vi bruge rene partikler eller en legering? Hvordan skal porøsiteten være af det lag, vi lægger på? osv.

- Når vi har fremstillet membranen og elektroderne, skal det hele skæres til i de rigtige formater. Så skal de samles og varm-



- Vores særlige PBI-membran har en styrke, der giver øget effektivitet og dermed miljøfordele, siger Hans Aage Hjuler, direktør for Danish Power Systems. Foto: Allan Malmberg.



Syntesen af PBI foregår i kg-skala. Det tager typisk en dag at fremstille et kilo. Her ses plastmaterialet. Foto: Allan Malmberg.

presses, og så har vi en færdig enkeltcelle - en MEA - membrane electrode assemblies (membran og elektroder, der er sat sammen), siger Hans Aage Hjuler og fortsætter:

- Enkeltcellerne sælger vi videre til andre firmaer, der laver stakke og systemer, der er ved at være på vej på markedet både i Danmark, Tyskland og andre lande. ►

ARBEJDSMILJØ OG SIKKER KEMI

- Regler og krav til kemikalier
- Fastsættelse af grænseværdier
- Sikkerhedsdatablade og arbejdspladsbrugsanvisninger
- Risikovurderinger og kommunikation

www.tox.dhi.dk

DHI
Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm
Tel: 4516 9200
dhi@dhigroup.com

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**





Membranerne fremstilles ved håndkraft. Det er vigtigt, at PBI-laget er meget jævnt. Membranen har en tykkelse på 40 μm ± 2 μm . Der kan i øjeblikket fremstilles otte stykker om dagen.

Danish Power Systems samarbejder blandt andet med SerEnergy i Aalborg og har for nylig indgået en aftale med Kogas, det nationale naturgasselskab i Korea.

Optimering af produktionen

Næste skridt er at optimere produktionen. Dele af processerne er allerede automatiserede, men langt hovedparten udgøres af manuelt arbejde.

- Vi producerer cellerne stykvis og vil gerne opskalere processen og producere dem på rullebasis. Det er nøglen for at komme ned i pris. Vi kommer ned i lønandel og op i volumen. Klassisk automatisering. Rulle til rulle, forklarer Hans Aage Hjuler.

Ny rekord for levetid af brændselsceller

- I samarbejde med bl.a. DTU Energi og University of Chemistry and Technology i Prag i Tjekkiet er det netop lykkedes os at vise den hidtil bedste holdbarhed for HTPEM-brændselsceller, fortæller Hans Aage Hjuler.

Tonny Jacobsen, der er ph.d.-studerende på DTU, har målt en nedbrydning på kun en halv mikrovolt pr. time i en test på mere end 9.000 timer. Det svarer til 0,00008%.

Resultaterne fra DTU er nu indsendt som en videnskabelig publikation, der ventes offentliggjort inden længe.

Samme type brændselscelle fra Danish Power Systems er i øjeblikket under test i Tjekkiet ved en endnu højere strøm

LTPEM- kontra HTPEM-brændselsceller

Elektrodelagene er stort set de samme for LTPEM og HTPEM-brændselsceller (lav- og højtemperaturmembraner). *LTPEM-brændselsceller*: har en driftstemperatur på 70-80°C. De kræver en meget ren brint for at kunne fungere. Selv meget små urenheder kan ødelægge membranen, CO-koncentrationen må max. være 10 ppm.

HTPEM-brændselsceller: har en driftstemperatur på 160-200°C. Det betyder, at de kan køre på urent brændsel uden at blive ødelagt. Dvs. at brint fremstillet ud fra methanol eller naturgas kan bruges. Den type brint indeholder typisk 2-3% CO (kulmonooxid eller kulilte).

Brændselscellerne er meget robuste og kan holde mange tusinde timer uden at miste deres elektriske ledningsevne.

Om Danish Power Systems

I 1994 publicerede et amerikansk universitet brugen af PBI - polybenzimidazol - som membran i brændselsceller. I 1996 kastede DTU sig over området og ret kort tid efter fulgte Danish Power Systems med. I 2004 kommer virksomheden med i nogle EU-projekter, og det hele begynder at tage fart.

I 2010 starter et samarbejde med SP Groups udviklingsafdeling og Acccoat.

Virksomheden flytter fra DTU og lejer sig ind i de tilstødende lokaler.

- Man kan sige, at vi tabte lidt af det nære samarbejde, vi havde med DTU, men fik et tættere samarbejde med Acccoat og SP Group. Det betød, at også den kommercielle del er begyndt at udvikle sig positivt, siger Hans Aage Hjuler.

end på DTU. Cellen kører stadig og har nu passeret 14.000 timer med en nedbrydning på kun fire mikrovolt pr. time. Det svarer til 0,0007%. Testen i Tjekkiet er en del af EU-projektet CISTEM, der er koordineret af den tyske forskningsinstitution Next Energy i Oldenburg nær Bremen.

I brug i gadefejekøretøj

Et eksempel på et af de projekter, Danish Power Systems har været involveret i, er et samarbejde med Nilfisk og SerEnergy, hvor HTPEM-brændselscellen er blevet afprøvet i praksis i et gadefejekøretøj udviklet af Nilfisk.

Virksomheden vil indkøbe en dispenseringsrobot i produktionen, hvilket vil give meget mere kapacitet.



Udviklingen er blevet muliggjort med støtte fra Innovationsfonden, EUPD-programmet, Energinet.dk og EU.

Midler kan søges til forskning, udvikling og demonstration frem til markedet inden for alle typer energiteknologi. Fokus er på kommercialisering af innovative teknologier og løsninger til effektiv energianvendelse, vedvarende energi, lagring og konvertering af energi.

- I det professionelle marked, hvor kravene og driftsbetingelserne er anderledes end på det private, er der bedre chancer for at få ny teknologi på banen, forklarer Hans Aage Hjuler.

SerEnergy har udviklet systemet og køretøjet har kørt rundt i Aalborg, hvor der er opnået en række driftsdata, der kan



I samarbejde med Nilfisk Egholm og SerEnergy er HTPEM-teknologien blevet brugt på arbejdsmaskiner til udendørs vedligeholdelse og rengøring. Nilfisk Egholm udviklede i den forbindelse en helt ny type fejmaskine.



analyseres på. Bilen kører på methanol, fordi det kan laves på biobasis. På den måde kan processen blive nærmest 100% CO₂-neutral, samtidig med at det er meget billigt. Og næsten alle forureningsparametre går i nul. Køretøjet har kørt rundt og fejlet gader, og det har virket som det skal. Interessen er høj, og man håber på flere lignende projekter.

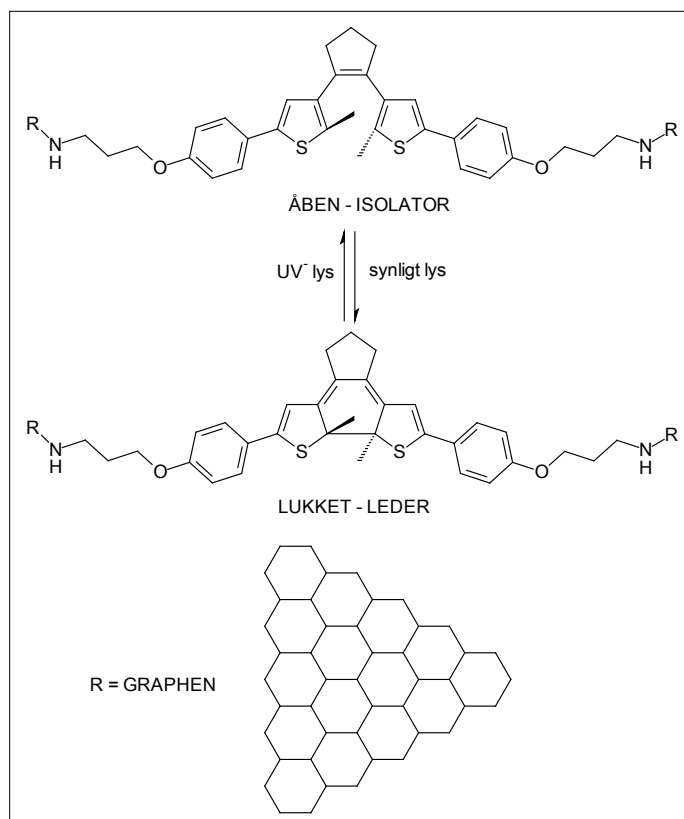
Mentale udfordringer

- Brændselscelleteknologien kan komme til at spille en afgørende rolle med hensyn til at give grønne el-biler en længere rækkevidde i løsningen af, hvordan vi opbevarer vindmølleenergi, for dansk forsyningsikkerhed og meget mere. Men det er en kæmpe udfordring. Engang troede vi, at det var nok at få styr på kemien, men vi blev klogere, den største udfordring bliver det opgør, vi må lave med "sådan plejer vi at gøre"-mentaliteten, smiler han.

Nyt om ...

... Molekylære kontakter

En kontakt, der bryder strømmen, er lige så nødvendig for molekylær elektronik som en covalent binding, der forbinder eller spalter molekyler, er det for kemien. Ved at fæste en diarylethen til to graphenelektroder er det lykkedes at lave en bindingskska-



bende - bindingsbrydende kontakt, som fungerer ved stuetemperatur og er funktionsdygtig i flere år. Tilsvarende kontakter er tidligere fremstillet; men har ikke været holdbare i længere tid.

Carl Th.

Covalently bonded single-molecule junctions with stable and reversible photoswitched conductivity. *Science* 2016, 352 issue 6292, side 1443. DOI: 10.1126/science.aaf6298.