

DYNAMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > DECEMBER 2009 > nr. 19



Fokus på klima-
teknologiske
løsninger



INDHOLD >



LEDER

KLIMATEKNOLOGI

INTELLIGENTE ENERGISYSTEMER

BÆREDYGTIG ENERGI

ENERGI-EFFEKTIVISERING

KLIMAOVERVÅGNING

BÆREDYGTIG ENERGI

BÆREDYGTIG TEKNOLOGI

FRA HISTORIEBØGERNE

DET SKER PÅ DTU

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

DTU ALUMNI

3 Klimaforandringer:
Problemanalyse og løsningssyntese

4 Det er os med klimaløsningerne
9 Vi må handle nu
10 At gøre det rigtige hurtigere

12 Testfaciliteter i verdensklasse
16 På vej mod det intelligente elsystem

18 Plast gør solceller billige
22 På jagt efter solen

24 Fjernvarme på forkant
28 Bæredygtighed på formel
32 Kend din klimaadfærd
34 Verden i nyt lys
38 Computervind for millioner

40 Dansk andel i europæisk is-satellit

43 Samarbejde om klimaforbedringer

44 Ny byggeteknologi skåner miljøet

48 Min mand kan ikke lide fisk!

51 Kalender

52 DTU's ledelse og organisation
53 DTU's institutter m.m.

56 Alumnen, der trækker på videntanken

12



22



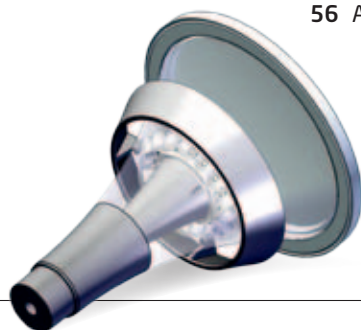
40



44



48



KLIMAFORANDRINGER: PROBLEMANALYSE OG LØSNINGSSYNTSE

Skal man tro medierne – de trykte og de elektroniske – så er alle, helt bogstaveligt alle, optaget af klimaforandringer. Og i den fællesopfattelse, som medierne skaber, er der i hvert fald ingen tvivl om, at de problemer, som klimaforandringerne giver anledning til, står allerøverst på den fælles globale dagsorden.

I dette tilfælde, som ved alle andre store problemkrede, har medierne en tendens til at opfatte problemerne som politiske eller i det mindste primært politiske – selv i de tilfælde, hvor den politiske side af sagen måske i virkeligheden er forholdsvis beskeden.

For så vidt angår problemkredsen omhandlende klimaforandringerne, vil jeg ikke påstå, at den politiske side af sagen er ubetydelig; men på den anden side fremhæve, at den teknisk-naturvidenskabelige side af sagen nok er den mest afgørende.

Det er primært gennem naturvidenskabelig indsigt og ny forskning, at klimaforandringerne overhovedet kan konstateres og kortlægges, og deres konsekvenser prognosticeret. Der er en stor politisk opgave i at udbrede kendskabet til problematikens alvor og skabe opbakning til at søge afbødning, afhjælpning eller ligefrem forebyggelse. Men om dette så overhovedet kan lade sig gøre, kræver til gengæld teknisk-videnskabelig indsigt og ny forskning.

Hvor stadig flere videninstitutioner i de senere år er hoppet med på bæredygtighedsvognen – og de skal være meget velkomne – så har DTU en lang historie for teknisk-naturvidenskabelig forskning inden for bæredygtighed. I 2003 blev dette ekspliciteret i DTU's strategi, hvor det i visionen udtrykkes, at DTU skal være 'kendt for erhvervsorientering, bæredygtighed og et nært studiemiljø'.

Specielt vedrørende klimaforandringsproblematikken har vi sammen med akademiske samarbejdspartnere, erhvervsliv og myndigheder det seneste års tid været meget aktive gennem afholdelse af ti workshoper omhandlende fremtidens energisystemer, bæredygtige energikilder, forbrændingsteknologi og CO₂-lagring, transport, byggesektoren, klimaændringernes betydning for økosystemet, infrastruktur, husdyr og fødevarer, monitorering af Grønlands iskappe samt energiløsninger, der kan reducere CO₂-udslippet.

Disse workshoper har fået mindre presseomtale, end man måske skulle forvente ud fra omtalen af andre arrangementer om klimaproblematikken. Jeg tror, det kan skyldes, at vore workshoper ikke så meget drejede sig om at male skrækscenarier på basis af naturvidenskabelig eller anden analyse, men tværtimod koncentrerede sig om at finde teknisk-videnskabeligt baserede løsninger, som – og det er selve ideen – vil kunne realiseres over en årrække i et samarbejde mellem universiteter, erhvervsliv og myndigheder.

Workshopserien afsluttedes med DTU Climate Change Technologies Conference, hvis slutdokument er bragt videre til det danske politiske system – gerne til inspiration til det kommende COP15-møde i København. Men resultaterne af såvel workshoper som konference gør vi gerne tilgængelige for alle, der kan og vil arbejde på at finde løsninger.


Lars Pallesen
Rektor





DTU har oprustet på klimaområdet. Og selv om den aktuelle anledning er klimatopmødet i København, peger den klimateknologiske satsning mange år fremad.

DET ER OS MED KLIMALØSNINGERNE

MORTEN ANDERSEN >

”Vi er ikke tilfredse med alene at bidrage til udviklingen af nye teknologier, der forebygger global opvarmning. Vi vil også gerne bidrage til, at de hurtigt bliver taget i brug.”

Så kort kan man motivere initiativet DTU Klimateknologi. Gennem det seneste år er der afholdt ti internationale workshops inden for forskellige grene af klimateknologien, hvor forskere ved DTU er internationalt førende. Det var imidlertid ikke videnskabelige konferencer. Ideen var at lade nøglepersoner fra forskning, myndigheder og erhvervsliv sammen kortlægge de teknologier, der kan løse klimaudfordringerne.

”Forskning, industri og myndigheder skal arbejde tættere sammen, hvis vi skal lykkes med at få de bæredygtige løsninger hurtigere i spil. Vi har hver vores særlige opgaver, men hurtig udveksling af viden er krumtappen i at få tingene til at ske hurtigere,” siger direktør for Myndighedsbetjening og Sektorudvikling og ansvarlig for DTU's klimateknologiprogram Niels Axel Nielsen, DTU.

Konklusioner og anbefalinger skal danne grundlag for strategi og arbejdsplan for DTU og DTU's samarbejdspartnere. Desuden er den del af anbefalingerne, som retter sig mod myndighederne, samlet i et statement som et input til FN's 15. 'Conference of the parties' – COP15 – i København.

”Det er jo bestemt ikke nyt for os at arbejde med klimateknologi, men klimatopmødet var alligevel en anledning til at spørge os selv, om vi gjorde tingene godt nok,” siger Niels Axel Nielsen.

”Det er en meget stor opgave hurtigt at vende udviklingen i udledning af CO₂, og vi skal alle gøre vores yderste for at bidrage bedst muligt.”

Vi går efter at finde løsninger

Samlet har der været over 1.500 deltagere i de ti workshops og den afsluttende konference.

”Vi har jo været i hård konkurrence med mange andre konferencer på klimaområdet, men alligevel har der været stor interesse for at deltage hos os. Jeg fornemmer, at mange har påskønnet, at DTU går efter at finde løsninger og har bragt de relevante parter sammen,” siger Niels Axel Nielsen.

”Vi har haft mange deltagere, og vigtigst – der har været mange visonære og gennemarbejdede indlæg. Det >>

”Mange har påskønnet, at DTU går efter at finde løsninger og har bragt de relevante parter sammen.”

Niels Axel Nielsen, direktør for Myndighedsbetjening og Sektorudvikling, DTU

>> har ført til en aktiv og konstruktiv dialog, og vi er meget glade for at kunne præsentere et sammenhængende sæt af løsningsorienterede og konkrete anbefalinger. Disse løsninger dækker klimaproblemstillingen bredt, hvilket er noget helt særligt ved DTU's initiativ.”

Niels Axel Nielsen understreger, at opgaven havde været naturlig for DTU, uanset om der havde været klimatopmøde i København eller ej. Alligevel er folkene bag DTU Klimateknologi meget spændte på resultaterne af de kommende FN-forhandlinger.

”Kommer der ambitiøse krav om at bringe CO₂-udledningerne ned, og bliver de vel at mærke suppleret med en opfølgingsmekanisme, som sikrer, at landene faktisk gennemfører reduktionerne, så vil det skabe et enormt pres på at få implementeret nye teknologiske løsninger. Det vil selvfølgelig også forbedre mulighederne for at realisere de anbefalinger, vi har lagt frem.”

Grønland og Greve

”DTU Klimateknologi er grundlæggende et initiativ, som lægger op til

partnerskab med myndigheder og virksomheder. Men det har også en intern effekt. Vi dækker jo rigtig mange discipliner inden for klimateknologi, og det er vigtigt, at eksperterne på de forskellige områder får indsigt i de andre felter. Det har serien af workshops allerede bidraget til,” siger Niels Axel Nielsen og giver et eksempel på de komplekse sammenhænge, der kendetegner klimaområdet:

”De mekanismer, som styrer afsmeltningen i Grønland, påvirker – og påvirkes af – vandstanden i oceanerne, og det har igen indflydelse på, om f.eks. Greve bliver oversvømmet. Men det spiller også ind, hvordan vi lovgiver om udnyttelsen af landområder. Måden, vi dyrker jorden på, og den måde, vi indretter vores byer på, betyder noget, og jo mere vi asfalterer, des mindre vand bliver optaget i jorden – og jo lettere kan der opstå oversvømmelser.”

De komplekse sammenhænge skal man kunne håndtere, når man rådgiver myndighederne, understreger Niels Axel Nielsen:

”Hvis man har ambitioner om at levere rådgivning, som det politiske system faktisk kan bruge, er man nødt til at have forståelse for, at det også er en kompleks opgave at implementere teknologi gennem regler og støtteordninger. Når man skal rådgive myndighederne, skal det faglige grundlag selvfølgelig være korrekt, men det er ikke nok. Man skal også have et blik for, hvad der er relevant. Det nytter ikke at komme med et forslag, som embedsmanden på forhånd ved, at han ikke kan indstille til sin minister, fordi det aldrig vil kunne vedtages.”

”Vi vil ikke gå på kompromis med den teknologiske faglighed, for fremtidens løsninger kræver, at en ingeniør er meget dygtig på sit felt. Men man skal bare være forberedt på, at der er socio-økonomiske faktorer, som kan være helt afgørende for, om løsningerne bliver realiseret. Det skal vi være bevidste om som teknisk-naturvidenskabeligt universitet.” <

INTELLIGENTE SYSTEMER, EFFEKTIVISERING OG BÆREDYGTIGHED

Energisystemet skal være intelligent, så det kan tage højde for forskellige energikilder og opretholde balancen mellem forbrug og produktion. Der skal være mere bæredygtig energi. Og der skal gennemføres massive energieffektiviseringer.

Sådan lyder de tre vigtigste anbefalinger inden for energiområdet fra ti workshopper og en konference under DTU Klimateknologi.

”Vi bruger bevidst udtrykket, at der skal være mere ’bæredygtig’ energi i stedet for at sige mere ’vedvarende’ energi. Med det mener vi, at også kulkraft, hvor den udledte CO₂ indfanges og deponeres, og a-kraft har en rolle. Det er jo ikke vedvarende energikilder, men de kan godt være bæredygtige i den forstand, at de ikke bidrager til den globale opvarmning,” kommenterer Niels Axel Nielsen, direktør for Myndighedsbetjening og Sektorudvikling, DTU.

”Ser man globalt på klimaproblemet, er man nødt til at tænke alle de mulige løsninger med.”

DTU's workshopserie og den afsluttende konference har skabt gode resultater. De er sammenfattet i tre overordnede anbefalinger.

Udledningen af CO₂ skal markant reduceres. Det skal ske gennem tre påkrævede og samtidige tiltag:

- ved at udvikle intelligente energisystemer
- ved at øge brugen af bæredygtige energikilder med begrænset udledning af drivhusgasser
- ved at gennemføre omfattende energieffektiviserende foranstaltninger.

Intelligente energisystemer er nødvendige for at håndtere, at en stor andel af energiforsyningen kommer fra bæredygtig energi, som er fordelt på mange decentrale energikilder, og som giver en varierende energiproduktion, hvilket kræver stor og nyudviklet lagerkapacitet. Dette skal styres ved informations- og kommunikationsteknologi, som samtidig er uomgængelig for at gennemføre de nødvendige massive reduktioner i CO₂-udslippet. Derfor skal de tre tiltag ses i en sammenhæng. I Risø DTU's Energirapport 8 gives mere specifikke anbefalinger til, hvordan disse teknologier hurtigt udvikles og bringes i brug.

Det globale samfund skal tilpasses et ændret klima ved at udvikle nye planlægningsmetoder og forvaltning, der eksplicit tager højde for et ændret klima. Derfor skal der

- arbejdes målrettet for at skabe forbedrede og mere detaljerede klimaprognoser
- forskes i klodens reaktion på et øget CO₂-niveau, en øget befolkning og større ressourceforbrug
- udvikles teknologi og metoder til planlægning og forvaltning under nye klimaforhold.

De to første punkter, nemlig mere detaljerede klimaprognoser og mere viden om hvordan klodens naturlige CO₂-cyklus ændres ved større CO₂-niveau i atmosfæren, er en forudsætning for at kunne udvikle hensigtsmæssige værktøjer, som angivet i det tredje punkt. Arbejdet må nødvendigvis tage højde for de øvrige markante ændringer, som forventes at komme til at præge de kommende år, som f.eks. en øget befolkning fra de nuværende cirka seks milliarder til cirka ni milliarder og et stigende pres på ressourcer som ferskvand.

Der er voldsomt tidspres på hurtig teknologisk omstilling. Derfor skal samfundets innovationskraft øges, og det kræver, at samarbejdet mellem erhvervsliv, forskning og myndigheder styrkes markant. Samfundets innovationskraft skal øges, for at vi hurtigt kan knække udviklingen i CO₂-udledningen. Der skal skabes

- globale partnerskaber om teknologiudvikling
- samarbejdsfora og 'clusters' mellem industri, forskning og myndigheder
- fokus på teknologisk grundforskning
- et sammenhængende innovationssystem, som styrker iværksætterkulturen
- kompetenceopbygning bredt i arbejdsstyrken, som muliggør teknologisk omstilling

Tiltagene skal sikre, at vi globalt udnytter hinandens videnopbygning og får nytte af fælles demonstrationsanlæg på det teknologiske område. De skal også sikre, at der er hurtig vidensudveksling mellem myndigheder, industri og forskning. Endvidere er der behov for grundforskning, som giver de helt nødvendige teknologispring på den lange bane (f.eks. energilagring og reducerede transmissionstab). Endelig skal samfundets innovationstiltag styrkes, og man skal sikre, at der er de nødvendige kompetencer til stede, såvel på forskningsområdet som i produktions- og servicesektoren. Der vil blive tale om en teknologisk nyorientering, hvor it-integration og sammenkoblede teknologier er dagligdagen.

ANBEFALINGER TIL DET POLITISKE NIVEAU

DTU har afholdt en international workshoprække med bred deltagelse fra erhvervsliv, forskning og myndigheder med fokus på løsning af klimaudfordringen og tilpasning til klimaændringer. Workshoprækken blev sammenfattet ved DTU's klimakonference den 17. september 2009. Fra workshoprækken blev disse overordnede konklusioner opsummeret:

- Energisystemer skal grundlæggende omlægges til bæredygtige, decentrale, internationalt koblede og CO₂-neutrale energisystemer.
- Klima-robuste værktøjer skal udvikles til planlægning og forvaltning af samfundets sektorer.
- Krav til hurtig teknologisk omstilling kræver øget samarbejde mellem erhvervsliv, forskning og myndigheder.

Samarbejde mellem industri, forskning og myndigheder er en forudsætning for rettidig udvikling af bæredygtige energisystemer og et samfund, som er i stand til at tilpasse sig fremtidens klima. Det politiske niveau er imidlertid afgørende for fremdrift og fokus i omstillingsprocessen, og anbefalinger til myndighederne og COP15-processen er derfor opsummeret i nedenstående seks anbefalinger til det politiske niveau:

1. SKAB RAMMER FOR ETABLERING AF INTELLIGENTE OG DECENTRALE ENERGISYSTEMER

Myndighederne skal sikre, at regler og internationale aftaler fremmer etableringen af intelligente og decentrale energisystemer. Energisystemer med intelligent tovejskommunikation er nødvendige for at styre decentrale, variable vedvarende energikilder og for realisering af store potentielle energibesparelser. Samtidig skal regler og aftaler understøtte etablering af supertransmissionsnet, der forbinder og udjævner forsyningen mellem lande og endda subkontinenter. Der skal endvidere skabes incitamenter for decentral energiproduktion i boliger og industri.

2. MASSIV UDBYGNING AF BÆREDYGTIG ENERGI SKAL SIKRES VED LANGSIGTET PLANLÆGNING OG INCITAMENTER

Myndighederne skal fastlægge langsigtede planer for overgang til bæredygtige energikilder og sikre regler for teknisk og markeds-mæssig integrering af disse i energisystemet. Bæredygtige energiteknologier skal fremmes ved incitamenter og markedsstøtte i opbygningsfasen. Stærke incitamenter eller regler er desuden nødvendige for at fremme anvendelsen af højeffektive forbrændingsprocesser baseret på fossilt brændsel og/eller biobrændsel og for at fremme brugen af teknologier til CO₂-lagring.

Oplev højdepunkter fra konferencen på den vedlagte dvd.

DTU Climate Change Technologies

The DTU Climate Change Technologies workshops present conclusions and give recommendations on accelerated development and deployment of climate change technologies. The workshops have been concluded with the DTU Climate Change Technologies Conference on September 17, 2009.

This DVD gives you the highlights from this conference.



3. SKAB MARKANTE ENERGIBESPARELSER VED REGULERING OG INCITAMENTER

Såvel regler og incitamenter samt teknologiudvikling skal i spil for at fremme energieffektivisering og energibesparende foranstaltninger hos slutbrugerne, da det er en forudsætning for et bæredygtigt energisystem. Regler og incitamenter er særligt påkrævede for at fremme energibesparelser i bygninger. I transportsektoren skal myndighederne skabe incitamenter til hensigtsmæssig fordeling af den globale transport på skibsfart, luftfart, togtransport og privat bilisme for at optimere den samlede energieffektivitet i transportsektoren. Den private bilpark skal desuden tilsluttes bæredygtige energisystemer, og regler, incitamenter og teknologiudvikling skal energieffektivisere alle dele af transportsektoren.

4. KLIMAPROGNOSER OG VURDERING AF KLIMAEFFEKTER SKAL STYRKES

Myndighederne skal styrke internationalt samarbejde og koordination af dataindsamling samt udarbejdelse af prognosemodeller, idet pålidelige klimaprognoser og effektvurderinger er nødvendige for optimal klimatilpasning. Der er endvidere behov for styrket forståelse af klimaændringernes påvirkning af det globale naturlige kulstofkredsløb, herunder samspillet med samfundets arealudnyttelse, tekniske produktionssystemer og socio-økonomiske systemer.

5. DER SKAL ETABLERES KLIMA-ROBUSTE VÆRKTØJER TIL PLANLÆGNING OG FORVALTNING

Der skal udvikles redskaber til risikovurdering og beslutningsstøtte under usikkerhed, herunder værktøjer til planlægning af beredskab vedrørende infrastruktur, kystsikring, fødevarerproduktion og sundhed. Samarbejde om beredskabsplaner og international overvågning af effekter af klimaændringer i centrale samfundssektorer skal prioriteres, og det er nødvendigt at øge international viden- deling om klimatilpasningstiltag.

6. PARTNERSKABER SKAL ACCELERERE FORSKNING, UDVIKLING OG IMPLEMENTERING AF KLIMATEKNOLOGI

For at imødegå det tidspres, som det globale samfund står overfor pga. klimaudfordringen, skal samfundets innovative kapacitet styrkes ved etablering af partnerskaber mellem forskning, erhvervsliv og myndigheder. Samarbejdet skal især fremme innovation og implementering af klimateknologier.

En samlet rapport med beskrivelse af teknologispør, udfordringer, løsningsforslag og anbefalinger til alle tre parter kan findes på www.dtu.dk/klima.

”Jeres ideer og anbefalinger vil udgøre et værdifuldt bidrag til vores arbejde før, under og efter COP15.”

Lars Løkke Rasmussen, statsminister

VI MÅ HANDLE NU

Klimaforandringerne er en af vores generations største udfordringer. Vi står foran en langsigtet indsats, men vi bliver nødt til at finde løsninger nu, hvis vi skal løse problemet i de kommende år.

Hvis vi skal imødekomme den globale opvarmnings udfordringer og udnytte mulighederne i den grønne økonomi, må vi handle målrettet, vi må handle globalt, og vi må handle nu.

Tiden er inde til, at verden står sammen om at finde en holdbar løsning. En løsning, der sætter kraftigt ind for at imødekomme klimaforandringerne. En løsning, der stimulerer grøn vækst og en bæredygtig udvikling.

På det kommende klimatopmøde i København, COP15, vil vi arbejde på at få en aftale på plads, der lever op til de anbefalinger, som forskerne kommer med, nemlig at den globale temperatur ikke må stige mere end to grader. Det skal samtidig være en aftale, der sik-

rer udvikling, økonomisk fremgang og fremtidig vækst.

Dette mål kræver et omfattende samarbejde mellem myndigheder, forskere og erhvervsliv – både lokalt og globalt. Derfor er DTU's tiltag på klimaområdet – rækken af klimateknologiske workshoper og den afsluttende klimakonference – et vigtigt initiativ. Her har samarbejdet mellem forskere, myndigheder og erhvervsliv ført til, at man har fået udpeget konkrete tiltag, der kan reducere CO₂-udledningen og sikre tilpasning til klimaforandringerne. Praktiske løsninger er netop, hvad vi beslutningstagerne efterspørger og har brug for, så vi sammen kan løse problemerne.

Som vært for COP15 hilser jeg DTU's rapport med løsninger og konferencens konkrete anbefalinger velkommen. Jeres ideer og anbefalinger vil udgøre et værdifuldt bidrag til vores arbejde før, under og efter COP15. Mange tak for det.

*Statsminister Lars Løkke Rasmussen
ved DTU's klimakonference,
17. september 2009*



I Danmark er vi stolte af vindkraften, men var det nødvendigt at bruge tre årtier på at bringe den frem? De næste energiteknologier skal slå hurtigere igennem, mener Hans Larsen, afdelingschef på Risø DTU og tidligere medlem af bestyrelsen for FN's klimapanel IPCC.

AT GØRE DET RIGTIGE

MORTEN ANDERSEN >

”Jo tidligere vi får CO₂-udledningen til at toppe, jo nemmere bliver det at gøre noget ved klimaudfordringen. Og jo længere vi venter, jo dyrere bliver det.”

Afdelingschef Hans Larsen, Risø DTU, er tidligere medlem af bestyrelsen for FN's klimapanel, IPCC.

Han kan se tilbage på et hektisk år, hvor han har haft ansvaret for tre af i alt ti internationale workshops under satsningen DTU Klimatekno-

logi. Anledningen til workshop-serien var at udnytte det fokus, som Danmark har som vært for FN's klimakonference.

”Dengang vi startede, havde vi nok en forestilling om, at det især var os, der skulle påvirke de politiske beslutninger i klimaforhandlingerne. Det har vi måske også gjort – om ikke andet kan vi konstatere, at der har været stor politisk interesse for at modtage informationer fra os. Men det har vist



RISØ ENERGY REPORT-SERIEN

Siden 2002 har Risø DTU formidlet resultater fra energiforskningen i form af en årlig rapport om et aktuelt tema. Årets rapport, som er den ottende i rækken, handler om fremtidens intelligente energisystem, der skal være i stand til at rumme mange forskellige energikilder.

De enkelte kapitler i serien er altid skrevet af forskere på Risø DTU i samarbejde med førende danske og internationale eksperter. Desuden er rapporterne gennemgået af et uafhængigt internationalt ekspertpanel inden udgivelsen.

Målgruppen er kolleger, samarbejdspartnere, kunder, finansieringsorganer, den danske regering og internationale organisationer, herunder EU, Det Internationale Energiagentur og FN.

sig at være en løbende proces af gensidig påvirkning,” siger Hans Larsen og uddyber:

”Det er blevet meget tydeligt for os, at der ligger en udfordring, som rækker langt ud over klimakonferencen. Den store udfordring de kommende år bliver at sætte turbo på udviklingen i bæredygtige energiteknologier og fremtidens intelligente energisystem. Vi skal nedkorte tiden, der går, fra man opnår et forskningsresultat, til det gør nytte i samfundet. Selv om de store gennembrud i forskningen bag vindmøllerne skete tilbage i 1980'erne, er det først nu, vindkraften begynder at fylde noget i energiforsyningen. De næste teknologier skal slå hurtigere igennem.”

Energibesparelser batter mest

Workshop-serien, hvor forskere, embedsmænd og virksomheder har deltaget ligeligt, har været startskuddet til at speede processen op:

”Lidt firkantet sagt er det ikke nok at opfinde en ny energiteknologi. Man

skal også have den til at spille sammen med det øvrige energisystem, og man skal formidle viden om, hvordan den skal bruges. Man skal i det hele taget have samarbejdsrelationer til omverdenen.”

”For eksempel ved vi, at energieffektiviseringer er det, der på økonomisk attraktiv vis batter allermost i forhold til at nedbringe CO₂-udslipene hurtigt. Nu gælder det om at realisere dem. F.eks. skal vi have bygningerne til både at bruge mindre energi og spille meget mere sammen med energisystemet, end det er tilfældet i dag. Også i transportsektoren er der et enormt potentiale. Desuden er det selvfølgelig vigtigt, at vi får mere vedvarende energi, og at vi vel at mærke får udviklet de intelligente energisystemer, der gør det muligt at udnytte den. Endelig er der CCS (*Carbon Capture and Storage*, dvs. fangst og deponering af CO₂ fra de kulfyrede kraftværker, red.), som nedbringer udslippet af CO₂ fra traditionelle teknologier.

Formidling til slutbrugere

Hans Larsen er tidligere europæisk repræsentant i bestyrelsen for FN's klimapanel IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Desuden har han ansvaret for den årlige Risø Energy Report (se boks) samt hvert andet år en international energikonference. Årets konference – den fjerde af sin art – var med i workshop-serien.

”Serien af rapporter og energikonferencer viser, at vi har været aktive på området, længe inden det blev besluttet, at København skulle være vært for klimakonferencen,” siger Hans Larsen.

”Vores udgangspunkt i sin tid var, at vi havde en masse resultater, som vi var nødt til at formidle – ikke blot til forskerkolleger rundt om i verden, men også til slutbrugere. Serien af workshops har bekræftet, at myndigheder og virksomheder mener, at det har været rigtigt af os at tage den udfordring op.” <

Nøglen til at udnytte vindkraft og andre vedvarende energikilder er, at vores elsystem kan styres intelligent. Med det nyoprettede PowerLabDK kan forskere og virksomheder hurtigt teste nye styringsmetoder i laboratorieskala, som pilotforsøg og i fuld skala.

TESTFACILITETER I VERDENS-KLASSE

MORTEN ANDERSEN >

Hver for sig var de elementer, der indgår i PowerLabDK, i forvejen blandt de bedste i verden. Og når de nu bliver lagt sammen og udvidet, får man verdens bedste muligheder for at udvikle intelligent styring af elsystemet.

Netop intelligent styring af energisystemerne bliver fremhævet som den mest påtrængende udfordring i anbefalingerne fra de mange repræsentanter for myndigheder, virksomheder og forskning, som har medvirket i DTU's klimateknologiske møder og workshops i det forløbne år. Det samme siger EU's plan for teknologisk udvikling i energisektoren.

Laboratoriet har tre hovedelementer. For det første over 3.000 kvadratmeter laboratoriefaciliteter på DTU Elektro og Ingeniørhøjskolen i København. For det andet pilotforsøgssystemet SYSLAB på Risø DTU. Og for det tredje det bornholmske elnet, der drives af Østkraft.

Med et samlet budget på 131 mio. kr., hvoraf knap halvdelen er på plads til den første fase, der indledes nu, bliver elementerne styrket hver for sig og desuden koblet sammen.

”Nu kan vi hurtigt gå hele vejen fra forsøg i laboratorieskala over pilotforsøg i 1:10 til forsøg i fuld skala med et

stort antal forbrugere. Det er unikt på verdensplan,” siger en glad Jacob Østergaard, professor på DTU Elektro og leder af PowerLabDK.

Bornholm er fuldskala-laboratorium

Det første element, som udenlandske forskere på området vil misunde, er adgangen til godt 25.000 forbrugere på Bornholm. Det svarer cirka til en procent af alle landets forbrugere. Det bornholmske elforbrug er i store træk

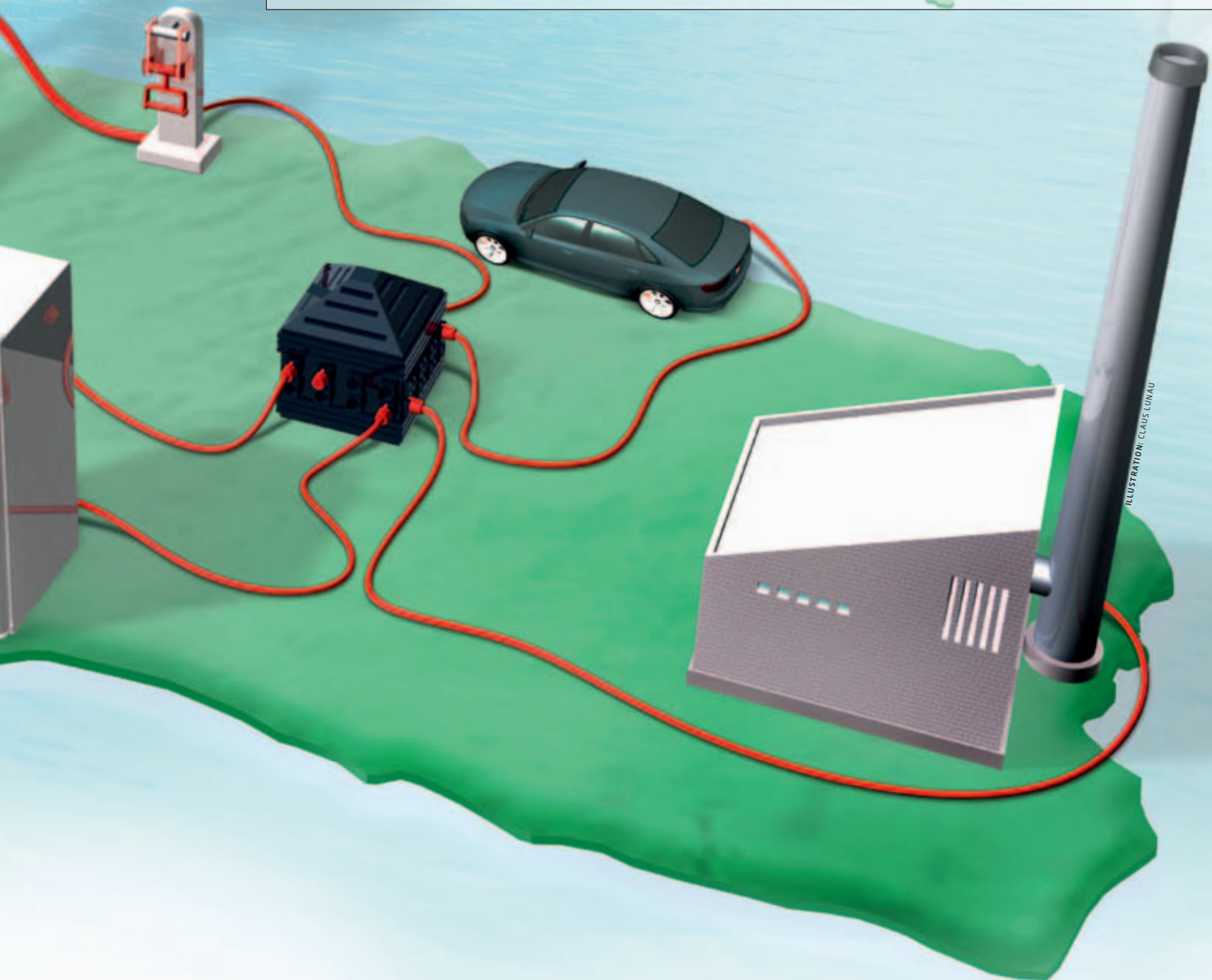
>>

KONSTRUKTIONEN BAG POWERLABDK

PowerLabDK har et budget på 131 mio. kr. Projektet falder i to faser, der overlapper hinanden. Den første fase med et budget på 57 mio. kr. er netop påbegyndt, mens den anden fase forventes indledt i begyndelsen af 2011. En række virksomheder bidrager med tilsammen 25 procent af den samlede finansiering. Disse er ABB, Dansk Energi, DONG Energy, Energinet.dk, IBM, NKT Cables, Siemens, Vattenfall samt Vestas. Den øvrige finansiering i fase 1 kommer fra det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) og DTU.

Deltagerne i konsortiet bag PowerLabDK er Center for Elteknologi på DTU Elektro, Risø DTU, Østkraft samt Ingeniørhøjskolen i København.

Etableringen af første fase af PowerLabDK-plattformen afsluttes inden for halvandet år. Allerede nu anvendes faciliteterne hver især til forskning i intelligent styring af elsystemet, og konkrete forsknings- og udviklingsprojekter, som udnytter den nye samlede platform, er under udvikling.



ENERGINET.DK: EN ENESTÅENDE KONSTRUKTION

”Vi lægger mange æg i den kurv, der hedder PowerLabDK,” siger Kim Behnke, chef for forskning og miljø i Energinet.dk, der har det overordnede systemansvar for det danske elnet.

”Det er vores ambition, at Danmark skal have verdens bedste VE-baserede (Vedvarende Energi, red.) elsystem. For at realisere det mål har vi brug for test-faciliteter i verdensklasse. Derfor er vi ikke blot en industripartner, der støtter PowerLabDK moralsk. Vi har givet løfte om en bevilling, vi vil hjælpe med etableringen, og vi forventer også at blive en af de store kunder i de kommende år.”

Styrken i laboratoriet er, at man kan udføre test i forskellige skalaer, mener Kim Behnke:

”Forskere og studerende kan tage nye elektro-konstruktioner eller en ny programstump og teste det op imod hele Bornholm med ægte forbrug, kraftvarme, solceller, vindmøller og bioanlæg. Det gør konstruktionen enestående internationalt set.”

Og netop det internationale aspekt er vigtigt:

”For eksempel søger vi om støtte til et EcoGrid-projekt under EU's 7. rammeprogram for forskning. Projektet skal gennemføre demonstration og fuldskalatest af *smart grid*-løsninger til et elsystem med over 50 procents andel af vedvarende energi. (*Smart grid* betegner et intelligent, digitalt baseret elsystem, red.) Projektet har en ramme på 14-15 millioner euro. Dertil kommer ekstra bevilninger fra virksomheder og deltagende institutioner, så man i alt når op omkring 25 millioner euro. Etableringen af PowerLabDK vil styrke mulighederne for at få EU-bevilling til EcoGrid EU-projektet og andre kommende projekter væsentligt. Det kan blive meget stort.”

>> repræsentativt, og det svarer til en procent af det nationale, ligesom øens areal også er en procent af Danmarks. Bornholm er med andre ord et meget passende sted til afprøvning i fuld skala.

På et enkelt punkt er Bornholms elforsyning dog atypisk – med en andel af vindkraft på 33 procent stammer en væsentlig højere del af bornholmernes elforbrug fra vindmøller end landsgennemsnittet.

”Men det betragter vi kun som en fordel. Det er jo meningen, at hele landet skal op på en endnu højere andel af vind i elsystemet, så derfor er Bornholm det ideelle sted at undersøge de løsninger, der skal bruges i fremtiden,” konstaterer Jacob Østergaard.

”Faktisk er det netop specielt den variation i elproduktionen, som vindkraften og andre vedvarende energiteknologier skaber, der er den vigtigste årsag til, at det haster med at udvikle nye styringsløsninger til elsystemet.”

Tilmed er det let at forvandle Bornholm til et isoleret system uden udveksling af strøm med omverdenen: Det kræver blot, at man afbryder søkablet til Sverige. Dermed har man den ultimative prøve på, om man kan holde forbrug og produktion i balance. Ingen andre steder i verden har man den samme mulighed for at lave forsøg i et så stort elnet med høj vindkraftandel.

Et andet element er pilotprojekt-systemet SYSLAB på Risø DTU (se side 16). Der findes tilsvarende systemer enkelte steder i verden, men ingen, der indgår i et større net af faciliteter som PowerLabDK og med den samme fokus på decentral styring.

Køleskabet med i virtuelt forsøg

Endelig er der de grundlæggende forsøgsfaciliteter, som bliver kraftigt op-

graderet. Blandt andet bliver det muligt at udføre såkaldte *hardware in the loop*-forsøg. Det vil sige, at man kan forsyne et ellers virtuelt elsystem med rigtige apparater. Det kan være forbrugerapparater som f.eks. køleskabe, der blot er udstyret med en lidt mere avanceret tænd-sluk-funktion, hvor køleskabet slår til og fra i forhold til, hvor meget strøm der produceres fra vindmøllerne. Det kan også være styringselektronik og måleapparater (såkaldte PMU'er, *phasor measurement units*), der skal sidde ude i elsystemet.

I et almindeligt virtuelt forsøg er de mange forbrugs- og produktionsenheder og de indbyggede spændinger og strømme repræsenteret ved talstørrelser i en computer. I *hardware in the loop*-systemet bliver de værdier, som systemet forsyner netop de medvirkende apparater med, faktisk realiseret. Derved får man den sande reaktion fra apparaterne på den måde, styringen af elsystemet bliver afviklet i det virtuelle forsøg.

Det bliver også muligt at se effekter den anden vej. For eksempel kan man se, hvordan apparaternes opførsel vil påvirke elsystemet. På den måde kan forskerne i PowerLabDK lave simuleringer, der er så realistiske, som de overhovedet kan blive.

”Forudsætningen for, at man kan lave forsøgene, er, at man råder over en særdeles kraftig computer og tilhørende software, der er i stand til at foretage beregningerne i real tid. Selv en minimal forsinkelse vil skabe problemer,” forklarer Jacob Østergaard.

Investeringen i en supercomputer, der kan klare opgaven, er nu gjort mulig. Dermed bliver PowerLabDK et af de kun to steder i verden, hvor man kan lave denne type forsøg. Det andet er Florida State University i USA, hvor udstyret an-

vendes ved udvikling af elektriske skibe til den amerikanske flåde.

Udfylder Dødens Gab

Den nye konstruktion giver mulighed for samspil mellem laboratorieforsøg, pilotforsøg og fuld drift.

”For eksempel kan vi sammenkoble pilotsystemet på Risø DTU med kontrolrum og et virtuelt kraftværk her på DTU Elektro. Vi skal ikke at styre det bornholmske elsystem herfra, men vi bliver i stand til at hjemtage målinger og overvåge forsøg samt udføre simuleringer parallelt med driften, så vi f.eks. kan levere input til Østkrafts operatører i realtid,” siger Jacob Østergaard.

Østkraft er i forvejen i gang med at bygge PMU'er og andre former for systemovervågning ind i det bornholmske elnet. De nye bevillinger betyder, at arbejdet vil blive yderligere accelereret.

Som et eksempel på, hvad laborato-

TVÆRGÅENDE SAMARBEJDE

Professor Anna Friesel fra Ingeniørhøjskolen i København, der deltager i PowerLabDK ved at integrere skolens højeffekt-laboratorium, siger om projektet:

”Jeg er meget glad for, at PowerLabDK giver mulighed for at arbejde med forskningsprojekter på tværs af deltagerne og udnytte hinandens styrker og faciliteter.”

riet kan bruges til, nævner Jacob Østergaard elbiler:

”I dag eksisterer der ingen standarder for, hvordan elbiler skal integreres intelligent i elsystemet, hvor de både oplader, opbevarer og sender strøm tilbage i elsystemet. Med faciliteterne i PowerLabDK får vi ideelle muligheder for både at udvikle, teste og demonstrere de nødvendige teknologier. På den måde kan de algoritmer, der skal bruges til at styre samspillet mellem elbilerne og det øvrige elsystem, blive tunet, inden løsningen demonstreres i fuld skala.”

Jacob Østergaard understreger, at laboratoriet skal være åbent for at afprøve løsninger, som industrien udtænker:

”Vi forventer, at der vil være mange forretningsmuligheder inden for intelligent styring, især på it-siden, men også inden for automations-løsninger og lignende. Man bruger ofte udtrykket Dødens Gab om det fænomen, at lovende forskningsresultater ikke udvikles videre til den mellemfase, som gør det muligt, at de bliver modne til udnyttelse i fuld skala. Med PowerLabDK har vi fået en platform, der kan udfylde Dødens Gab.” <

ØSTKRAFT: EN KONTROLLERET OFFENSIV

Michael K. Espersen, teknisk chef i Østkraft, karakteriserer den bornholmske deltagelse i PowerLabDK sådan:

”Som altid er det vores øverste prioritet, at forbrugerne på Bornholm har stabil og sikker elforsyning. Så når vi medvirker i forsøg, der skal afprøve nye former for styring i elsystemet, vil vi - for at bruge et udtryk fra fodboldverdenen - foretage en kontrolleret offensiv; vi vil nogle gange gå ud mod grænsen, men vi vil ikke gå til grænsen og slet ikke over grænsen.”

PowerLabDK-konstruktionen formaliserer nu samarbejdet, men Østkraft har tidligere medvirket i flere forsøg i samarbejde med DTU Elektro - vel at mærke uden at forbrugerne har mærket noget til det. Desuden har Østkraft stor erfaring i at drive Bornholm som et isoleret system. Det kaldes ø-drift i branchens jargon.

”Vi har en lang historie med ø-drift. For eksempel når søkablet til Sverige har været afbrudt i forbindelse med planlagt vedligeholdelse. I de situationer har vi naturligvis skærpet opmærksomhed, fordi vi er nødt til at balancere produktion og forbrug selv. Men det er

altid lykkedes at opretholde spændingskvaliteten,” siger Michael K. Espersen.

Det har dog ikke været helt uden sideeffekter:

”I perioder med ø-drift, hvor der samtidig har været kraftig blæst, har vi været nødt til at tage en del af vindmøllerne ud for at være sikre på at kunne holde frekvensen. Derfor håber vi, at deltagelsen i PowerLabDK kan være med til at udvikle værktøjer til at håndtere vindproduktionen bedre. Det kan give en bedre udnyttelse af vindmøllerne. Det er jo et højaktuelt emne med de udbygningsplaner, som ligger for vindkraften i Danmark.”

Etableringen af PowerLabDK vil muligvis betyde, at der kommer flere perioder med ø-drift i det bornholmske elsystem, erkender Michael K. Espersen:

”Nogle forsøg vil være lettere at gennemføre, hvis der er tale om ø-drift. Det har vi forståelse for, men vi kan dog ikke træffe beslutningen alene. Vi skal altid tage Energinet.dk, der har det overordnede systemansvar, i ed. Forsynings sikkerheden vil altid stå øverst.”

I fremtidens elsystem kan forbruget tilpasse sig efter udsvingene i produktionen af strøm. I en barak ved Roskilde Fjord er fremtiden allerede begyndt.



På en monitor kan man aflæse bygningens 'tilstand', f.eks. om døre og vinduer er åbne og se, hvor varmt der er i de forskellige rum.

PÅ VEJ MOD DET INTELLIGENTE ELSYSTEM

MORTEN ANDERSEN >

Var det ikke for den storslåede udsigt mod syd over det indre Roskilde Fjord, ville bygningen nærmest være undseelig. Ikke meget mere end en lille barak med fire standardkontorer i hver ende og et beskedent fællesareal med møderum, tekøkken og toilet i midten. Kun den store, sorte boksformede computer i entreen antyder, at bygning 772 på Risø DTU er noget særligt. Bygningen giver en forsmag på en revolution af det danske elsystem: et intelligent elsystem.

Bygningen er forsynet med bevægelsessensorer samt indendørs og udendørs lysmålere og temperaturmålere, og den opvarmes og afkøles med el. Og vigtigst: Den kan kommunikere med elsystemet.

”Pointen er, at bygningen ikke bare henter strøm til for eksempel opvarming og afkøling, når behovet er opstået. Vi har konstrueret en termisk model, der kan forudsige, hvordan tempe-

raturen vil være nogle timer frem i tiden, baseret på de automatiske registreringer af, hvor mange personer der arbejder i bygningen, og af hvordan vejr og lysforhold er. Det betyder, at bygningen er i stand til at hente strøm på tidspunkter, hvor computeren ved, at der er rigeligt strøm i elsystemet,” forklarer seniorforsker Henrik Bindner.

Bygning 772 er en del af Risø DTU's forsøgssystem SYSLAB, som også omfatter en ombygget Toyota Prius-hybridbil, som kan oplades fra elnettet. Strømmen produceres af to mindre vindmøller, et solcelleanlæg og en dieselmotor. SYSLAB kan både fungere som en enhed i det almindelige elsystem og som uafhængigt system.

Batteri sikrer balancen

Systemet kan styres, så der hele tiden er balance mellem produktion og forbrug. Det er muligt, fordi SYSLAB

også indeholder et stort batteri. Batteriet kan reagere meget hurtigt og dermed sikre balancen i systemet på detailniveau. Desuden kan det aflade i perioder med lav produktion og stort elforbrug. Tanken er dog, at de større udsving i produktion og forbrug skal tilpasses på anden måde. Blandt andet ved at lade produktionen tilpasse sig.

”Fremtidens elsystem kommer til at indeholde en blanding af store centraliserede enheder – kraftværker og vindmølleparker – og mange små decentraler enheder. Enhederne vil have meget forskellige egenskaber. Hele øvelsen går ud på at få aktiveret enhederne, så det giver den billigste løsning i enhver given situation,” forklarer Henrik Bindner.

”Vel at mærke skal aktiveringen ske automatisk. Hidtil har det danske elsystem bestået af 15 centrale kraftværker. I den situation kan man sidde i et



Barakken på Risø DTU er udstyret med sensorer på alle døre og vinduer (billedet i midten). Bygningens elforbrug og -produktion styres af den sorte boks (billedet længst til højre), som også sørger for bygningens kommunikation med elsystemet.

kontrolrum og ringe til operatører på kraftværkerne og bede dem regulere op og ned. Det går ikke, når man har mange tusind eller måske millioner forskellige små strømproducenter, og man desuden har mulighed for at regulere bestemte dele af forbruget op og ned, f.eks. ved at dybfryseren tænder og slukker i forhold til, hvor meget el der produceres i systemet.”

De fossile brændsler er stadig med
I SYSLAB repræsenterer dieselmotoren de traditionelle kraftværker, der skal spille sammen med vindmøller og solceller.

”Vi kan ikke udfase fossile brændsler fra den ene dag til den anden. Det ville være rasende dyrt og et spild af de investeringer, der er foretaget i kraftværkerne. Omvendt vil det være sådan, at i takt med, at andelen af vedvarende energi i systemet stiger, vil rentabiliteten af kraftværkerne falde. Det gælder om at styre samspillet på en måde, så man udnytter de samlede ressourcer på den billigste måde,” kommenterer Henrik Bindner.

Samtidig er systemet bygget fleksibelt op, så man kan føje mange andre elementer ind. Det kunne for eksempel være brændselsceller på produktions-siden eller flere elbiler på forbrugssi-

den. Systemet er i princippet ligeglad med, om de tilsluttede moduler er et elforbrugende køleskab eller en elproducerende solcelle. Grundideen er blot, at det skal kende de enkelte elementers egenskaber og indvirkning på systemet. Er det et element, som forbruger eller producerer el? Kan elementet bruges til at styre spændingen i nettet? Og hvor lang er reaktionstiden i så fald?

”Vi tror ikke på, at der vil være én bestemt teknologi, som vil vise sig at være den endelige løsning på energiproblemerne. Til gengæld tror vi på, at problemerne skal løses ved at se på elsystemet som ét sammenhængende system,” siger seniorforskeren.

Computere i alle enheder

Ud over dieselmotor, vindmøller, solceller, batteri og forbrugere i form af kontorbygning og bil indeholder SYSLAB tre koblingstavler, der svarer til transformerstationerne i et virkeligt distributionsnet. I alt består systemet af mere end 20 moduler. Hver har deres egen computer.

”Vi forventer, at der i fremtiden vil være computere i alt. Det er meget vigtigt at have en multi-disciplinær tilgang, og it og datalogi indgår derfor

som centrale elementer på lige fod med traditionelle metoder inden for strømproduktion og -styring,” siger Henrik Bindner og understreger, at det ikke bliver Risø DTU, der udvikler de konkrete tekniske løsninger.

”Vi vil være åbne over for de forretningsideer, som andre kommer med. Det kunne for eksempel være et nyt interface, der skal varetage kommunikationen mellem en ladestation til elbiler og elsystemet.”

Et andet eksempel kan være forskellige løsninger til kontorbygningen, som tillader forbruget at tilpasse sig elsystemet.

”Her er jo mange problematikker, som vi ikke selv er eksperter i. For eksempel er det vigtigt, at brugerne af bygningen har en oplevelse af, at de selv bestemmer over deres indeklima. Vi håber meget, at virksomheder vil komme med deres forslag. Og igen tror vi ikke på, at der skal være én bestemt måde at gøre det på. Vores interesse vil være at indpasse de forskellige ideer i det øvrige system,” slutter Henrik Bindner. <

SYSLAB indgår som et af de tre hovedelementer i det nyoprettede PowerLabDK, som er omtalt på de foregående sider.



PLAST

GØR SOLCELLER BILLIGE

© DTU, THORALD CHRISTENSEN

Plastsolceller kan nu fremstilles langt billigere end de traditionelle silicium-solceller. Det vil revolutionere brugen af solceller.



Foto: Thorild Christensen
Frederik C. Krebs står i spidsen for forskningen i plastsolceller på Risø DTU.

LEIF SØNDERBERG PETERSEN >

Solen er uden sammenligning klodens største energikilde. Hvor meget energi der er i solen, kan anskueliggøres ved et par simple tankeeksperimenter:

Forestil dig f.eks., at det danske vejnet var lavet af solceller i stedet for asfalt. Så ville det producere mere energi end danskernes samlede forbrug.

Eller man kunne forestille sig et Danmark, der udelukkende bliver forsynet med strøm fra en enkelt vedvarende energikilde. I det tilfælde skulle et område på størrelse med Langeland dækkes med solceller. Skulle man i stedet bruge vindmøller, ville Fyn skulle dækkes. Og hvis man satsede på bioafgrøder, var det nødvendigt at indtage hele landet.

Solceller er altså en effektiv vedvarende energikilde. Når solceller alligevel ikke er mere udbredte, er det et spørgsmål om pris. Dagens silicium-

solceller er effektive, men meget dyre og derfor ikke økonomisk konkurrencedygtige med kulfyrede kraftværker.

Masseproduktion med kendt tryksteknik

På Risø DTU er forskerne derfor gået en anden vej. De arbejder med solceller baseret på plast og er nu i gang med at udvikle processer til effektiv industriel fremstilling af dem. Særlige typer af plast har nemlig samme halvlederegenskaber som silicium og er dermed også i stand til at omdanne sollys til strøm. Samtidig er det langt nemmere og potentielt meget billigere at fremstille plastsolceller. Til gengæld er de endnu ikke så holdbare eller så effektive som solceller af silicium.

”Der er flere grunde til, at solceller lavet af plastmaterialer kan blive langt

billigere end dem af silicium,” fortæller seniorforsker på Risø DTU Frederik C. Krebs og fortsætter: ”Materialeforbruget er lille; plastsolceller kan masseproduceres ved hjælp af næsten alle kendte tryksteknikker. Den mulige fremstillingshastighed er meget høj; de fremstillingsbetingelser, der kræves med hensyn til renlighed og temperaturer, er meget ydmyge sammenlignet med dem for traditionelle siliciumbaserede solceller. Og endelig vil de relativt få krav sammen med den store eksisterende trykkeribranche tillade, at mange virksomheder vil kunne producere plastsolcellerne på eksisterende udstyr. Det vil sige, at der ikke skal investeres i specielt udstyr, og mange af de kompetencer, virksomhederne måtte have, kan overføres direkte. Alt dette vil forbedre solenergiens konkurrenceevne betragteligt i

>>

>> forhold til i dag, hvor kun en håndfuld højteknologiske virksomheder i verden kan levere solceller af silicium.”

Risø DTU's forskning skal forbedre levetiden, effektiviteten og fremstillingsmetoderne for plastsolceller gennem en parallel indsats i materialeudvikling, test, karakterisering og processing.

Sidste år omsatte verdens solenergi-industri for over 200 mia. kr. Plastsolcellerne har potentiale til at skabe en

helt ny industri i Danmark og generere tusindvis af nye arbejdspladser.

Demonstrationsprojekter

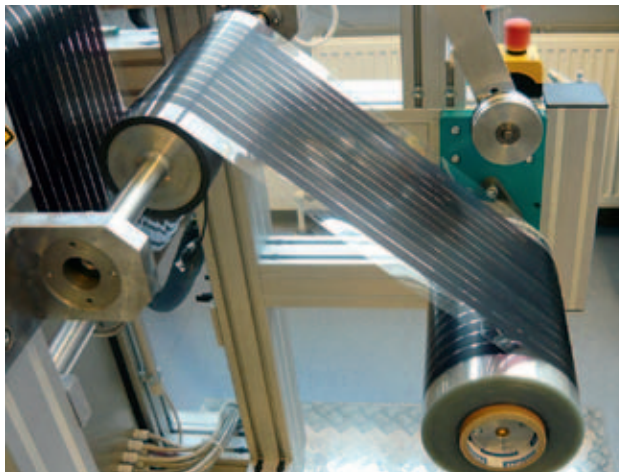
Inden for plastsolcelleforskningen har der hele tiden været et meget stærkt fokus på demonstration af teknologien i den form, den havde på et givent tidspunkt. I begyndelsen var det en begivenhed, at man overhovedet kunne lave en plastsolcelle, der virkede længe nok til, at man kunne måle på den, og

det begrænsede naturligt den form, demonstrationerne kunne antage.

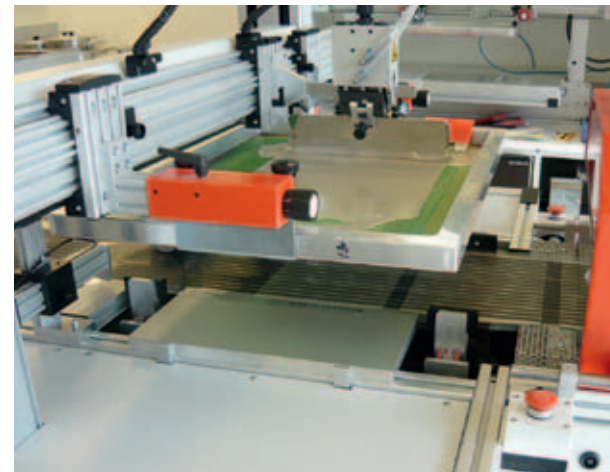
Inden for de sidste to år er den volumen, plastsolcellerne kan fremstilles i, steget gevaldigt, samtidig med at holdbarheden alt efter anvendelse er nået op på tusinder af timer. Det har givet langt bedre muligheder for at sætte teknologien i spil. Den første større offentlige demonstration var på Roskilde Festivalen i 2008, hvor solhatte med plastsolceller opladede et batteri, der

SÅDAN FREMSTILLES PLASTSOLCELLER

Plastsolceller fremstilles, ved at opløsninger med de ønskede materialer smøres ud i tynde lag oven på hinanden. I en typisk plastsolcelle indgår fem lag, der er trykt oven på hinanden. På billederne ses, hvordan plastsolceller fremstilles i ruller på tynde folier.



De aktive lag trykkes på folien.



Dernæst påtrykkes elektroder.



VEJEN MOD INDUSTRIALISERING

Et springende punkt, når forskning går fra laboratorium til industri, er overførsel af viden og teknologi til virksomheder. Risø DTU indledte allerede i 2003 et samarbejde med trykkerivirksomheden Mekoprint om trykning af solceller ved hjælp af serigrافي. Det tog yderligere fem år at nå dertil, hvor man kunne fremstille solceller hos Mekoprint og integrere dem i noget, der lignede et færdigt produkt.

Divisionschef i Mekoprint Karsten Ries, siger: "Vi holder altid øjnene åbne for nye forretningsmuligheder. Og udviklingsarbejdet omkring trykning af plastsolcellerne ligger i naturlig forlængelse af mange af de kompetencer, vi har som specialtrykkeri. Det gælder f.eks. trykning af antenner til mobiltelefoner, RFID-tags (mærkater, som indeholder en lille computerchip og en antenne, red.) og membran-tastaturer. Vi synes, at plastsolcellerne ligger lige til højrebænet - det er et produkt, vi sagtens kan forestille os, at vores eksisterende kunder vil efterspørge. Derfor glæder vi os over at være med i projektet som dem, der trækker teknologien ud af laboratoriet og ind i et industrielt produktionsmiljø."

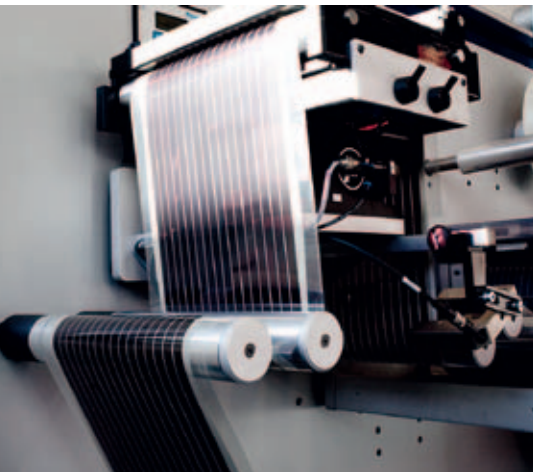
kunne drive en lille radio. I 2009 har adskillige demonstrationsprojekter været gennemført, hvoraf de mest nævneværdige er: Nettilslutning af store paneler fremstillet hos Gaia Solar A/S; Lighting Africa, hvor solcellerne blev delvist fremstillet hos Mekoprint A/S og testet i Zambia i samarbejde med Copenhagen Business School; og 'Suntiles', der er et gardin bestående af plastsolceller. Gardinet er udviklet af den danske designer Astrid Krogh

og er i øjeblikket udstillet på Dansk Design Center i København.

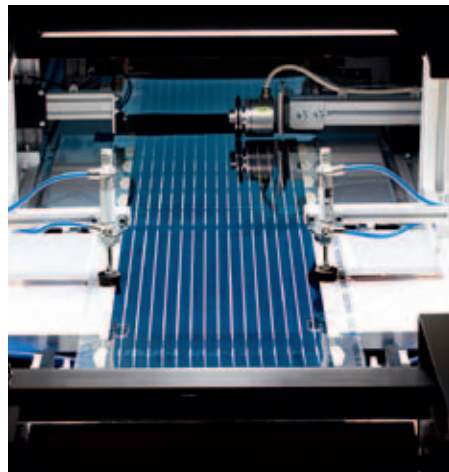
Lamper til børn i udviklingslande

I maj 2009 fik Risø DTU en bevilling fra Region Sjælland til at demonstrere ideen om en plastsolcellelampe baseret på et genopladeligt batteri og en LED-lyskilde som alternativ til de forurenende og sundhedsskadelige petroleumslamper, der er den dominerende kunstige lyskilde mange steder i ud-

viklingslande. Plastsolcellelampe er i første omgang en prototype, der skal bruges som læselampe for skolebørn. Lampen afgiver nok lys til, at børnene kan læse lektier i cirka en time efter mørkets frembrud. Populært sagt er der tale om en printet lampe i A4-format. Arket med plastsolcellerne udgør både skærm og 'fod' for lampen, der samles med en clips, når den har ladet op i solen. Lampen testes i øjeblikket i Zambia. <



Rullen med plastsolceller lamineres.



Og til slut testes de færdige solceller rulle-til-rulle.



Plastsolcellelamper til 'Lighting Africa'-projektet funktionstestes på Risø DTU.



Zambiske skolebørn har glæde af lamperne og kan læse lektier efter mørkets frembrud.

PLASTSOLCELLER, DER VIRKER

Gaia Solar sælger solcelle-løsninger og -systemer - primært har det været til byggeriet, hvortil virksomheden fremstiller solcelle-paneler med traditionelle siliciumbaserede solceller. Virksomheden står desuden for et plastsolcelleanlæg på Risø DTU, der, som det første anlæg af sin art i verden, producerer strøm, som kobles på elnettet.

Dennis Aarø, som er salgs- og udviklingschef i Gaia Solar, siger: "Plastsolcellerne er interessante for os, fordi de åbner for et helt andet marked end de traditionelle siliciumbaserede solceller. Plastsolcellerne er små og nemme at håndtere, og de er billige at fremstille på eksisterende udstyr. Man kan derfor forestille sig, at de kan bruges til at fremstille produkter til brug i nødhjæpsituationer, hvor der er behov for elektricitet. Traditionelle solceller kan jo af gode

grunde ikke kastes ud med faldskærm - men det kan plastsolcellerne. Vi kan også forstille os, at de kan bruges inden for området 'consumer goods', altså hurtige brug-og-smid-væk-produkter - eksempelvis lamper - fordi de er billige at fremstille og derfor ikke nødvendigvis behøver at holde i årevis. Vi følger som virksomhed meget med inden for forsknings- og udviklingsområdet. Og i tilfældet med plastsolcellerne er det et af de tiltag, vi forventer, har en chance i fremtiden på et kommercielt marked. Når vi især er glade for samarbejdet med Risø DTU, skyldes det bl.a., at forskerne her har udviklet og fremstiller en plastsolcelle, der rent faktisk virker, og som ser meget lovende ud. Derfor har Risø DTU-folkene en høj troværdighed; de lover ikke mere, end de kan holde."

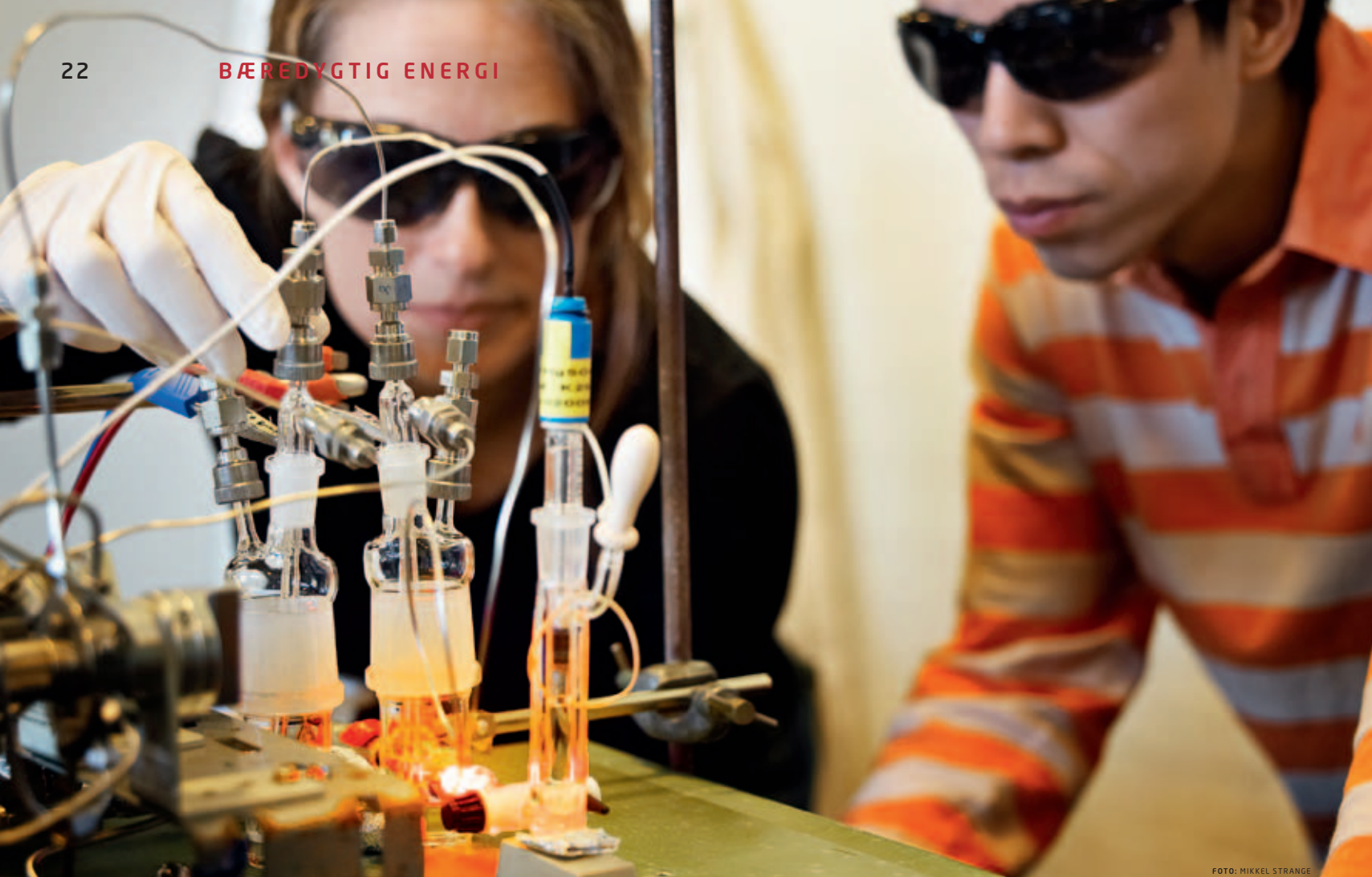


FOTO: MIKKEL STRANGE

“Vores ide er fremkommet ved at se på, hvordan naturen danner brint ved hjælp af enzymer. Udfordringen er ikke blot at kopiere naturen, men at designe materialer til brintfremstilling ved at bruge naturen som vejleder,” forklarer Billie Abrams (til venstre), som står med sin kollega Yidong Hou ved en forsøgsopstilling.

PÅ JAGT EFTER SOLEN

Trods mange års forskning er det stadig både ineffektivt og dyrt at høste og omdanne solens energi til brændstof, der kan gemmes, eksempelvis brint. Nu kan forskere på DTU imidlertid fremvise et lovende materiale til brintfremstilling.

ANNE HANSEN >

En af verdens største udfordringer er at dække vores behov for rigelig, billig og CO₂-neutral energi. Ekspertes forudsiger, at verdens energibehov i 2050 vil være det dobbelte af, hvad det er i dag. At opfylde dette energibehov bliver i sig selv en enorm udfordring, og skal energien samtidig være bæredygtig, er udfordringen endnu større.

At spalte vand i ét trin

Solen er en oplagt CO₂-neutral energikilde; på bare én time giver dens stråler

os energi nok til at dække verdens samlede forbrug i et år. Så hvorfor ikke høste denne store mængde energi og omforme den til brændstof som f.eks. brint, der kan lagres og benyttes på tidspunkter, hvor andre vedvarende energikilder ikke giver så meget energi, f.eks. om natten eller når det er vindstille? En gruppe forskere fra projektet CASE (Catalysis for Sustainable Energy) har taget denne udfordring op.

”Vi ønsker at opsamle solenergien direkte og bruge den til at spalte vand og

fremstille brint i et enkelt trin, det vil sige uden at bruge den traditionelle to-trins-metode, der består i først at lave elektricitet og dernæst bruge elektriciteten til at fremstille brint. Det centrale ved vores metode er, at vi bruger solenergien direkte,” forklarer postdoc Billie Abrams fra DTU Fysik.

Behov for mindre kostbare løsninger

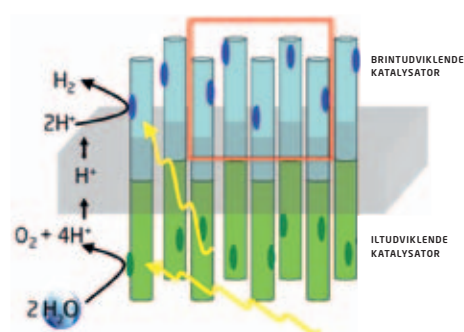
Den metode, Billie Abrams beskriver, kaldes fotoelektrokatalyse. Når sollys rammer et passende materiale, bliver

“Det centrale er, at systemet ikke involverer platin eller andre dyre ædelmetaller, som forskere har arbejdet med årevis.”

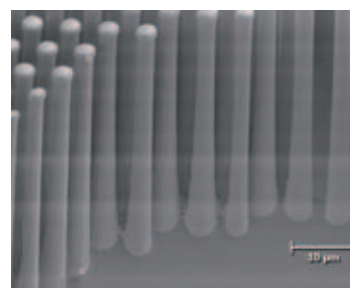
Billie Abrams, postdoc ved DTU Fysik

DET STOF, DRØMME ER GJORT AF

Den ultimative elektrokemiske solcelle absorberer synligt lys og spalter vand til brint og ilt i ét trin.



Når lys rammer en passende overflade, vil en iltudviklende katalysator bruge energien til at spalte vandmolekyler til ilt (O_2) og positivt ladede brintatomer (protoner, H^+). Protonerne bevæger sig dernæst hen til den brintudviklende katalysator, hvor de danner brint (H_2).



Silicium søjler, hvor den brint-udviklende katalysator sidder. Søjlerne danner en stor overflade og øger dermed både mængden af lys, der kan absorberes, og mængden af katalysatorer, der er tilgængelig for brintfremstillingen.

ARBEJDE AF BILLIE ABRAMS, YIDONG HOU, SU-IL IN OG PETER C.K. VESTBORG

solenergi overført til materialets overflade, hvor et andet materiale, en fotoelektrokatalysator, bruger energien til at spalte vand til brint (H_2) og ilt (O_2). I teorien en simpel proces, i praksis en kolossal opgave, som forskere har arbejdet på at løse i årevis.

“Hvis man kigger i litteraturen fra 1970’erne, altså under den første oliekrise, prøvede forskere på mange forskellige måder at udvikle en effektiv fotoelektrokatalysator, der var i stand til at spalte vand,” fortæller Billie Abrams. En velfungerende omformer af solenergi kræver to forskellige fotoelektrokatalysatorer til fremstilling af henholdsvis brint og ilt. Desuden skal alle materialerne være meget billige, hvis solenergianlæg skal spille en væsentlig rolle i vores fremtidige energiforsyning. Til trods for betydelige fremskridt er vore dages mest udbredte fotoelektrokatalyse-systemer ikke særlig effektive, og de involverer des-

uden dyre og sjældne ædelmetaller som f.eks. platin.

En ikke-ædel katalysator

Nu har forskerne fra DTU imidlertid identificeret en ny, lovende fotoelektrokatalysator til fremstilling af brint; en katalysator, som bringer dem et skridt nærmere mod den optimale solomformer.

”Vi prøver at udvikle et materiale, som er både effektivt og billigt. Og jeg tror, vi har fundet det. Vores nye materiale er meget interessant, fordi det ikke er fremstillet af ædelmetal. Og fordi det er stabilt,” fortæller Billie Abrams og fortsætter:

”Specielt materialeprisen er meget vigtig for enhver katalysators succes. Og hvis vi samtidig kan gøre katalysatoren effektiv, kan den være et vigtigt bidrag til at fremstille CO_2 -neutral energi. Der er dog den lille detalje, at vores system kun er til fremstilling af

brint. Så vi mangler at løse den anden del af processen, nemlig fremstillingen af ilt, hvilket er en del sværere,” slutter Billie Abrams med et glimt i øjet. <

! CASE

CASE, *Catalysis for Sustainable Energy*, er et nyt forskningsinitiativ på DTU. Formålet med CASE er at designe billigere og mere effektive katalysatorer til at omforme forskellige former for bæredygtig energi til kemisk energi, der kan lagres. Projektet er støttet af Videnskabsministeriet med 120 mio. kr. Se mere på www.case.dtu.dk

DANMARK FØRENDE MED FJERNVARME

Ca. 1,5 mio. boliger i Danmark bliver varmet op med fjernvarme. Det svarer til mere end halvdelen af befolkningen, og dermed er Danmark det land i verden, der får den største del af sin varmforsyning fra fjernvarme, bortset fra Island. I alt findes der 400 fjernvarmeværker. Heraf står 55 offentlige værker for ca. 62 procent af forsyningen, mens de resterende private værker dækker de øvrige 38 procent.



FJERNVARME PÅ FORKANT

LOGSTOR har udviklet rør, der sikrer, at fjernvarme fortsat vil være rentabelt i fremtidens lavenergi-byggeri. Fjernvarme er mindre belastende for miljøet end mange andre former for opvarmning, fordi man udnytter spildvarme fra kraftværkerne. I fremtiden kan fjernvarmen baseres på varme fra anlæg til forbrænding af affald, spildvarme fra køleanlæg samt solvarme og jordvarme.

I LOGSTORS nye fjernvarmerør ligger fremløbsrøret og returløbsrøret i samme kappe. Det formindsker varmetabet.



FOTO: LOGSTOR

MORTEN ANDERSEN >

Lavenergi-byggeri, der kun bruger en fjerdedel af den energi til opvarmning, som vi bruger i dag, er godt for klimaet. Og fjernvarme er godt for klimaet, fordi man udnytter spildvarme. Derfor er det i dobbelt forstand en god nyhed, at LOGSTOR, Danfoss Redan og DTU Byg sammen har fundet opskriften på, hvordan man kan forsyne fremtidens lavenergi-byggeri med fjernvarme.

”Når et byggeri kun bruger en fjerdedel af den energi til rumopvarmning, som er normalt i dag, vil fjernvarme ikke være rentabelt med det nuværende distributionssystem. Så vil varmetabet være for stort i forhold til den mængde energi, der skal leveres. Det satte vi os for at gøre noget ved,” forklarer teknisk chef Allan Hansen, LOGSTOR.

Samlet er det lykkedes de tre parter at halvere tabet ved transmission af fjernvarme fra de nuværende 36 procent til blot 18 procent.

”Det kan du oversætte direkte til en tilsvarende besparelse i CO₂-udslip. Og samtidig betyder det altså, at fjernvarmen også holder sig økonomisk

bæredygtig i fremtidens lavenergi-byggeri,” konstaterer Allan Hansen og tilføjer: ”Det er jo nu engang vores lod at være dem, der udvikler selve rørene, men tankerne har vi været sammen med Danfoss og DTU Byg om.”

Nøglen er lav fremløbstemperatur

En af forklaringerne på det formindskede varmetab er såkaldte twin-rør, hvor fremløbsrøret og returløbsrøret ligger i samme kappe. Rørene er desuden forsynet med diffusionsspærre. Det vil sige et lag af aluminiumsfolie, som sørger for, at isoleringsgasser fra det isolerende skum i kappen ikke kan trænge ud til omgivelserne. Omvendt forhindrer det også, at luft kan trænge ind i kappens skum. På den måde undgår man, at skummet ’ældes’ og langsomt taber sin isoleringsevne.

”Med diffusionsspærre kan man tillade sig at regne med, at isoleringsværdien er den samme i hele rørets levetid, som er minimum 30 år,” siger Allan Hansen.

En anden meget væsentlig forudsætning for det lave varmetab er, at

>>



>> temperaturen i transmissionssystemet bliver sænket. Netop fordi man kalkulerer med et betydeligt varmetab undervejs, er systemet i dag baseret på, at vandet har en høj temperatur – ca. 80 grader – når det forlader fjernvarmeverket. Det er nødvendigt, hvis man vil være sikker på, at den sidste forbruger på linjen kan holde varmen og få sit varme brusebad.

Til lavenergihuse har man ikke behov for høje temperaturer til varmeanlægget, og det varme brugsvand behøver ikke være mere end 40 grader varmt for at opfylde komfortbehovene. Derfor kan man nøjes med en fremløbstemperatur på 55 grader. Det mindsker varmetabet yderligere. Jo mindre temperaturforskellen mellem fjernvarmefønden og omgivelserne er, jo mindre er varmetabet nemlig også. Endnu en besparelse vil komme, fordi man i fremtiden kan nøjes med mindre rør, når byggeriet kun bruger en fjerdedel af den energi til opvarmning, som bruges i dag. Varmetabet er nemlig mindre fra mindre rør.

Endelig har det været nødvendigt at finde en ny måde at undgå bakterievækst i forbrugernes brugsvand. Især frygter man infektioner med bakterien

legionella, der trives godt i stillestående, lunt vand. Løsningen er at erstatte store vandtanke hos forbrugerne med en såkaldt pladevarmeveksler, som er i stand til hurtigt at varme koldt brugsvand op.

Det ingeniørmæssigt rigtige

Professor Svend Svendsen, DTU Byg, som foreslog konceptet med en fremløbstemperatur på 55 grader, mener, at parterne har udviklet en meget fordelagtig løsning:

”Hvis man ikke skal tage hensyn til prisen, er der mange måder at udfase fossile brændsler, men det ingeniørmæssigt rigtige må være at gøre det billigt. Kunsten ved fjernvarmen er, at det er en løsning, der er økonomisk optimal.”

Det danske fjernvarmesystem blev især indført efter 1970'ernes energikriser. Krumtappen er, at spildvarmen, der opstår, når kraftværkerne producerer strøm, udnyttes til opvarmning. På den måde kan et kraftværk, der eksempelvis er i stand til at omsætte 50 procent af energiindholdet i brændslet til strøm, reelt have en virkningsgrad på 90 procent, fordi varmen også udnyttes.

Cirka halvanden million boliger i Danmark bliver varmet op med fjern-

12 nye rækkehuse i Århus forsynes i de kommende måneder med fjernvarme efter det koncept, som LOGSTOR, Danfoss Redan og DTU Byg har udviklet. I projektet medvirker også Teknologisk Institut, COWI samt Energitjenesten Midt- og Østjylland, der er projektleder.

FOTO: LOGSTOR

”Det er nogle gange mærkeligt at høre, hvordan der bliver talt om nye energiformer, samtidig med at man smider halvdelen af den energi, man allerede producerer, væk!”

Allan Hansen, teknisk chef, LOGSTOR

varme. Det svarer til, at mere end halvdelen af befolkningen får deres varme fra fjernvarme. Dermed er Danmark det land i verden, der får den største del af sin varmforsyning fra fjernvarme, bortset fra Island. Svend Svendsen glæder sig over, at det lave varmetab, der er opnået i projektet, vil gøre det muligt at forsyne en endnu større del af den samlede boligmasse med fjernvarme:

”Fjernvarmen vil nok aldrig nå ud til de mest afsidesliggende, små bebyggelser, fordi det vil være for dyrt i etablering. Men vi vurderer, at det vil være rentabelt at forsyne 70-80 procent af befolkningen med fjernvarme.”

Forudsætningen for den gode økonomi er dog, at man udvider og fornyer nettet gradvist, understreger Svend Svendsen:

”Det vil være oplagt at etablere fjernvarmenet med mindre rør og lav fremløbstemperatur, når man opfører nye bebyggelser, der lever op til de krav om lavt energiforbrug, der stilles i det nye bygningsreglement. Og efterhånden som ældre bebyggelser renoveres, så de også lever op til moderne energikrav, vil det også her være relevant at omstille dem til denne form for fjernvarme.”

Fremtidens huse producerer varme

Når man først har nettet, kan det bruges til meget andet end at udnytte kraftværkernes spildvarme. Man kan

også udnytte varme fra andre kanaler, f.eks. varmen fra affaldsforbrændingsanlæggene og spildvarme fra køleanlæg og serverrum. Desuden kan man vælge at koble forskellige former for vedvarende energikilder ind på systemet. Det kan være store solvarmeanlæg – hvor vi jo er godt med i Danmark – eller geotermisk energi, dvs. energi, der udvindes af varmt vand fra undergrunden.

Her bidrager det danske udviklingsprojekt med endnu en fordel. Det er nemlig ikke kun fremløbstemperaturen, der kan sænkes. Det kan returtemperaturen også. Fremover vil det fjernvarmevand, der kommer retur fra forbrugerne, typisk være 20-30 grader varmt mod cirka 40 grader i dag. Det betyder, at returvandet bliver tilpas koldt til at være et ideelt medie til at opsamle spildvarme og varme fra geotermiske anlæg og lignende.

”Man taler jo også om, at vi i fremtiden vil se såkaldte plus-huse, der producerer mere energi, end de forbruger. Det vil være enkelt at sende overskydende varme fra husene ud i fjernvarmenettet med returvandet,” siger Allan Hansen, LOGSTOR.

Eksportpotentiale

I LOGSTOR forventer man, at de nye resultater vil bidrage til at forstærke interessen for produkterne yderligere, også i udlandet:

”Der er et enormt eksportpotentiale, men vi må også konstatere, at der er meget politik i det. I Danmark har vi besluttet, at bestemte områder skal have fjernvarme. Det giver god økonomi både for forbrugeren og varmeværket. Hvis man vil etablere et distributionsnet i udlandet, sker det med risiko for, at der bagefter vil være for få forbrugere, der ønsker at tilslutte sig. Det giver jo en helt anden situation,” siger Allan Hansen.

Alligevel er man begyndt at interessere sig mere for fjernvarme i udlandet, understreger han:

”Fjernvarme må da komme højt op på agendaen i udlandet også. Det er nogle gange mærkeligt at høre, hvordan der bliver talt om nye energiformer, samtidig med at man smider halvdelen af den energi, man allerede producerer, væk!” <



LOGSTOR

LOGSTOR, som tidligere hed Løgstør Rør, er verdens førende producent af præ-isolerede fjernvarmerør. Virksomheden har ca. 1.300 ansatte og omsatte for 2,4 milliarder kr. i 2008.

BÆREDYGTIGHED PÅ FORMEL

At udvikle mere miljø- og klimavenlige produkter og teknologier kræver, at man har indsigt i alle faserne af produktets liv. På DTU Management udvikles metoder, som gør det muligt direkte at sammenligne produkter, materialer, teknologier og systemer.

THOMAS HJORT JENSEN >

Forbrugere og miljøorganisationer har større og større fokus på, i hvor høj grad produkter udleder CO₂. En gruppe forskere på DTU Management er glade for denne udvikling. Den er nemlig et godt skridt på vejen mod produkter, der ikke bare isoleret set – f.eks. hjemme hos forbrugeren – udleder mindre CO₂, men som også i bredere forstand reelt er mere miljøvenlige. Det betyder også, at virksomhederne får øjnene op for, at der findes konkrete og certificerede metoder til at undersøge klimapåvirkningerne og andre alvorlige miljøpåvirkninger af deres produkter. Forskerne understreger, at det er helt afgørende for at kunne kalde sit produkt for mere bæredygtigt, at man kigger på alle produktets livsfaser, fra udvinding af råstoffer over produktion og brug til bortskaffelse og eventuelt genanvendelse.

En teknisk og naturvidenskabelig opgave

Arbejdet ledes af professor Michael Hauschild, som sammen med sine kolleger udvikler kvantitative metoder og værktøjer til miljøvurdering i livscyklusperspektiv (også kaldet LCA, *life-cycle assessment*). Værktøjerne anskueliggør – i tørre og sammenlignelige tal – på hvilke stadier i et givent produkts liv det yder hvilke miljøbelastninger. Og hvis man arbejder på forskellige modeller for ændringer og forbedringer af produktet, kan analyserne vise, hvordan miljøbelastningerne ændres, når man ændrer på de forskellige parametre.

Undgå at flytte problemerne rundt

Metoden er særligt stærk til at opdage – og dermed undgå – suboptimeringer, hvor man forbedrer produktets

miljømæssige egenskaber et isoleret sted i produktets livscyklus, f.eks. gør det mere energieffektivt i brugsfasen, uden at være opmærksom på, at sådan en forandring kan betyde, at produktet i andre faser får nye og måske mere alvorlige miljøbelastninger. Suboptimering kan forekomme, ved at man udskifter en komponent med en anden, som isoleret set har mindre miljøbelastning, f.eks. ved kun at bruge en brøkdæl så meget energi i driften, men som til gengæld er meget giftig, energikrævende eller på anden vis belaster miljøet meget mere i fremstillingsfasen, eller når produktet engang ender som affald og skal bortskaffes. Eksempelvis udleder man ikke nødvendigvis mere CO₂ ved at presse appelsinjuice med en elektrisk citruspresser, end hvis man presser appelsinerne med håndkraft. Den elektriske citruspres-

>>



INTERNATIONAL KONSENSUS

Resultaterne af DTU's forskning inden for kvantitativ bæredygtighedsvurdering spiller en betydelig rolle, når internationale organer som United Nations Environment Programme (UNEP) eller The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) skal beslutte, hvilke metoder der skal benyttes til vurdering af miljøbelastninger. En af de store, aktuelle udfordringer er hele kemikalieområdet, hvor forskellige metoder til miljøvurdering af produkter har vist sig at give vidt forskellige resultater. For at komme nærmere en international enighed om, hvordan man vurderer kemikaliers påvirkning af miljø og mennesker, har UNEP etableret en international forskergruppe ledet af DTU. Denne forskergruppe fik til opgave at udvikle et videnskabeligt og teknisk rationale til kemikalievurdering i livscyklusperspektiv. Gruppen gik videre og udviklede på grundlag af sine erfaringer en ny videnskabelig konsensusmetode, USEtox™, som nu internationalt anerkendes som state of the art til miljøvurdering af kemikalier i et livscyklusperspektiv.

FOTO: SØREN KRISTENSEN

Chief Technology Officer hos Siemens Industry Solutions Dieter Wegener er efterhånden en hyppig gæst på DTU, hvor han bl.a. bidrager med konkrete produkt-cases til undervisningen på DTU Managements kurser i *life-cycle assessment*.

”Vi beskæftiger os med relative forbedringer af f.eks. miljøbæredygtigheden for et bestemt produkt eller en produkttype. Vi er ikke uenige om retningen, men vi ved ikke, hvor lang distancen er.”

Michael Hauschild, DTU Management

>> ser er nemlig langt mere effektiv og får derfor mere saft ud af den enkelte frugt. Så trods elforbruget kan den i sidste ende vise sig at være mere miljøvenlig, da der skal transporteres færre appelsiner fra producenten til forbrugeren.

Michael Hauschild forklarer: ”Tankgangen er, at man ved at skabe overblik over produktets livscyklus får et klart billede af, hvor det reelt er, skoen trykker, altså hvor i produktets liv det belaster miljøet mest. Styrken ved livscyklusvurderingen er, at den dermed hjælper med til at afgøre, hvilken miljøbelastning det er vigtigst at fokusere på. Om et bestemt produkt bliver leveret i en plastikasse eller en kasse lavet af genbrugspap betyder intet i den store sammenhæng, hvis det er strømforbruget i brugsfasen, der skaber 95 procent af produktets samlede miljøbelastning. Hvis det virkelig skal batte, er det dér, man skal sætte ind.”

Michael Hauschild lægger ikke skjul på, at der ikke på nuværende tidspunkt findes nogen konsensus for,

hvornår noget er bæredygtigt i absolut forstand. Det giver dog ikke anledning til større bekymring: ”Det, vi beskæftiger os med, er relative forbedringer af f.eks. miljøbæredygtigheden for et bestemt produkt eller en produkttype. Vi er ikke uenige om retningen, men vi ved ikke, hvor lang distancen er.”

Kig på hele miljøpaletten

Et andet, meget centralt tema, som bliver tydeligt gennem arbejdet med bæredygtighedsvurderingerne er, at man, når man udvikler nye klimateknologier, nemt kan komme til at fokusere meget ensporet på CO₂-udledningen og dermed løbe en risiko for, at man smider miljøhensynet ud med badevandet. Selv hvis man opnår en reel reduktion i CO₂-udledningen, kan den nemlig være sket på bekostning af andre, meget alvorlige miljøskader. ”Det er vigtigt at kigge på hele paletten af miljøeffekter, når man arbejder med udviklingen af klimateknologi. Der kan være andre konsekvenser, f.eks. i form af kemikalieudledninger eller af-



FOTO: SIEMENS

SIEMENS

Siemens er en af de virksomheder, som har et tæt samarbejde med DTU om livscyklusvurderinger på miljøområdet for nogle af firmaets produkter, bl.a. i forbindelse med stålproduktion. Chief Technology Officer hos Siemens Industry Solutions, Dieter Wegener, siger: ”Sammen med DTU har vi udviklet en såkaldt EcoCare Matrix. Den bruger vi til at evaluere vores produkter i forhold til både økonomiske og miljømæssige konsekvenser. Vi har defineret et såkaldt Environmental Portfolio af vores produkter, som bidrager til beskyttelse af miljø og klimaet ved bl.a. at reducere vores kunders CO₂-udledninger. Aktuelt står Environmental Portfolio for ca. en fjerdedel af koncernens samlede omsætning.”

fald, som kan have nogle giftvirkninger på økosystemer eller på mennesker, eller der kan være en u hensigtsmæssig arealanvendelse ved produktion af råstofferne, som man glemmer at tage højde for, hvis man udelukkende arbejder på at nedsætte CO₂-udledningen,” siger Michael Hauschild.

Interessen for DTU's udvikling af kvantitative metoder til miljøvurdering er stærkt stigende. For eksempel ønsker store virksomheder som Siemens og Novozymes at undersøge deres produkter for at finde ud af, præcis hvor i produktets livscyklus forbedringer vil have den største effekt. Resultaterne og den efterfølgende produktudvikling vil give virksomhederne en unik mulighed for at markedsføre deres produkter som reelt mere bæredygtige.

Vand er den næste udfordring

En af de ting, som Michael Hauschild ser i horisonten, er problematikken omkring vand. Ligesom mange lige nu fokuserer kraftigt på CO₂-udledning, vil belastningen af vandressourcerne i fremtiden blive en central faktor, når man skal miljøvurdere produkter og teknologier. I store dele af verden er vandbelastningen allerede et stort problem, bl.a. i områder, hvor ørkenen breder sig. Novozymes, som har samarbejdet med DTU på miljøområdet i mange år, fokuserer i stigende grad på vand i deres bæredygtighedsanalyser.

Social bæredygtighed

Et andet felt i stærk udvikling inden for området er såkaldt social livscyklusvurdering, som er en slags samfundsvidenskabelig overbygning på den naturvidenskabelige metode.

Forskningen følger samme overordnede principper, som er udviklet for miljøvurdering i livscyklusperspektiv. Der arbejdes med udvikling af metoder, der analyserer den påvirkning, et produkt, en service eller, måske hyppigst, en produktionsændring kan have på det samfund, som produktionen, afsætningen og forbruget foregår i, for på denne måde at understøtte en livscyklusbaseret vurdering af den sociale bæredygtighed af ændringer i produkter og teknologier.

Flere dimensioner inden for bæredygtighed

Nogle gange finder en virksomhed ud af, at det egentlig ikke har den store betydning for miljøbelastningen, hvordan man selv vælger at tilrettelægge produktionen. Det spiller en langt større rolle, hvad underleverandørerne gør, og hvis en stor virksomhed pludselig beslutter helt at holde op med at benytte en underleverandørs komponenter, fordi man har fundet et mere miljøvenligt alternativ, kan det få konsekvenser for medarbejderne hos underleverandøren, som måske må afskediges, og det har så igen dybere samfundsøkonomiske konsekvenser. Bæredygtighed omfatter såvel en miljødimension som en social og en økonomisk dimension. I en samlet vurdering af bæredygtigheden er det derfor ikke nødvendigvis den løsning, der giver den bedste miljøperformance, som også er den mest bæredygtige. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Læs mere om kvantitativ bæredygtighedsvurdering på www.qsa.man.dtu.dk

NOVOZYMES

Hos Novozymes bruger man bl.a. livscyklusvurderingerne til at sammenligne virksomhedens enzymbaserede løsninger med dem, de erstatter. For begge løsninger vurderes den miljømæssige belastning i produktionsfasen, effekten i brugsfasen og eventuelle miljømæssige udfordringer i bortskaffelsesfasen for at vise, om der er en reel miljømæssig fordel ved at benytte den enzymbaserede model frem for f.eks. en løsning, der er baseret på brug af kemikalier.

Claus Stig Pedersen, Head of Sustainability Development hos Novozymes, siger:

”Det var med glæde, at vi for et lille års tid siden hørte, at DTU havde besluttet at satse mere intensivt på kvantitative metoder og værktøjer til vurdering af bæredygtighed. Denne satsning falder helt i tråd med Novozymes' ønsker og behov, da vi i høj grad sælger netop bæredygtighed. Det er vigtigt, at Novozymes' enzymbaserede løsninger er klimavenlige, men lige så vigtigt er det, at man ikke skaber andre, lige så kritiske påvirkninger.

Vi mener, at satsningen på klimaet er rigtig, men man skal huske hele spektret af påvirkninger, når man vurderer resultaterne. Derfor er de kvantitative metoder et must.”





KEND DIN KLIMAADFÆRD

Hvilken forskel gør det egentlig, om jeg tager toget på arbejde, eller om jeg sætter sparepærer i alle mine lamper? Svarene kan du finde på en ny klimaportal, som DTU Transport har leveret data til.

MARIE VENDELBO FRIDORF >

De globale klimaforandringer er nogle af vor tids største udfordringer, og man kan ikke længere åbne en avis eller tænde for fjernsynet uden at støde på ordet CO₂.

I takt med at datoen for klimatopmødet i København nærmer sig, har du måske stillet dig selv spørgsmålene: Hvad nytter det egentlig, at jeg sætter sparepærer i lamperne, slukker gulvvarmen i badeværelset og tager bussen frem for bilen til arbejde?

Svarene kan du nu finde på klimaportalen www.MapMyClimate.dk. Portalen, der er udarbejdet af det godkendte teknologiske serviceinstitut DHI i samarbejde med blandt andet DTU Transport og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) ved Aarhus Universitet, er en interaktiv portal, hvor du kan få et billede af, hvad din personlige CO₂-udledning betyder for klimaet:

”Mange er bevidste om miljø og klimaforandringer, men mangler må-

ske forståelse for og viden om, hvilken sammenhæng der er mellem egen personlig adfærd og eksempelvis ørkenagtig tørke i Sydspanien eller havvandsstigninger. På MapMyClimate har vi kombineret en masse viden fra forskellige institutioner, heriblandt DMU og DTU Transport, og pakket den sammen i en klimaportal, hvor man kan se, hvor meget varmere klimaet bliver, hvis vi bliver ved med at udlede så meget CO₂, som

vi gør nu,” fortæller Anders Erichsen, der er senioringeniør hos DHI og ankermand på MapMyClimate.

Hvor tit flyver du oversøisk?

På MapMyClimate skal du fodre portalen med en række oplysninger om din adfærd. Du kan eksempelvis fortælle, hvad dit varmekonsum er, hvor mange kilometer du kører om dagen i din bil, hvad du bruger i el om året og hvor mange gange om året, du flyver. Din klimaadfærd bliver med andre ord kortlagt, og når punkterne er udfyldt, kan du aflæse på et barometer, om du er en af dem, der burde justere sin CO₂-udledning, eller om du er helt CO₂-neutral.

”Portalen vil sandsynligvis være en øjenåbner for mange, fordi man vil erfare, at det ikke gør den store forskel, om man bruger sparepærer eller tager en pose mindre med fra supermarkedet, hver gang man handler, hvis man samtidig shopper julegaver i New York og holder sommerferie i Thailand. For hver gang man flyver oversøisk, udleder man omkring 1,7 tons CO₂, og det er altså noget, der kan mærkes i det samlede CO₂-regnestykke,” fortæller Anders Erichsen.

Bilkøer er dårlige for klimaet

Privatbilen er også blandt de største bidragsydere til verdens CO₂-udledning. Hvis alle kørte i elbiler eller benyttede sig af den offentlige transport, ville verden unægtelig blive grønnere, hvis vel at mærke energien stammer fra en bæredygtig kilde. DTU Transport bidrager med trafikdata til klimaportalen, så du kan skabe forskellige scenarier for fremtidens trafik. Du kan eksempelvis ændre på antallet af biler, du ønsker på vejene, og efterfølgende se, hvad det be-

tyder for myldretidstrafikken og for CO₂-udledningen:

”I myldretidstrafikken er CO₂-udledningen særligt høj, både fordi der er mange biler på vejene, og fordi bilerne ikke kører med en fast hastighed, når der er meget kø. Når en bil kører efter *stop and go*-princippet, er forbrændingen af benzin rigtig dårlig, og bilen udleder derfor mere CO₂. Det, man kan konkludere ud fra scenarierne, er altså, at man skal køre uden for myldretiden, hvis man som bilist vil være med til at nedbringe CO₂-udslippet,” fortæller projektleder Anders Nørrelund fra DTU Transport.

Temperaturen stiger fortsat

I 2005 fastsatte EU et mål om, at den årlige globale gennemsnitstemperatur ikke måtte stige mere end to grader i forhold til for godt 100 år siden, hvor vi for alvor begyndte at afbrænde fossile brændstoffer. Siden da er temperaturen steget med godt 0,8 grader, så hvis vi skal nå at bremse udviklingen, skal alle reducere deres CO₂-udledning med mindst 70 procent. Set i det perspektiv er det ikke nok at opdrage folk til at købe elsparepærer og flyve mindre oversøisk, mener initiativtageren bag klimaportalen:

”Jeg har siddet og leget lidt med min profil på MapMyClimate, og for mig at se er det ikke engang nok, at jeg får adgang til CO₂-neutral energi til opvarmning af mit hus og kører i elbil, hvis jeg skal nå EU’s mål. Der skal meget mere til,” fortæller Anders Erichsen. <

Klimaportalen www.MapMyClimate.dk er finansieret af Forsknings- og Innovationsstyrelsen og de deltagende partnere, som er DHI, DMU, DTU, BlomInfo, Minard Design, Morten Kvist, Mandag Morgen, Københavns Kommune, Microsoft Danmark og Dansk Energi.



SF’s miljøordfører Ida Auken har som en af de første smugkikket på den nye klimaportal.

Hun mener, at portalen er et vigtigt formidlingsværktøj:

”Det er genialt, at man kan se, hvad ens livsstil og ens handlinger har af betydning for det store billede. Klimaportalen er et *wake-up call*, for det er meget tydeligt at se, at det jo ikke nytter at udstyre en hel nation med elsparepærer. Der skal gøres noget drastisk, hvis vi skal få klimaet på ret kurs igen,” siger Ida Auken.



FOTO: HENRIK SØRENSEN, WWW.DFT.DK

Også den konservative miljø- og klimaordfører Per Ørum Jørgensen har testet klimaportalen:

”Jeg synes, MapMyClimate-portalen er et utrolig vigtigt redskab. Vi skal gøre noget ved klimaforandringerne. Derfor er det altafgørende at få formidlet til danskerne, hvad de reelt kan gøre for at nedbringe deres CO₂-udslip. Portalen er virkelig en øjenåbner!”



VERDEN I NYT LYS

STORE BESPARELSER

Danmarks samlede elforbrug til belysning hos virksomheder, boliger og offentlige organisationer er ca. 4,5 terawatt-timer årligt. Heraf udgør forbruget til glødepærer og halogenbelysning 2,8 terawatt-timer. Hvis al gløde- og halogenbelysning blev skiftet ud med LED, ville dette forbrug blive nedsat til 800 millioner kilowatt-timer, altså en besparelse på 2 terawatt-timer eller godt 70 procent.

KILDE: CHEFKONSULENT RICHARD SCHALBURG, DANSK ENERGI

Forskellige teknologier kæmper om at blive fremtidens dominerende lyskilder. DTU Fotonik viser vejen.

TINE KORTENBACH >

Edisons glødepære er ved at blive udfaset, og nu er det store spørgsmål: Hvilken teknologi kommer til at tage arven op? Glødepæren har i mere end 100 år udsendt et smukt lys med en god farvegengivelse, men den må nu se sig overhalet af alternativer med langt større energi-effektivitet.

Forskningsleder Paul Michael Petersen og hans gruppe på DTU Fotonik har i mange år arbejdet med at udvikle en afløser til glødepæren.

”Sparepæren er et overgangsfænomén,” konstaterer Paul Michael Petersen og uddyber: ”Den er naturligvis meget energi-effektiv, men den har også to negative egenskaber: Den har ikke en optimal farvegengivelse, og den er problematisk for miljøet, når den udtjente sparepære skal kasseres.”

Paul Michael Petersen er overbevist om, at LED er en stærk kandidat i kampen om at blive fremtidens dominerende lysteknologi. Det er nemlig lykkedes at udvikle en LED, som udover at have høj energi-effektivitet også har en god farvegengivelse.

Lys på kronjuvelerne

Beviset findes på Rosenborg Slot. Efter forsøg, der har varet i flere år, overvejer ledelsen af skatkammeret nu, om samtlige 29 montrere med de nationale klenodier – inklusive selve kronjuvelerne – kan udstyres med LED-lys, udviklet på DTU i samarbejde med firmaet Lumodan i et projekt støttet af Dansk Energi.

Hidtil er kostbarhederne blevet be-lyst af glødepærer, da de giver ædelmetaller en meget smuk glød og en varm – det vil sige rødlig – fremtoning. Problemet er bare, at glødepærene også afgiver en del varme, så temperaturen i montrerne kunne stige op til 12 grader i løbet af en dag. Dette giver problemer med at styre fugtigheden. Desuden falmer stoffer og andre materialer, når de udsættes for varmemstråling (infrarødt lys) og ultraviolet lys, som også afgives af glødepærer.

Seniorforsker Carsten Dam-Hansen fra DTU Fotonik fortæller, at opgaven var at udvikle en LED-lyskilde med samme farvetemperatur og lige så god farvegengivelse som glødepæren.

Med de gamle glødepærer blev der netto brugt omkring 150 watt til at belyse en montre. Nu kan de erstattes af LED-lyskilder, der netto kun bruger omkring 30 watt. Ud over at der skal bruges langt mindre strøm til at oplyse montrerne, har LED den store fordel, at den afgiver langt mindre varme og ingen uv-stråler.

Direktør i Lumodan Brian Markusen bekræfter, at firmaet på basis af erfaringerne fra Rosenborg er i færd

med at udvikle en prototype, som skal sælges under navnet PinolLED.

”Jeg kontaktede DTU-forskerne med ideen for fire år siden. De forstod lige med det samme, hvad der skulle til for at udvikle teknologien. Det er gået rigtig godt, og jeg har været meget glad for samarbejdet,” fortæller han og tilføjer: ”Museerne har et kæmpeproblem nu, hvor glødepæren er ved at blive udfaset. Det er også kun et spørgsmål om tid, før halogenpæren bliver udfaset. Den giver et godt lys, men den bliver ekstremt varm, og den udsender både ultraviolet og infrarødt lys. Så arkitekterne sidder også og græder – de har endnu ikke set vores lys!”

Buldrer afsted

”Lige nu buldrer det derudad. De store virksomheder har fået øje på, at de kan nedsætte deres CO₂-udledning betydeligt ved at skifte til LED, og denne erkendelse breder sig som en løbeild,” fortsætter Brian Markussen. ”Hilton i København har netop udskiftet alle hotellets 35-watt-halogenpærer i gangene med 5-watt-LED. Det drejer sig om 750 pærer, der lyser 24 timer i døgnet.”

>>

HVAD ER LED?

En lysdiode (*light-emitting diode*, forkortet LED) er en lille elektrisk halvlederchip, der udsender lys, når der sendes strøm igennem den. Den fås i rød, grøn, blå og en række andre farver, inklusive hvid. I virkeligheden findes der ikke hvide lysdioder, da de små chip ikke er i stand til at udsende hvidt lys. Alle hvide LED-lyskilder er fremstillet ved hjælp af to principielt forskellige metoder. Den ene metode er at blande lysdioder med de tre farver rød, grøn og blå eller flere forskellige farver. Da de små dioder placeres i et lille hus, der blander lyset, vil det menneskelige øje opfatte resultatet som hvidt lys. Den anden metode anvender en blå diode, hvor lyset bliver omdannet til hvidt lys ved hjælp af en fosforescerende belægning.

Albertslund Kommunes nye LED-baserede udendørsbelysning forventes at erstatte de eksisterende Albertslund-lamper.

>> McDonald's er en anden af de virksomheder, der har fået øje på LED-teknologien. Beregninger fra Lumodan viser, at McDonald's i Sønderborg alene ved at udskifte restaurantens 133 halogenspots med LED årligt sparer miljøet for 12 tons CO₂. Dertil kommer en økonomisk gevinst på 40.000 kr. om året.

”Virksomhederne skal virkelig kunne se en besparelse, før de vil skifte en halogenspot til 25-30 kr. ud med en LED-løsning, der koster 300 kr. i anskaffelse. Og her er antallet af brændetimer afgørende,” forklarer Brian Markussen. Han vurderer, at det kun er et spørgsmål om ganske få år, før LED også vil være interessant for private husholdninger, hvor lyset over spisebordet som regel ikke er tændt i så mange timer hver dag. ”Om et par år er markedet fyldt med LED af god kvalitet til en rimelig penge.”

Albertslund sparer 50 procent

Også det offentlige er ved at få øjnene op for LED's kvaliteter. DTU Fotonik har i samarbejde med Albertslund

Kommune, DONG Energy, Mads Odgård Design, arkitektfirmaet Ark-Unica og Philips Lighting A/S udviklet et udendørs armatur, som er miljø- og energirigtigt, og som i øvrigt blev belønnet med Elforskrisen 2009.

Arkitekt Einar Seerup, Ark-Unica, fortæller om projektet: ”Det lykkedes os i løbet af kun halvandet år at få ideen, udvikle den og sætte den i produktion. Albertslund Kommune har bestilt 50 stk. til levering her i efteråret.”

Projektets formål var at udvikle en ny, energieffektiv parklampe, A-lampen, som skulle erstatte Albertslund-lampen, som i sin tid var banebrydende for design af udendørsbelysningen, men som efterhånden er blevet forældet, både teknisk og arkitektonisk. De nye lamper nedsætter netto energiforbruget med 50 procent i forhold til de nuværende parklamper med sparepærer. Lampen medvirker til en reduktion af CO₂-udledningen, og den indfri-

Designeren Mads Odgård har tegnet det nye LED-baserede armatur til A-lampen.

ILLUSTRATIONER: MADSD OGDÅRD

STATUS FOR LED

For at sammenligne lyskilders effektivitet anvendes to parametre, nemlig hvor meget lys, lyskilden udsender (udtrykt i lumen) og den forbrugte energi (udtrykt i watt). Effektiviteten angives i lumen/watt. De mest effektive hvide lysdioder på markedet har en effektivitet på 80-100 lumen/watt, og i laboratorier har man hvide lysdioder med en effektivitet på omkring 150 lumen/watt.

De kraftigste LED-lyskilder på markedet kan give op til 1000 lumen for en 18-watt-enhed. De har flere lysdioder indbygget og er på størrelse med en tokrone. Til sammenligning giver en almindelig 60-watt-glødepære 720 lumen og et 36-watt-lystofrør omkring 3350 lumen.

er ønsket om at forene det æstetiske og det lystekniske med en fordelagtig totaløkonomi og miljøhensyn. Foruden besparelser på elregningen betyder LED-parklampen også lavere vedligeholdelsesudgifter – dels fordi den er hærværkssikret, dels fordi LED har en meget lang levetid.

LED rummer flere muligheder

Men udviklingen standser ikke her. LED-teknologien har nemlig vist sig at indeholde et væld af muligheder i takt med, at forskerne finder ud af, hvordan LED's egenskaber kan udnyttes til en hel række nye funktionaliteter, hvor kun fantasien sætter grænser.

”Vi vil gerne vise, at LED er langt mere end blot en erstatning for glødepæren,” fortæller forskningsleder Paul Michael Petersen fra DTU Fotonik med en intens stemme, der indikerer, at han nu bevæger sig ind på et emne, der virkelig har store perspektiver.

”Med LED kan vi ændre farvetemperaturen i belysningen og dermed ændre stemningen i rummet. Vi kan f.eks. styre belysningen, så den følger dagsrytmen. Lyset om morgenen er

gyldent, i dagens løb er det mere hvidligt, tenderende til det blå, og om aftenen er lyset mere rødt, ligesom vi kender det fra solnedgange. Vi kan nu lave en lyskilde, der kommer hele dagen igennem. Den er med andre ord med til at understøtte din døgnrytme.”

Lys og velvære

”Vi ved, at lyset er meget vigtigt for at vores krop kan fungere optimalt,” fortæller Paul Michael Petersen. ”Vi ved også, at man tænker bedre og ser mere klart i dagslys, da vores øjne fra natrens side er udviklet til dagslys. Vi ved også, at lyset er vigtigt for vores indlæringssevne og koncentration. De fleste har vist oplevet, hvor ukoncentreret man bliver, hvis man skal sidde og arbejde ved et skrivebord med en kedelig og sløv belysning. I det hele taget er lyset utrolig vigtigt for vores søvn, immunforsvar og indlæringssevne. Forestil dig, at når du vågner om morgenen, så er lyset som fra en solopgang, i løbet af dagen er lyset som det, du oplever udenfor, og når du om aftenen skal gå til ro, så er lyset ligesom en solnedgang,” slutter Paul Michael Petersen. <

FORDELE VED LED

- De lyser fremad
- De har lang levetid
- De giver øjeblikkelig fuld styrke
- De er fuldt dæmpbare uden farveændring
- Der er ingen infrarød og ultraviolet stråling
- De har væsentligt højere effektivitet end glødepærer og halogenpærer
- De kan give elbesparelser
- De er mekanisk robuste
- De er små
- De tåler kulde
- De kan give meget mættede farver
- De indeholder ikke kviksølv

KILDE: LYSODDER TIL BELYSNING 2008, ELSPAREFONDEN

FARVEGENGIVELSE

Vores opfattelse af farve hænger sammen med det farvespektrum, som lyskilden udsender. Udsendes intet lys i en del af farvespektret, kan lyskilden ikke gengive de pågældende farver. Farvegengivelsen måles i enheden Ra, som måles på en skala der går op til 100. Dagslys har den bedste farvegengivelse på 100, gløde- og halogenpærer har en farvegengivelse på 99-100, sparepærer og almindelige lysstofrør har en farvegengivelse på 70-85.

De bedste kommercielle LED-systemer har en farvegengivelse på omkring 95 Ra. LED-lyset til Rosenborg kan komme op på 97, men det er faktisk nedsat til 93 for at få flottere blå farver, som ikke opnås med glødepærebelysningen.

FARVETEMPERATUR

Farvetemperatur er et begreb, hvormed man tildeler hvidt lys en temperatur i kelvin-skalaen. Den korrelerede farvetemperatur, der tildeles en given hvid farvetone, er den temperatur, et sort legeme skal opvarmes til for at afgive lys med denne farvetone eller tættest derpå. Paradoksalt nok har de rødlige farvetoner de laveste temperaturer, mens de kolde, blålige farvetoner har de højeste temperaturer.

Et stearinlys udsender lys med en farvetemperatur på 1.500 kelvin. En glødepære udsender varmt (gyldent, rødt) lys med en farvetemperatur omkring 2.700 kelvin. Halogenpæren er lidt koldere med farvetemperatur omkring 3.200 kelvin. Gennemsnitligt sollys er ca. 5.500 kelvin. På en vinterdag med blå himmel har dagslyset en farvetemperatur på op omkring 10.000 kelvin.

COMPUTERVIND

Hvis vindenergien skal blive en god forretning både for elselskaberne og for klodens klima, skal vi kunne forudsige, hvornår møllevingerne snurrer. Et system udviklet på DTU Informatik giver svaret.

MARIE VENDELBO FRIDORF >

For 16 år siden fik Henrik Madsen en usædvanlig telefonopringning. I den anden ende af røret var en af Danmarks tunge virksomheder, Elsam, som DONG Energy hed tilbage i 1993. Henrik Madsen var lektor ved DTU, og det var bestemt ikke hverdagskost at blive ringet op af en erhvervsvirksomhed dengang, så han spidsede ører. Opgaven lød helt enkelt: Vi har brug for at forudsige, hvor meget energi vindmøllerne vil producere de kommende timer, uger og måneder. Hvordan kan vi det?

”Jeg tænkte, at det var en utrolig spændende udfordring, fordi det er svært at forudsige vindenergiproduktionen helt præcist. Jeg måtte grave dybt i min matematiske værktøjskasse og begyndte at lege med de matematiske formler, der var til rådighed. Der gik nogen tid, før vi havde de første resultater, og efter cirka tre år

tænkte jeg: Dette er banebrydende,” fortæller Henrik Madsen, der i dag er professor ved DTU Informatik.

Elsam ønskede praktisk talt at kunne se ind i fremtiden. Baggrunden var, at virksomheden havde erfaret, at den ofte producerede mere strøm, end forbrugerne kunne nå at bruge. Det var et problem, fordi man ikke kunne – og stadig ikke kan – lagre elektricitet i store mængder. Derfor gik en del af strømmen til spilde.

”Det var hverken optimalt for klimaet eller økonomien, men vi havde desværre ikke redskabet til at producere anderledes. Det har vi i dag,” fortæller driftsingeniør hos DONG Energy John Tøfting.

Dengang Henrik Madsen blev sat på opgaven, var vindmøller stadig noget, som de fleste trak en smule overbærende på skuldrene af. Danmark har i dag verdensrekord i at udnytte

vindenergi. Cirka 23 procent af vores elproduktion kommer i dag fra vindmøller. Hvis vi skal forstå, hvorfor vi i dag kan bryste os af verdensrekorden, skal vi tilbage til Henrik Madsen.

En statistisk krystalkugle

Henrik Madsens kontor vidner i dag om, at han har været på en lang rejse ind i vindkraftens verden. På gulvet står der meterhøje plancher med matematiske modelleringer, og i bogreolen kan man finde adskillige af professorens værker, som i dag danner grundlag for, at man kan forudsige, hvordan vinden vil blæse. Man skal dog holde tungen lige i munden, hvis man vil gøre sig begreb om, hvad det er, Henrik Madsen og hans kolleger har konstrueret.

Systemet hedder Wind Power Prediction Tool (WPPT), og det kan via statistiske udregninger give en ret

FOR MILLIONER

præcis forudsigtelse af, hvordan elproduktionen fra vindmøller bliver de næste 48 timer. Det kan det, fordi systemet analyserer meteorologiske forudsigelser eksempelvis fra Danmarks Meteorologiske Institut. Derudover arbejder WPPT med elproduktionsmålinger, vindmålinger ude fra vindmøllerne, og endelig går systemet tilbage i hukommelsen og analyserer historiske observationer.

”Det betyder, at et elselskab i princippet kan vælge at slukke for et kul-kraftværk, hvis prognosen melder om god vindproduktion. Omvendt kan elselskaberne sætte fuld kraft på kraftværkerne de dage, hvor vores system forudsiger, at det bliver vindstille. På grund af WPPT laver elselskaberne altså ikke nogen overproduktion, som de ikke kan komme af med. Det betyder ganske enkelt flere penge i kassen. Mange penge!” fortæller professor Henrik Madsen.

DONG sparer millioner

Hos DONG Energy i Københavns Sydhavn står i dag resultatet af 16 års anstrengelser og brummer. Serveren, som arbejder med Henrik Madsens

opfindelse, leverer blandt andet prognoser til driftplanlægger Henrik Damgaard:

”Hver dag klokken 12.00 indberetter samtlige elproducenter til den nordiske elbørs, Nord Pool, hvor meget energi de forventer at kunne sælge den følgende dag. Det er vigtigt, at vores indberetning er præcis, for der er omkostninger forbundet med både at sælge for meget og for lidt el i forhold til det, vi egentlig producerer,” fortæller Henrik Damgaard fra DONG Energy.

”Så længe vi ikke kan lagre elektrisk energi, handler det altså om at kunne forudsige elproduktionen meget nøje for at få flest penge for den el, vi producerer. Set i det perspektiv sparer DONG Energy mange millioner om året, fordi vi har WPPT.”

De kan også se fidusen i Australien Henrik Madsen kigger på uret. Om to minutter skal han videre til sit næste møde. En chefudvikler fra det gigantiske australske elselskab AEMO er taget den lange vej fra down under til DTU i Lyngby for at mødes med ham.

”Vi har for nylig solgt systemet til Australiens svar på Energinet.dk. Sel-

skabet hedder AEMO og er Australiens største transmissionsselskab. Chefudvikleren er kommet for at få råd og vejledning. WPPT er efterhånden solgt til mange europæiske lande, men det er sjovt, at det er rygtedes helt til Australien,” fortæller professor Henrik Madsen med et smil på læben.

Og når mødet med AEMO's chefudvikler er færdigt, skal fokus igen rettes mod himlen. Henrik Madsens næste udfordring er at undersøge, om man også kan forudsige solenergiproduktionen:

”Solenergiproduktionen kan variere meget, det siger sig selv. Blot en sky kommer for solen, daler produktionen, så det bliver en svær, men ikke umulig udfordring at arbejde med,” siger Henrik Madsen med et ansigtsudtryk, der fortæller, at han også er tæt på at have løst den gåde. <

! WPPT

WPPT sælges gennem firmaet ENFOR A/S, der er stiftet af DTU. ENFOR's direktør, Torben Skov Nielsen, har medvirket i udviklingen af systemet.



DANSK ANDEL I EUROPÆISK IS-SATELLIT

De arktiske gletsjere smelter hurtigere, end klimaforskerne tidligere har forudsagt. Nu sendes den europæiske satellit CryoSat op for at finde ud af hvorfor. DTU Space har skabt en stor del af grundlaget for at validere de resultater, satellitten indsamler.

MORTEN ANDERSEN >

Med satellitten CryoSat, der er planlagt til opsendelse i februar 2010, får den europæiske rumfartsorganisation, ESA, for første gang en satellit, der er skræddersyet til at følge ændringerne i jordens isdække. Det vigtigste formål er at løse en helt central gåde i klimaforskningen, nemlig at finde årsagen til, at isen smelter hurtigere end forudsagt.

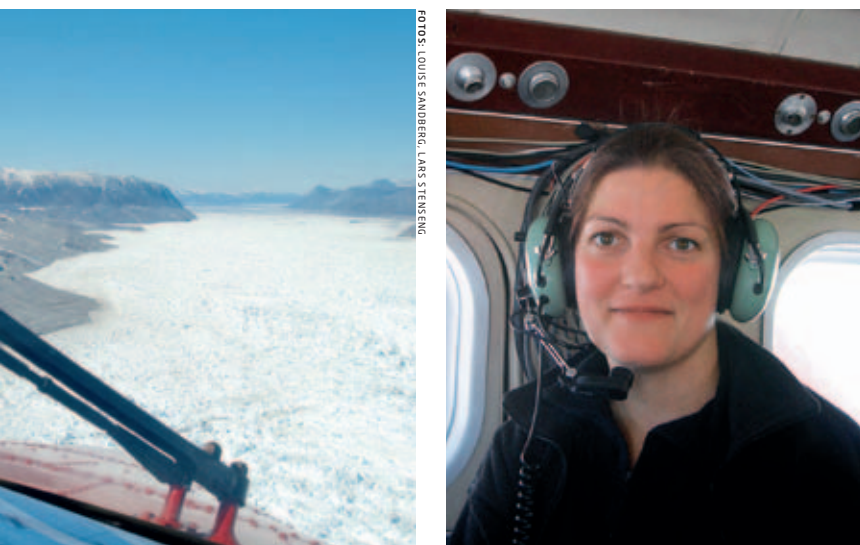
På blot to år har klimaforskerne ændret deres vurdering af, hvor meget vandstanden i havene vil være steget ved udgangen af dette århundrede. I den seneste officielle statusrapport fra FN's klimapanel, IPCC, i 2007 lød

skønnet på, at vandstanden højst ville stige 59 centimeter. Da førende klimaforskere fra hele verden var samlet i København i marts 2009, var forskerne enige om, at stigningen ville være næsten det dobbelte, nemlig godt en meter.

Opjusteringen skyldes især det bidrag, som smeltende is i Arktis og Antarktis giver, forklarer ph.d.-studerende Louise Sandberg, DTU Space: ”I rapporten fra 2007 tog IPCC det forbehold, at isens dynamik var en ukendt faktor i forudsigelserne. Og nu har det så vist sig, at denne faktor spiller en enormt stor rolle. Det er især

>>

FOTOS: SHUTTERSTOCK



FOTOS: LOUISE SANDBERG, LARS STENEN



En tilpasset version af CryoSats højdemåler er blevet afprøvet, ved at den blev anbragt i et af Air Greenlands Twin Otter-fly, som fløj hen over Grønland. Ph.d.-studerende Louise Sandberg på billedet i midten.

- >> dynamikken omkring de arktiske gletsjere, som hidtil har været mangelfuldt forstået, der gør, at man har undervurderet, hvor hurtigt isen ville smelte.”

I fly over Grønland

Ud over at Louise Sandberg og kollegerne på DTU Space står klar til at udnytte CryoSats data, har de bidraget til at forberede missionen gennem en række målekampanjer i forskellige dele af Grønland. Det er afgørende for tolkningen og pålideligheden af CryoSats målinger, at man råder over pålidelige data for isens tykkelse i udvalgte områder. På den måde kan man sikre sig, at satellittens instrumenter måler rigtigt – og eventuelt justere instrumenterne, hvis der er behov for det.

Da CryoSats signal er følsomt over for variationer i sneens og isens egenskaber, er det nødvendigt at forstå og kunne korrigere for de forandringer, der naturligt forekommer, så de langsigtede tendenser kan blive afgjort med den størst mulige præcision. For at kompensere for CryoSats følsomhed har de danske forskere fløjet med en tilpasset version af CryoSats højdemåler om bord på et Twin Otter-fly fra Air Greenland hen over Grønland.

Samtidig har et andet hold på jorden målt, når flyet passerede.

Fordi målingerne fra luften og fra jorden har en meget højere opløsning end målinger fra en satellit, kan ESA bruge resultaterne fra målekampanjerne til at foretage en direkte sammenligning. Denne viden kan udstrækkes til global skala, så man kan forudsige den indflydelse, som sneens og isens egenskaber vil have på CryoSats målinger fra rummet.

Is på havene ændrer sig

CryoSat skal også følge ændringerne i tykkelsen af is på havene. Her kan en af fejlkilderne være, at havis bliver tyndt længere ned i vandet, når den er dækket af sne. Da CryoSat måler den samlede mængde af havis ud fra, hvor meget der stikker op over overfladen, kan den komme til at fejlvurdere tykkelsen. Forskere fra DTU Space har deltaget i internationale målekampanjer i grønlandsk farvand og i Den Botniske Bugt. Her har man opnået nøjagtige målinger af is, der varierede i tykkelse fra 19 centimeter op til 20 meter og i alle tænkelige former for strukturer og med skiftende snedække. Dermed er der et solidt grundlag for at va-

lidere målingerne fra CryoSat, når de begynder at strømme ned fra rummet.

Kombinerer to slags satellitdata

I sit ph.d.-projekt har Louise Sandberg sat sig et ambitiøst mål, nemlig at sammenkæde resultaterne fra forskellige modeller og data fra forskellige undersøgelser foretaget af satellitter og fra fly samt målinger på jorden.

Kernen i ph.d.-projektet er at sammenligne to forskellige typer af målinger fra satellit. Moderne radarteknologi er i stand til fra en satellit at måle højden af overfladen med få centimeters nøjagtighed. Derved kan man følge ændringerne i volumen af den grønlandske indlandsis og andre vigtige sne- og ismasser. Et andet vigtigt element på satellitterne er instrumenter, der kan måle variationer i jordens tyngdekraft. De giver et billede af, i hvilket omfang sne- og ismassernes vægt ændrer sig med tiden.

”Det er ikke overraskende i sig selv, at de to sæt af målinger viser forskellig udvikling, for isens volumen og masse er to forskellige ting. Men man skal helst kunne forklare forskellen – ellers er der processer, som man ikke har forstået. Og det er det, der er tilfældet lige nu,” slutter Louise Sandberg. <

Klimaproblemerne er globale, og at løse dem kræver internationalt samarbejde om forskning og udvikling. DTU har sammen med andre førende tekniske universiteter etableret en forskerskole inden for udvikling af bæredygtig energi.

SAMARBEJDE OM KLIMAFORBEDRINGER

LOUISE SIMONSEN >

Et af midlerne i kampen mod klimaforandringer er at udvikle bæredygtige energiteknologier. Derfor har DTU sammen med sine samarbejdspartnere Technische Universität München og det teknologiske universitet i Eindhoven – netop indviet en ny forskerskole, som fokuserer på bæredygtig energi.

Forskerskolen, European Graduate School on Sustainable Energy Technology, gør det muligt både at arbejde endnu mere målrettet med udviklingen af nye, bæredygtige teknologier gennem forskning og innovation og samtidig uddanne unge forskere inden for feltet. Fokus er lagt netop på bæredygtig energi, fordi alle tre universiteter har stærke kompetencer og er internationalt anerkendte på dette område.

Netop ved at samarbejde internationalt og bringe forskere og studerende fra de forskellige universiteter sammen får man skabt en synergi og kan dele hinandens erfaringer og viden. Professor Ib Chorkendorff, DTU Fysik, der er tilknyttet forskerskolen, siger: ”Skolen er en ramme for at samle folk med komplementære interesser. Vi bringer forskningsgræsrodderne sammen, og det er ofte i sådanne situationer, at der virkelig er resultater at hente. Der er en pointe i at bringe folk med forskellig faglig baggrund sammen, for emnet bæredygtig energi er jo netop ikke ét fag, men består af mange fagdiscipliner.”

Arbejder på molekylniveau

Forskerskolens arbejde skal munde ud i, at der skabes et state of the art-uddannelses- og forskningsmiljø inden for bæredygtig energi. I den første fase er projekterne samlet under temaet ’den molekylære tilgang til bæredygtig energi’, hvor emner som solceller, bio-brændsler og lagring af brint vil være i fokus.

”Med den molekylære tilgang er vi nede på det fundamentale plan, hvor vi designer katalysatorer og elektroder på det atomare niveau, f.eks. på en overflade,” fortsætter Ib Chorkendorff. ”Forskningsresultaterne her er tæt forbundet med arbejdet med at finde nye og bedre katalysatorer, som igen spiller

en væsentlig rolle, når man vil løse problemet med at lagre vedvarende energi, som ofte produceres i vekslende mængder afhængigt af blandt andet vejret. Ofte omdannes den vedvarende energi til strøm, der jo ikke umiddelbart lader sig lagre.”

Mødes to gange årligt

Forskerskolen får tilknyttet fem ph.d.-studerende og to postdocer fra hvert af de tre universiteter. Det giver i alt 21 nye forskere, som vil danne netværk og bruge hinandens erfaringer i forbindelse med, at de mødes mindst to gange årligt. De vil desuden få mulighed for udvekslingsophold på de to andre universiteter. <



FOTO: JAN TIMMERMAN

Den officielle åbning af forskerskolen fandt sted den 2. november på det teknologiske universitet i Eindhoven.



FOTO: HENNING LARSEN ARCHITECTS

NY BYGGETEKNOLOGI SKÅNER MILJØET

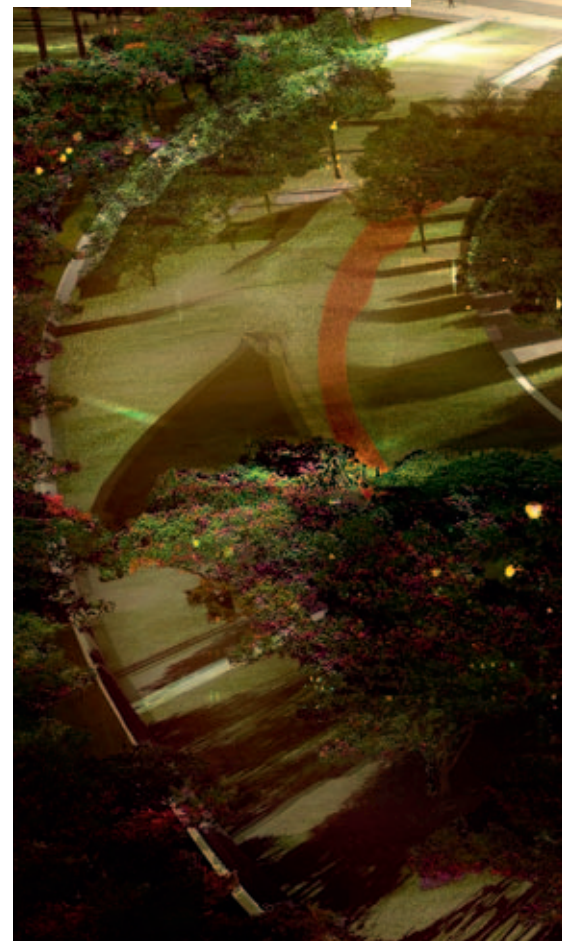
DTU-forsker har udviklet næste generations superlette, miljøvenlige byggekomponenter. Opfindelsen kan revolutionere moderne arkitektur og blive det næste danske eksporteventyr.

CHARLOTTE WELIN >

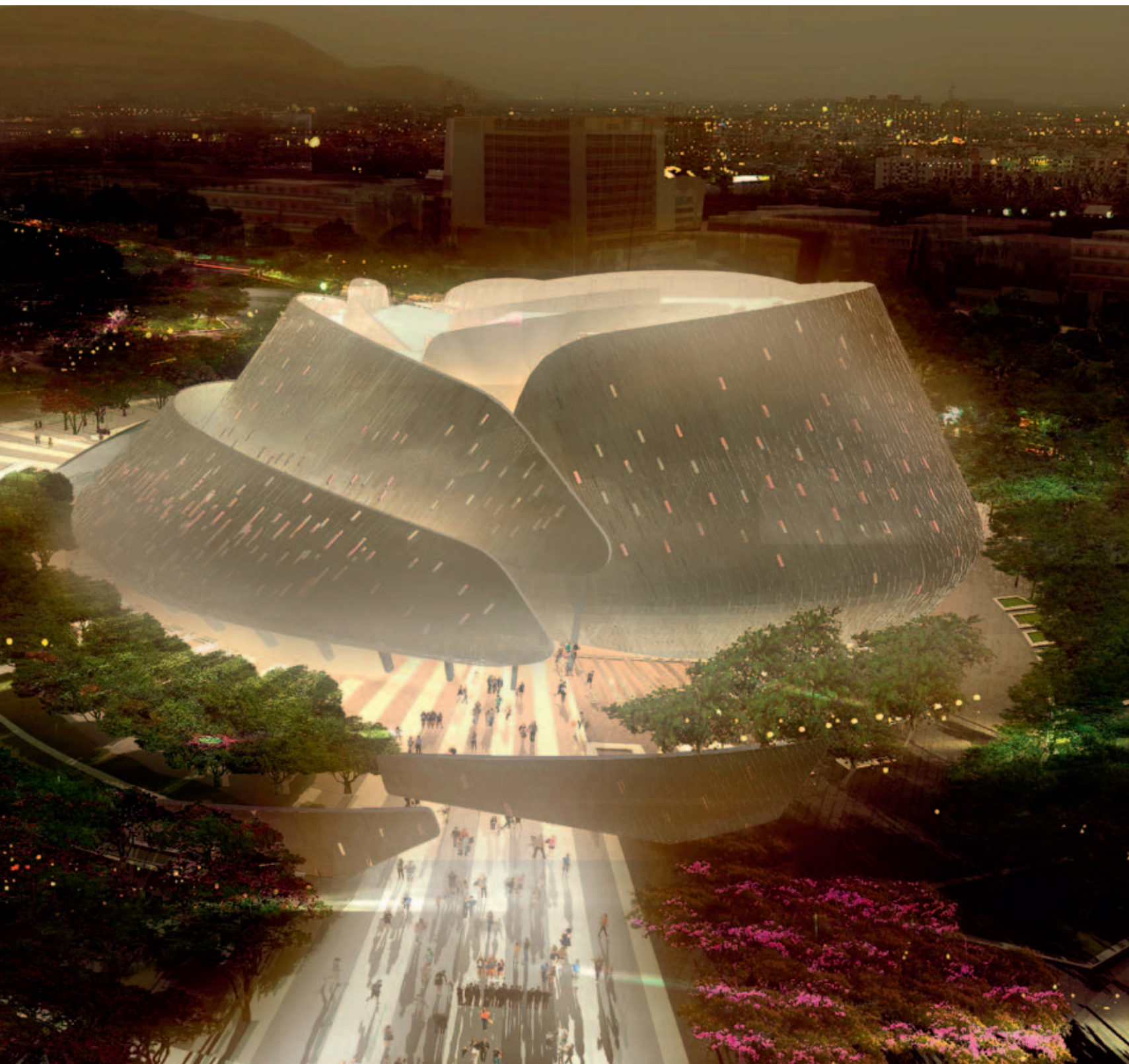
Romerrigets elegante arkitektur og dyrrigets forunderlige verden inspirerede docent Kristian Hertz, DTU Byg, da han udtænkte sin banebrydende opfindelse: superlette konstruktioner.

Ved at nytænke udformningen af traditionelle, dyre og energikrævende stål- og betonkonstruktioner, som bruges i moderne byggeri, har han skabt næste generations byggekomponenter, som vil sætte en helt ny standard for ressourceøkonomisk og bæredygtigt byggeri.

Superlette konstruktioner består af to principper: en ny måde at konstruere et givent element på og den såkaldte perlekædeteknologi. Det nye konstruktionsprincip består af et skelet af et stærkt materiale, eksempelvis beton, som støbes ind i et lag stabiliserende letbeton. Princippet er inspireret af dyre- og menneskekroppens opbygning og kan i princippet anvendes på alle stærke og lette materialer. En perlekædearmring består af en stålwire med præfabrikerede led af stærk be- >>



Fremtiden vil byde på endnu mere spektakulær arkitektur, som her i Henning Larsen Architects projekt Massar Children's Discovery Centre i Damaskus, Syrien. Design, vi i dag kun kan drømme om, men som kan blive hverdagsbyggerier, fordi det med superlette konstruktioner og perlekædeprincippet bliver både billigere og simplere at bygge bløde, organiske former.



>> ton, der er trukket på som perler på en snor og kan spændes i allehånde forskellige former som ryggrad i en superlet konstruktion.

Sætter arkitekturen fri

”Med de nye principper bliver ingeniøren herre i eget hus. Han kan fra starten bestemme, hvor trykket i en given bygningskonstruktion skal være og lægge det dér, hvor det gør mest gavn. Det er en helt ny måde at konstruere og bygge på og åbner for spektakulær arkitektur i et hidtil uset formsprog,” siger Kristian Hertz.

”Superlette konstruktioner vejer mindre, er billigere i brug og mere miljøvenlige. De kan revolutionere vores måde at bygge og designe på i fremtiden. Med deres mindre vægt og øgede fleksibilitet kan de optimere byggeprocessen, reducere byggekostninger og sætte arkitekturen fri, når det bliver billigere og simplere at bygge naturlige konstruktioner med store spænd som for eksempel kupler og hvælv,” siger Kristian Hertz.

Kristian Hertz, sektionsleder for Bygningsdesign, har siden 1978 været tilknyttet DTU Byg med speciale i

bygningskonstruktioner, og han har flere opfindelser bag sig, blandt andet et havbølgekraftværk. Han har også været rådgiver på markante bygninger som f.eks. Henning Larsens udenrigsministerium i Saudi Arabien og ombygningen af Det Kongelige Teater i København.

Innovation i verdensklasse

Der er tale om et stykke dansk innovation, der kan få stor samfundsmæssig betydning, og som har et enormt eksportpotentiale. Teknologien, der ventes at vække opmærksomhed såvel

Perlekædeteknologien er inspireret af hvirvelsøjler som f.eks. den mere end 40 meter lange rygsøjle fra en blåhval. På fotoet Kristian Hertz fotograferet på Zoologisk Museum.



FOTO: THOMAS HJORT JENSEN



FOTO: KRISTIAN HERTZ



FOTO: CHRISTIAN MØLLER NIELSEN OG ANDREAS CASTBERG

Der er næsten 2.000 år mellem de to bygninger. Alligevel er den ene – en halvkuppel i Hadrians Villa uden for Rom – inspiration for den nye, superlette teknologi i den anden, som er en flydende scene, et studieprojekt af Christian Møller Nielsen og Andreas Castberg fra DTU's nye kursus i superlette konstruktioner.

nationalt som internationalt, er videreudviklet og lanceres i samarbejde med Grontmij | Carl Bro, en af Europas største rådgivende ingeniørvirksomheder.

”Jeg forventer mig meget af opfindelsen,” fortæller Søren Larsen, som er divisionsdirektør for Byggeri og Project Management i Grontmij | Carl Bro.

”For os er det spændende at samarbejde med DTU. Vi har stærke kompetencer på hvert vores område. Vi kan som virksomhed være med til at sikre, at nye opfindelser bliver udviklet i tråd med erhvervslivets og byggebranchens behov, og samtidig får vi del i ny viden. Et stærkt samarbejde mellem forskning og erhvervsliv er oplagt, når det gælder innovation og udvikling af nye produkter.”

Udleder mindre CO₂ og sparer penge

En anden fordel ved de superlette konstruktioner er det miljømæssige aspekt. De vejer kun knap halvdelen af, hvad de konventionelle beton- og stålkonstruktioner vejer, og dermed mindskes prisen og CO₂-udledningen tilsvarende i forbindelse med produktion, transport og opførelse.

”Betonproduktionen tegner sig for omkring fem procent af verdens samlede CO₂-udledning. Så hvis blot de superlette konstruktioner erstatter en brøkdel af beton- og stålkonstruktionerne, vil det gavne både miljøet og samfundsøkonomien,” siger Kristian Hertz.

Søren Larsen supplerer: ”Byggebranchen har efterlyst effektivitets- og produktivitetsforbedringer i ti år, og nu har vi fået et produkt, der kan forbedre effektiviteten, nedbringe spild og skabe nye arkitektoniske muligheder på samme tid. Jeg er sikker på, at opfindelsen vil vinde stort indpas i byggeriet både nationalt og internationalt. Produktet skaber ikke bare nye muligheder, men reducerer samtidig CO₂-udledningen fra byggeriet.”

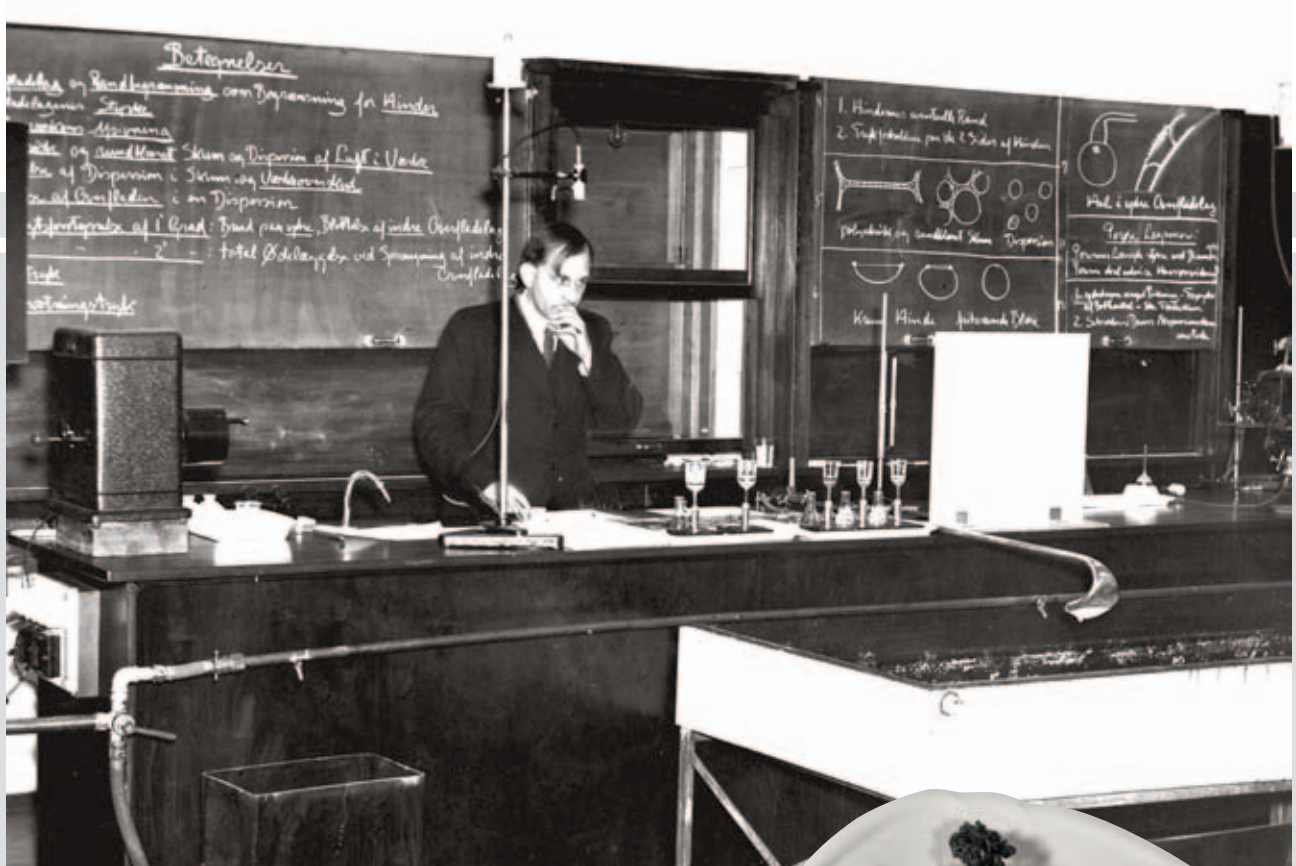
Inspireret af de gamle romere

Anvendelsesmulighederne for den nye teknologi, der er patentbeskyttet internationalt, er næsten uendelige. Den kan benyttes overalt, hvor der i dag anvendes stål- og betonkonstruktioner, nemlig ved opførelse af bygninger, haller, tage, stadioner, offshore-konstruktioner, tunneller, ja, endda skibe.

Desuden isolerer de nye betonkonstruktioner lige så godt som træ og er samtidig mere modstandsdygtige over for brand, råd, jordskælv og eksplosioner end traditionelle konstruktioner i træ, stål og beton.

”Ideen til den nye teknologi er langsomt groet frem. Jeg har tidligere arbejdet med at koncentrere kræfterne i forskellige konstruktioner blandt andet i forbindelse med byggeriet af udenrigsministeriet i Saudi Arabien. Så denne side af udviklingsarbejdet var ikke ny for mig. Det at få forskellige materialer til at spille sammen er også noget, jeg kender til fra mine studier af de gamle romeres byggeteknik. De sammensatte allerede i det første århundrede efter Kristi fødsel flere forskellige typer letbeton, når de byggede store konstruktioner,” fortæller Kristian Hertz.

I forbindelse med udviklingen af de nye konstruktionsprincipper er det planen at etablere et nyt forsknings- og udviklingscenter ved DTU Byg. Centret skal tage sig af den videre udvikling og internationale lancering af den nye teknologi, som allerede er indført i undervisningen ved DTU. <



Jan van Deurs, den første forstander for Fiskeriministeriets Fødevarerlaboratorium, i en undervisningssituation.

ARKIVFOTOS

MIN MAND KAN IKKE LIDE FISK!



Sådan klagede mange husmødre i 1956. Men det ville Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium råde bod på, for en af laboratoriets opgaver var at lave propaganda for at få folk til at spise mere fisk.

LAILA ZWISLER >

Husholdningskonsulent Alice Bruun fra Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium troede ikke på den kendte husmoderindvending ”min mand kan ikke lide fisk”. Hvis familien rynkede på næsen ad fisk, så skyldtes det nok manglende variation i husmoderens madplan. ”Det er vist ikke ualmindeligt, at fisk i et hjem er ensbetydende

med: stegt rødspætte, kogt torsk og stegt sild. Ville det ikke svare til, at de tre almindeligste kødsorter kun blev tilberedt som: svinekotelet, kalvefriskassé og hakkebøf?” skrev Alice Bruun i *Damernes Verden* i 1956. I artiklen var der opskrifter på alternativer til de traditionelle fiskeretter. Kogt makrel kunne for eksempel serveres med to-

matsauce og mayonnaisesauce, eller man kunne prøve en indisk *kedgeree* med sild.

Fiskeriforskning

Forsøgslaboratoriet, hvor Alice Bruun arbejdede, var fiskerierhvervets leverandør af ny viden med forskning i emner som opbevaring, konservering

Det nye Fiskeri- økonomiske Laboratorinm.

Til Forstander er udnævnt
Ingeniør J. A. van Deurs.



Laboratorieforstander, cand. polyt.
van Deurs.

SM Forstander for det nyoprettede Fiskeriøkonomisk Laboratorium har Fiskeriministeren udnævnt Ingeniør, cand. polyt. J. A. van Deurs.

Oprettelsen af det nye Laboratorium besluttedes som bekendt fornylig som Led i en Række andre Foranstaltninger til Ophjælpning og Fremme af Fiskeriet. Det vil tidtids komme til at arbejde i Tilslutning til andre bestaaende Institutioner som „Dansk Biologisk Station“ og „Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser“; men medens disse i væsentlig Grad har foretaget naturvidensk. Undersøgelser, vil det nye Laboratorium – som ogsaa dets Navn angiver – navnlig foretage fiskeri-økonomiske Undersøgelser.

Den nye Laboratorieforstander, der er 33 Aar gammel, møder vel rustet til sit Arbejde. Efter at have taget Eksamen som Fabrikingeniør, har han i en halv Søs Aar været Assistent ved Polyteknisk Lærestalts teknisk-kemiske Laboratorium under Professor Raaschou. Det sidste Par Aar har han tillige deltaget i Fiskerundersøgelser i Tyskland og i Island; og han har faaet Præmie for Besvarelse af Polyteknisk Lærestalts tekn.-kem. Fonds Prærogave vedrørende Fiskerindustrien, ligesom han har udgivet forskellige fiskeriøkonomiske Skrifter.

Det nye Fiskeriøkonomiske Laboratorium vil foreløbig blive installeret i Polyteknisk Lærestalts nye Laboratoriebævnine.

LABORATORIETS HISTORIE

- 1931 Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium oprettes
- 1995 Forsøgslaboratoriet lægges sammen med Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser og Institut for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje. De tre blev til Danmarks Fiskeriundersøgelser.
- 2007 Danmarks Fiskeriundersøgelser lægges sammen med Forskningscenter Risø, Danmarks Rumcenter, Danmarks Fødevarerforskning, Danmarks TransportForskning og Danmarks Tekniske Universitet under betegnelsen Danmarks Tekniske Universitet.

VERDENS FØRENDE FORSKNING I FISKEPRODUKTER

Forsøgslaboratoriet blev oprettet for at udvikle den danske fiskeindustri. Det må man sige, er lykkedes meget godt. I den symbiose, der igennem alle år har været mellem laboratoriet og Den Polytekniske Lærestalt – senere DTU – har den teknologiske udvikling altid haft de bedste kår. Det kan være, at man i starten mente, at det danske marked var det vigtigste, og en del af opgaven bestod i at overbevise den danske forbruger om, at man skulle spise fisk. Den danske fiskeindustri er siden hen udviklet til at være en af verdens førende, og i dag er det udenlandske marked det vigtigste for industrien. Faktisk er det lang tid siden, at der var danske råvarer nok. Derfor indføres nu råvarer fra hele verden til forarbejdning og eksport. Danmark er verdens femtestørste eksportør af fiskeprodukter. Forskningen har ligeledes været i front, og 'Lyngby laboratoriet' er kendt i hele verden og er efter fusionen i 2007 en 'ægte' del af DTU. Fiskeprodukterne skal fortsat være sunde, sikre og velsmagende, hvilket vil sige, at forskningen understøtter fødevarer sikkerhed, spisekvalitet og fødevarer teknologi, men ud over 'propaganda' til forbrugeren er publikationer i internationalt førende tidsskrifter i dag den vigtigste formidlingsform.

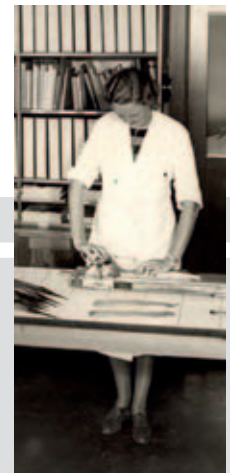
og produktudvikling samt direkte rådgivning til virksomhederne. Men samtidig skulle laboratoriet lave 'Propaganda og Reklame for Forbrug og Afsætning af Fisk m.m.' ifølge *Fiskeriberetning for aaret 1930*. Det var, ifølge laboratoriets første forstander cand. polyt. Jan van Deurs, en central opgave. "Fremskaffelsen af Raaprodukter

og Videreforarbejdning eller Forædling af disse har, saa vigtige de end er, ingen Interesse, hvis man ikke igen kan blive af med Produkterne," skrev van Deurs i 1931. Så laboratoriet markedsførte fisk over for de danske husmødre med madopskrifter og gode råd i pjecer, radioudsendelser og meget andet.

Historien om forsøgslaboratoriet begyndte i slutningen af 1920'erne, hvor regeringen ville fremme fiskeri-erhvervet. Statsminister Thorvald Stauning skrev i *Kemisk Maanedssblad*: "Vi har læst om den vældige Eksport af Fiske-Konserves, som andre Lande præsterer, og vi har undret os over, at vi selv maatte hente Forsyningerne fra disse

>>

Billeder fra forsøgslaboratoriet i 1940'erne og 1950'erne: Laborant Jytte Lindemann prøvesmager, ingeniør Thormod Nielsen og forstander Jan van Deurs arbejder ved en forsøgssopstilling, og en medarbejder fileterer hornfisk.



FOTOS: DTU AQUA

>> Lande, endskønt vi baade har Fisk, Fiskere og Arbejdere." Som et led i indsatsen for det danske fiskeri blev forsøgslaboratoriet oprettet i 1931 på den Polytekniske Læreanstalt. Jan van Deurs, assistent ved Læreanstaltens teknisk-kemiske Laboratorium, blev udnævnt til forstander for laboratoriet og lektor i fiskeindustri ved læreanstalten.

Selv om laboratoriet hørte under Fiskeriministeriet, blev det tæt knyttet til Den Polytekniske Læreanstalt. Det fik ord for at være et bindeled mellem universitetsmiljøet og erhvervet, samtidig med at laboratoriets personale underviste ingeniørstuderende.

Videnskabens smagsdommere

Én af laboratoriets opgaver var at finde de tilberedningsmetoder, der gav de bedste smagsoplevelser. Man eksperimenterede med forskellige fremgangsmåder som saltning og stegning, og resultaterne af forsøgene blev formidlet til de danske husmødre i kogebogen *Friske Fiskeretter* fra 1949. "De oplysninger og opskrifter, som denne bog indeholder, er baseret på erfaringer fra sådanne systematiske laboratorieforsøg. Resultaterne af disse forsøg viste, at de nævnte tilberedningsmåder er dem, der bedst falder i folks smag," skrev forhenværende forstander Mogens Jul i forordet til bogen.

Arbejdet med smagsprøverne var ikke altid en positiv kulinarisk oplevelse. Mogens Jul fortsatte: "Systematiske smagsprøvninger er nødvendige. Men hvor der er mange af dem, og hvor de mindre vellykkede prøver må smages lige så meget som de mere vellykkede, kan de virke uhyre trættende." <

OPSKRIFTER FRA DAMERNES VERDEN

Mayonnaisesauce til kogt makrel

Rør en mayonnaise af: 1 æggeblomme, salt, citron og 1 dl olie. Rør mayonnaisen tynd med 1-2 spsk. fløde. Tilsæt finthakket kørvel, persille og dild.

Hæld saucen over makrellen og pynt retten med en kant af tomat- og agurkeskiver.

Kedgere med sild

Smør 8 udbenede ferske sild på kødsiden med karry udrørt i vand. Drys lidt bordsalt og 1 tsk. finthakket løg på hver sild. Læg de sammenfoldede sild i et smurt, ildfast fad sammen med 8 små tomater.

Overhæld fisken med en sauce af: 1 strøgen spsk. margarine, 1 strøgen spsk. mel, 1/4 l mælk, salt, 2 hakkede hårdkogte æg. Sauce skal ikke krydres alt for kraftigt med karry, husk på, der er også karry i sildene.

Damp sildene møre i en middelvarm ovn (160°) i 25 minutter. Drys ved anretningen 1 spsk. hakket persille over og server løse ris til.

LITTERATUR

Stauning, Th.: *Kemisk Maanedssblad og Nordisk Handelsblad for Kemisk Industri*. 12. Aargang, Nr. 2, februar 1931, forsiden.

Bruun, Alice: *Min mand kan ikke lide FISK! Men så prøver vi at få ham til det!*

Damernes Verden. Instruktionsværket, nr. 8, 1956, s 250-51.

Dansk biografisk Lexikon, København 1979.

Fiskeri-beretning fra 1930 og frem.

v. Deurs, J.A.: *Havbrugserhvervet, Fiskeri, Fiskehandel og Fiskeriindustri*, Kjøbenhavn 1931

Årsberetning 1995, Landbrugs- og Fiskeriministeriet, Danmarks Fiskeriundersøgelser, August 1996

Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium, Årsberetning 1991, Lyngby

FF Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium 50 år, 1981

Andersen, Gerda, Alice Bruun, Asta Skov og Mogens Jul: *Friske Fiskeretter*, Teknisk Forlag 1949

www.danmarkshistorien.dk

DET SKER PÅ DTU

| TID OG STED | AKTIVITET | ARRANGØR | INFO |
|---|--|--|---|
| 27. november Kl. 8.45-10 Bygning 227, Lokale 221 DTU Campus | Seminar CAPEC Seminar by PhD Fellow Azizul Mustaffa | DTU Kemiteknik | Eva Mikkelsen eva@kt.dtu.dk www.kt.dtu.dk |
| 2. december Kl. 9-17 Oticonsalen DTU Campus | PRODUKTUDVIKLINGS DAGEN 2009 Udvikling af fremtidens produkter - fra best practice til next practice De fire hovedtemaer er: "Ingeniørens rolle i fremtidens produktudvikling", "Nye metoder og fremgangsmåder", "Nye produkter - nye teknologier" og "Kreativitet og visioner" | IPU i samarbejde med DTU | www.ipu.dk/pudag |
| 2. december Kl. 9.30-10.30 Bygning 341, Auditorium 22 DTU Campus | Lecture Nanoscience in Biology: Virus Buckling and Folding of Pollen Grains | DTU Nanotech | Henrik Flyvbjerg henrik.flyvbjerg@nanotech.dtu.dk www.nanotech.dtu.dk |
| 3. december Kl. 13-14 Bygning 426B, Lokale 047 DTU Campus | Lecture Operations Research Thursday seminar. Airline overbooking under simplified fare structures. | DTU Management | David Pisinger pisinger@man.dtu.dk www.man.dtu.dk |
| 4. december Kl.15-16 Bygning 101A, Lokale 1 DTU Campus | Inaugural lecture Challenges in Satellite Navigation | DTU Space | office@space.dtu.dk www.space.dtu.dk |
| 10. december Kl. 9-10 Bygning 229, Rum 003 DTU Campus | Seminar IVC-SEP Seminar by Benedicte Mai Lerche on "CO ₂ Capture from Flue Gas Using Amino Acid Salt Solutions" | DTU Kemiteknik, IVC-SEP | Louise Biede alb@kt.dtu.dk www.ivc-sep.kt.dtu.dk |
| 11. december Kl. 9.30-10.30 Bygning 223, Lokale 207 DTU Campus | Lecture Mammalian Cell Engineering | DTU Systembiologi | Dorthe Andersen doan@bio.dtu.dk www.bio.dtu.dk |
| 17. december Bygning 426B, Lokale 047 DTU Campus | Seminar Operations Research Thursday seminar on "The vehicle routing problem with edge set costs" | DTU Management | David Pisinger pisinger@man.dtu.dk www.man.dtu.dk |
| 11.-13. januar Bygning 113, Rum 011 DTU Campus | Efteruddannelseskursus Afværgeteknologier for grundvandsforurening - biologiske og kemiske metoder | DTU Miljø | Poul L. Bjerg plb@env.dtu.dk www.env.dtu.dk |
| 18.-29. januar Bygning 427S DTU Campus | Conference Nanotribology PhD school | DTU Mekanik | Ion Marius Sivebaek ims@mek.dtu.dk www.mek.dtu.dk |
| 11. februar Kl. 8.30-16.30 Bygning 101, Mødelokale 1 DTU Campus | Symposium Dansk miljøkemis historie | Kemisk Forening, Dansk Selskab for Historisk Kemi og Dansk Selskab for Miljøkemi | www.historisk-kemi.dk/index.php/dansk_miljkemis_historie. |
| 15. april Kl. 11-13 Oticonsalen DTU Campus | DTU RoboCup Finale | DTU Elektro | robocup@elektro.dtu.dk www.dtu.dk/subsites/robocup.aspx |
| 7. maj Bygning 101 DTU Campus | DTU's årsfest 2010 | DTU i samarbejde med Polyteknisk Forening | Niels Grolin ng@adm.dtu.dk |

DTU ledes af bestyrelsen og rektor. Bestyrelsen er øverste ledelsesniveau, og den daglige drift varetages af rektor, der leder direktionen. Hvert af DTU's institutter ledes af en institutdirektør.

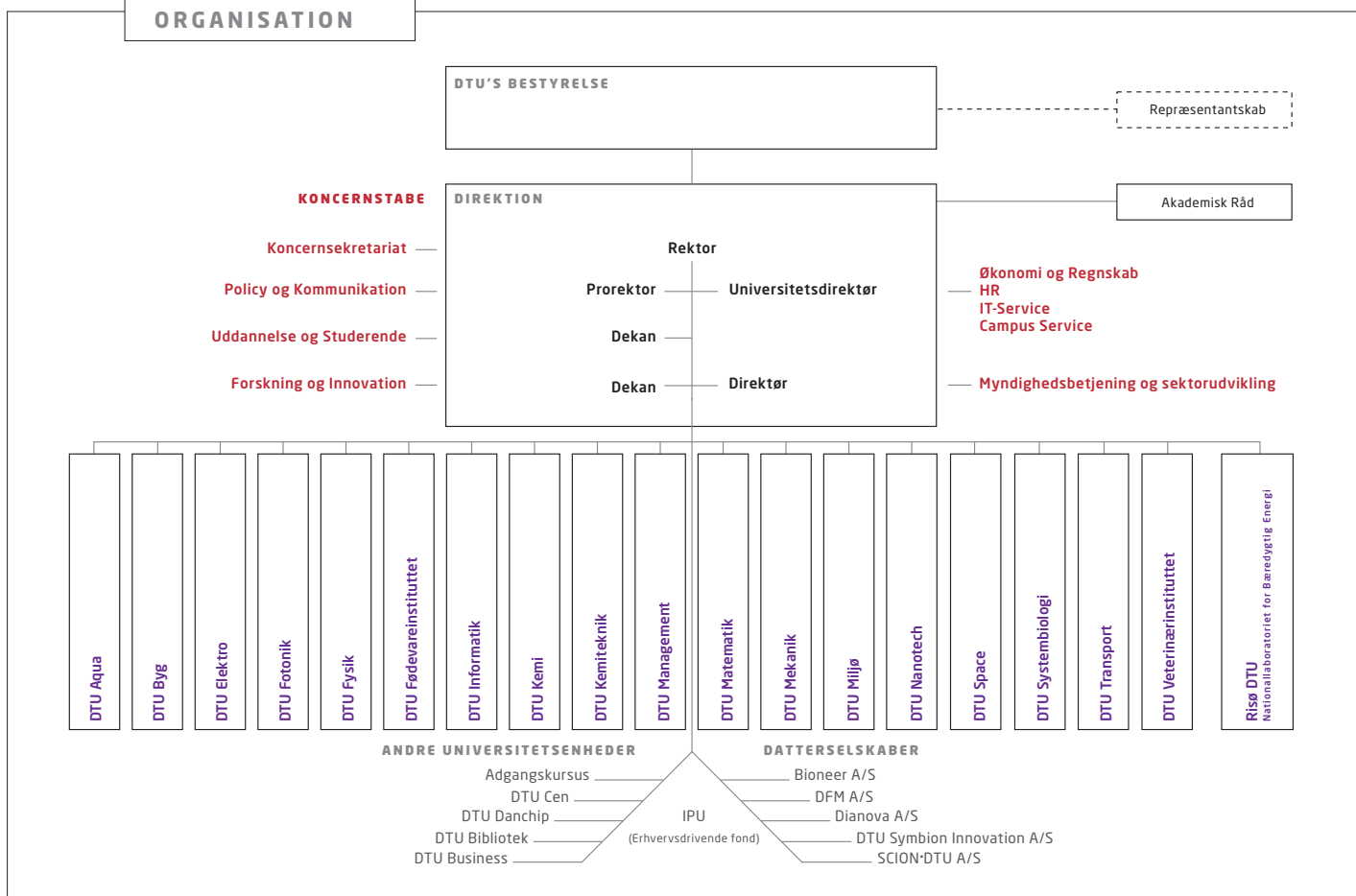
BESTYRELSE

Sten Scheibye (formand), Anette Frøhling, Greta Jakobsen, Klavs F. Jensen, Erik Bisgaard Madsen, Birgit W. Nørgaard, Rasmus Schmidt Olsen, Henrik Ringgaard Pedersen, Ulla Röttger, Peter Szabo.

DIREKTION

Rektor Lars Pallesen, prorektor Knut Conradsen, universitetsdirektør Claus Nielsen, direktør for myndighedsbetjening og sektorudvikling Niels Axel Nielsen, dekan for kandidat- og ph.d.-uddannelserne samt internationalisering Martin P. Bendsøe, dekan for bacheloruddannelserne og studiemiljø Martin Vigild.

ORGANISATION



DTU Aqua · Institut for Akvatiske Ressourcer

Bæredygtig udnyttelse af havets og de ferske vandes levende ressourcer · Populations- og økosystemdynamik · Monitoring · Bestandsvurdering og -prognoser · Fiskeriteknologi og miljøskånsomme redskaber · Metoder og systemer til bæredygtig akvakulturproduktion · Fiskeprodukters sikkerhed, kvalitet og holdbarhed · Kvalitetssikringssystemer og sporbarhed · Forvaltning af rekreativt fiskeri · Forskningsbaseret rådgivning til Fødevarerministeriet og andre offentlige myndigheder

FRITZ KÖSTER, konstitueret institutdirektør
fwk@aqu.dtu.dk · Tlf. 21 36 28 05

**DTU Fysik** · Institut for Fysik

Eksperimentel overflade- og nanomaterialefysik · Teoretisk atomar-skala fysik · Katalyse og energiteknologi · Biofysik og komplekse systemer · Kvantefysik og informationsteknologi · Optik

HANS L. SKRIVER, institutdirektør
skrifer@fysik.dtu.dk · Tlf. 45 25 31 76

**DTU Byg** · Institut for Byggeri og Anlæg

Bygningsprojektering · Bygningsdesign · Konstruktioner i beton, stål, træ, glas og tegl · Byggematerialer · Geoteknik og ingeniørgeologi · Brandteknik · Bygningsinstallationer, -fysik og -energi · Solvarme · Indeklima · Digitalt byggeri · Arktisk teknologi

HENRIK STANG, konstitueret institutdirektør
hs@byg.dtu.dk · Tlf. 45 25 17 35

**DTU Fødevarerinstitutionen** · Fødevarerinstitutionen

Forskning inden for mikrobiologisk og kemisk fødevarerisiko, fødevarerisiko- og processer, human ernæring, toksikologi samt miljø og sundhed · Risikovurdering og rådgivning for myndigheder og erhverv · Overvågning og diagnostik · Uddannelse og træning · Nationalt og internationalt referencelaboratorium for bl.a. EU og Verdenssundhedsorganisationen · Nationalt fødevarerisikoberedskab

HENRIK CASPAR WEGENER, institutdirektør
hcwe@food.dtu.dk · Tlf. 35 88 77 01

**DTU Elektro** · Institut for Elektroteknologi

Antenner og feltteori · Mikrobølgeteknologi · Fysisk elektronik · Effektelektronik · Automation · Robotteknik · Industriel it · Styling og regulering · Elteknologi · Elektrisk energiforsyning · Medikoteknik · Ultralydbilleddannelse · Akustisk miljø · Audiologi og elektroakustik · Playware

KRISTIAN E. STUBKJÆR, institutdirektør
krs@elektro.dtu.dk · Tlf. 45 25 36 54

**DTU Informatik** · Institut for Informatik og Matematisk Modellering

Scientific computing · Matematisk statistik · Billedanalyse og computergrafik · Intelligent signalbehandling · Software engineering · Indlejrede systemer · System-on-Chip · Sikre og pålidelige it-systemer · Modellering og analyse af it-systemer · Algoritmik, logik og vidensbaserede systemer · Mobilservices · Menneske/maskine-interaktion

KAJ MADSEN, institutdirektør
km@imm.dtu.dk · Tlf. 45 25 33 70

**DTU Fotonik** · Institut for Fotonik

Kommunikationsteknologi · Billed- og linjekodning samt modulation · Netværk og teletrafikteori · Systemer, optisk kommunikation · Optiske lysledere og specialfibre · Optisk signalbehandling, ulineær optik · Nanofotonik, optisk karakterisering, kvanteoptik · Biomedicinske og industrielle anvendelser af optik · Optiske sensorer og sensorsystemer · Energibesparelser med diodelys · Lasersystemer (diodelasersystemer) · Optiske materialer og tyndfilm

ANDERS BJARKLEV, institutdirektør
aobj@fotonik.dtu.dk · Tlf. 45 25 38 09

**DTU Kemi** · Institut for Kemi

Bæredygtig kemi: katalysatorer, miljøvenlig og ressourceeffektiv kemi ud fra fornybare materialer, organisk syntese · Kemi på grænsen til biologi: metalloproteiner, computermodellering, lægemidler · Kemi i fremtidens energisamfund: brændselsceller, fornybare brændstoffer, brintlagring, røggasrensning · Nano- og femtokemi: elektrokemi og elektronik med enkeltmolekyler, scanning-probe mikroskopi, kemisk dynamik · Analyse: kvalitetssikring, retskemi, proceskontrol

OLE W. SØRENSEN, institutdirektør
ows@kemi.dtu.dk · Tlf. 45 25 24 06



DTU Kemiteknik · Institut for Kemiteknik

Kemisk og biokemisk processteknik ·
 Matematisk modellering og modelanalyse ·
 Separationsprocesser · Teknisk termodynamik ·
 Reaktionsteknik · Enzymteknologi · Katalyse og bio-
 katalyse · Forbrænding og forebyggelse af forurening ·
 Procesregulering og -simulering · Miljøbeskyttelse ·
 Polymerer · Olie- og gasteknologi · Design af
 kemiske og bioteknologiske produkter

KIM DAM-JOHANSEN, institutdirektør
 kdj@kt.dtu.dk · Tlf. 45 25 28 45

**DTU Miljø** · Institut for Vand og Miljøteknologi

Vandressourcer: Hydrologi, geokemi, geofysik, jordforurening ·
 Vand i byer: vandforsyning, byernes vand, spildevandsrensning ·
 Residuale ressourcer: fast affald, bioenergi ·
 Mælkemiljø og miljømikrobiologi: økotoxikologi og mælkemiljø,
 analytisk mælkemiljø, mikrobiel økologi, nano-risk

MOGENS HENZE, institutdirektør
 moh@env.dtu.dk · Tlf. 45 25 14 77

**DTU Management** · Institut for Planlægning, Innovation og Ledelse

Innovation · Produktudvikling og konstruktion ·
 Operationsanalyse · Operationsmanagement ·
 Byggeledelse · Fremsyn og innovation ·
 Sikkerhed og pålidelighed · Teknologi,
 organisation og arbejde ·
 Bæredygtighed

PER LANGAA JENSEN, institutdirektør
 per.langaa@man.dtu.dk · Tlf. 45 25 60 31

**DTU Nanotech** · Institut for Mikro- og Nanoteknologi

Mikro- og nanoteknologi · Bioteknologi · Processteknologi ·
 Teoretisk nanoteknologi · Mikroelektromekaniske systemer ·
 Optiske sensorer · Biosensorer · Mikro- og nanostrukturering
 af polymerer · Miniaturiserede sensorer og aktuatorer ·
 Biomedicinske mikrosystemer · Mikro- og nanofluidik

MOGENS RYSHOLT POULSEN, institutdirektør
 mogens.poulsen@nanotech.dtu.dk · Tlf. 45 25 57 57

**DTU Matematik** · Institut for Matematik

Geometri · Dynamiske systemer · Kodningsteori ·
 Kryptologi · Topologioptimering · Anvendt
 funktionalanalyse · Computerstøttet undervisning ·
 Forskningsformidling og didaktik ·
 MATEMATICUM, det matematiske inspiratorium

MICHAEL PEDERSEN, institutdirektør
 m.pedersen@mat.dtu.dk · Tlf. 45 25 30 45

**DTU Space** · Institut for Rumforskning og -teknologi

Nationalt center for rumforskning, geodæsi og rumfarts-
 teknologi med tilhørende myndighedsbetjening, især i forhold
 til Danmarks medlemskab af European Space Agency (ESA) ·
 Astrofysik og planetfysik · Observation og overvågning af
 Jorden · Klima og kryosfære · Tyngde- og magnetfelter ·
 Geodætiske referencemodeller · GPS/GALILEO · GIS ·
 Satellitmissioner og måleinstrumenter (optisk, radar,
 røntgen og magnetisk)

EIGIL FRIIS-CHRISTENSEN, institutdirektør
 efc@space.dtu.dk · Tlf. 35 32 57 07

**DTU Mekanik** · Institut for Mekanisk Teknologi

Statik og dynamik · Faststofmekanik og materialer ·
 Fluidmekanik · Energikonvertering og energisystemer ·
 Fremstillingsmetoder og -processer · Maskinelementer og
 konstruktion · Maritime konstruktioner og vandbygning

HENRIK CARLSEN, institutdirektør
 hc@mek.dtu.dk · Tlf. 45 25 41 71

**DTU Systembiologi** · Institut for Systembiologi

Medicinsk biologi · Industriel bioteknologi ·
 Bioinformatik · Systembiologi · Cellen som kemisk fabrik ·
 Mikrobiologi · Molekylærbiologi · Kemisk biologi ·
 Nutrigenomics · Immunologi · Enzymteknologi ·
 Fødevarerbioteknologi og -sikkerhed · Biobrændstoffer

OLE FILTENBORG, institutdirektør
 of@bio.dtu.dk · Tlf. 45 25 26 20



DTU Transport · Institut for Transport

Trafikplanlægning · Transportøkonomi og -politik · Modellering af trafik og trafikantadfærd · Trafiksikkerhed og trafikpsykologi · Beslutningsmodeller og vurderingsmetoder · Logistik og Transportoptimering · Intelligente transportsystemer og Trafikinformatik · Bæredygtig transport · Kollektiv trafik og jernbaner · Netværksdesign og fremkommelighed



NIELS BUUS KRISTENSEN, institutdirektør
nbu@transport.dtu.dk · Tlf. 45 25 65 01

DTU Bibliotek · Danmarks Tekniske Informationscenter

DTU's center for videnskabelig informationsforsyning, informationshåndtering og informationskompetencer · Danmarks nationale tekniske informationscenter · Fungerer både som moderne universitetsbibliotek og som center for håndtering af universitetets egen forskningsinformation · Centerets information formidles og håndteres primært i digital form, men også på basis af trykte samlinger.



MOGENS SANDFÆR, direktør
ms@dtic.dtu.dk · Tlf. 45 25 73 11

DTU Veterinærinstituttet · Veterinærinstituttet

Forskning og udvikling af diagnostiske tests og vacciner, forskning i sygdomsudvikling, mikrobiologi, immunologi, vaccinologi og epidemiologi · Huser internationalt forskningscenter for veterinær epidemiologi (International EpiLab) · Nationalt og EU/OIE referencelaboratorium for husdyrsygdomme · Koordinerer den nationale overvågning af veterinær medicinanvendelse (Vetstat) · Ansvarlig for det laboratoriemæssige veterinære beredskab



KRISTIAN MØLLER, institutdirektør
krmol@vet.dtu.dk · Tlf. 35 88 61 89

DTU Business · DTU Executive School of Business

Innovation · Forretningsudvikling · Lederskab · Corporate entrepreneurship · Kommercialisering · Techno-trends · Teknologiledelse · Strategisk problemløsning · Innovationsøkonomi · Service- og operationsledelse · Forandringsledelse · Virksomhedsudvikling · Globalisering · Værdiskabelse · Action learning · Peer coaching.



SØREN SALOMO, konstitueret institutdirektør
soren@business.dtu.dk · Tlf. 45 25 61 10

Risø DTU · Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi

Forfølger nationale og internationale strategiske mål inden for bæredygtig energi · Klimateknologiske løsninger · Vindenergi · Brændselsceller og brint · Bioenergi og biomaterialer · Drivhusgasser og klimaeffekter · Solenergi · Fusionsenergi · Analyse af energisystemer · FN-center for energi, miljø og bæredygtig udvikling · Nationalt kompetencecenter for strålingsforskning og nukleare teknologier · Medicinske anvendelser af nukleare metoder



HENRIK BINDSELEV, direktør
hebi@risoe.dtu.dk · Tlf. 46 77 46 02

DTU Cen · Center for Elektronnanoskopi

Transmissions- og skanning-elektronmikroskopi · Karakterisering af materialer på nanoniveau · In situ eksperimenter · Elektronoptik · Samarbejde med akademiske og kommercielle partnere



RAFAL DUNIN-BORKOWSKI, direktør
rdb@cen.dtu.dk · Tlf. 45 25 64 65

DTU Adgangskursus · Adgangs- og Suppleringskurser

Adgangseksamen til ingeniøruddannelserne (et-årig adgangsgivende eksamen i fagene matematik, fysik, kemi, dansk og engelsk) · Supplerende adgangsgivende eksamen (STX, HTX, HF mv.) i forbindelse med optagelse på en ingeniøruddannelse i fagene matematik, fysik og kemi.



CHRISTIAN THUNE JACOBSEN, leder
ctj@adk.dtu.dk · Tlf. 45 25 56 63

DTU Danchip · Nationalt Center for Mikro- og Nanofabrikation

Nationalt rentrumslaboratorium · Mikro- og nanoteknologi · Akademisk og industriel adgang · Forskning og uddannelse · Udvikling og produktion · Teknologioverførsel og -konsultering · Sensorer · Mikro/nano-elektromekaniske systemer · Fluid systemer · Lab-on-a-chip · Optoelektronik



JÖRG HÜBNER, konstitueret direktør
joerg.huebner@danchip.dtu.dk · Tlf. 45 25 57 62

Det er 30 år siden, Hans-Erik Kiil forlod DTU som maskiningeniør for at begynde en livslang karriere hos Danfoss. Men han har langt fra kappet forbindelsen til sit gamle universitet. For tiden samarbejder han med DTU Elektro om at udvikle en ny, effektiv strømforsyning.

ALUMNEN, DER TRÆKKER PÅ VIDENTANKEN

METTE DAMGAARD SØRENSEN >

”Det, at jeg har så mange kontakter på DTU, skyldes nok min pragmatiske tilgang til tingene: Hvis jeg har et problem, finder jeg nogen, der kan hjælpe mig med at løse det. Jeg tager mig den frihed at se DTU som en videntank, jeg kan trække på,” siger Hans-Erik Kiil, chef for forsknings- og udviklingsenheden i Danfoss PolyPower A/S – et relativt nyt firma under den sønderjyske termostat-mastodont.

Det er tre årtier siden, Hans-Erik Kiil forlod universitetet i Lyngby. Og ud over de gode kontakter har han også holdt forbindelsen til DTU åben i kraft af en ph.d.-grad og en *Master in Management of Technology* fra DTU Business, som han i øvrigt klarede med bravur.

I øjeblikket arbejder Hans-Erik Kiils firma tæt sammen med blandt andet forskere på DTU Elektro. Og alumnen er ret imponeret over den udvikling, universitetet har gennemgået, siden han selv trådte ud af stud.polyt.-skoene.

”Da jeg gik på universitetet, var det mest orienteret mod Danmark og dansk industri, og det var jo udmærket dengang. Men jeg må sige, at DTU virkelig har udviklet sig til at blive en international spiller. Jeg oplever, at for-

FOTO: DANFOSS POLYPOWER A/S



skerne på DTU Elektro har helt styr på, hvad der rører sig på netop deres område internationalt. Det kan jeg høre, når jeg efterfølgende møder kunder rundt om i verden,” siger han.

Intelligente elastikker

Danfoss PolyPower er i samarbejde med DTU Elektro og firmaet Noliac A/S i gang med at udvikle en bedre, mere energivenlig og mere kompakt strømforsyning til det, som Danfoss selv betegner som 'intelligente elastikker'.

Elastikkerne er egentlig resultatet af en drøm, som Danfoss' direktør, Jørgen Mads Clausen, formulerede tilbage i 1990'erne: drømmen om at efterligne menneskekroppens muskler. For Danfoss havde brug for mere lydlose, fleksible 'muskler' til for eksempel at åbne og lukke ventiler og spjæld. Men også andre kan få glæde af elastikteknologien, som er baseret på såkaldte elektroaktive polymerer. Polymeren er i Danfoss PolyPowers tilfælde silikone, som kan bøjes og udvide sig, når den bliver påvirket af en elektrisk spænding. Danfoss vil gøre silikonen til en væsentlig ingrediens i blandt andet fremtidens termostater, bildele og medicinske hjælpemidler. For eksempel vil ældre mennesker med dårlig blodgennemstrømning om fem-ti år kunne blive hjulpet ved at bære en aktiv bandage om armen eller benet – en bandage, der 'masserer' kropsdelen ved skiftevis at stramme og løsne grebet. Men ingen aktivitet uden en strømforsyning, og her kommer DTU Elektros arbejde med såkaldt piezoelektronik ind – en strømforsyning baseret på bittesmå krystaller.

Interessen for teknologi og ledelse

Selv om han har arbejdet i samme virksomhed i 30 år, viser Hans-Erik Kiils cv dog et broget billede af hans karriere. For ansvarsområderne har været ret forskellige – hydraulik, pumper, teknologiudvikling – og de er jævnlige blevet skiftet ud med nye. Og spørger man alumnen, hvad der driver ham, svarer han:

”Jeg vil karakterisere mig selv som nysgerrig og utålmodig. Og så har jeg nok en passion for at udvikle nye teknologier,” forklarer han, der har været leder siden sit 24. leveår. ”Jeg har også

! HANS-ERIK KIIL

- er uddannet civilingeniør/maskiningeniør i 1979
- begyndte sin karriere med at være projektleder i Danfoss. Har siden udfyldt en række chefstillinger med blandt andet ansvar for forskning og udviklingssektioner
- fik sin ph.d.-grad på en afhandling om 'Optimization of valve geometries and related noise generation' i 1984
- blev Master in Management of Technology (MMT) i 2006
- er gift og far til to voksne børn, friluftsmenneske og bosat i Aabenraa

altid godt kunnet lide at have med mennesker og udvikling at gøre, og så har jeg også gerne villet være med til at bestemme, have indflydelse,” fortsætter han.

Hans-Erik Kiil mener selv, at grunden til at han har været ved Danfoss så længe, er virksomhedens princip om, at man efter fire-fem år i samme position med stor sandsynlighed har glæde af fornyelse. Til den tid begynder de fleste at få 'det plejer vi at gøre'-symptomer, og det er hverken befordrende for en virksomheds eller ens egen udvikling.

”Den kultur har passet fint til mig. Jeg føler jo nærmest, at jeg altid sidder i et nyt job. Og jeg kunne ikke trives et sted, hvor det ikke var sjovt her og nu,” siger han.

Nye udfordringer

For fem år siden trængte Hans-Erik Kiil imidlertid til nye udfordringer. Og så rettede han igen blikket mod DTU, hvor han brugte de næste to år på at tage mastergraden i teknologi- ledelse. Han endte med at blive årgangens mønsterelev, men det krævede mere, end han oprindeligt troede.

”Vi fik at vide om studiet, at vi skulle regne med at afsætte så og så mange >>



>> timer til det. Det troede jeg nok ikke helt på, men jeg skal love for, at det var rigtigt!" Det var et krævende studium, siger han, men kalder det samtidig for 'alle tiders oplevelse'.

"Jeg har jo været autodidakt inden for teknologiledelse og har orienteret mig meget mod her og nu-løsninger. Men jeg kan da jævnligt ærgre mig over, at jeg ikke tog mastergraden noget før. Den har ændret min måde at arbejde på, især med hensyn til den menneskelige faktor," siger han.

Foruden et skærpet blik for, at mennesker – og ikke mindst sammensæt-

ningen af forskellige mennesketyper – har vital betydning for udviklingsprojekter, fik han også en anden 'åbenbaring' med mastergraden. Han ville bruge resten af sin karriere på teknologiudvikling – ikke på administration.

Derfor sidder han nu i chefstillingen i Danfoss PolyPower, som er det eneste firma i verden, der satser så hårdt på at masseproducere 'elastikkerne'. Ifølge Hans-Erik Kiil er den internationale respons på arbejdet positivt, og hverdagen travl – på trods af, at verden står midt i en global finanskrise. <



MASTER IN MANAGEMENT OF TECHNOLOGY (MMT) FRA DTU BUSINESS

- er en 21 måneder lang masteruddannelse på DTU
- har særligt fokus på forretningsudvikling, innovationsledelse og personligt lederskab
- kræver cirka 2000 timers arbejdsindsats
- kan søges af personer med mindst fem års erhvervs erfaring, ledelseserfaring og en uddannelse på bachelorniveau. Dispensation kan dog gives.
- Læs mere på www.business.dtu.dk

DTU'S HISTORIE



Oplev DTU's historie fra grundlæggelsen i 1829 til i dag på www.historie.dtu.dk.
Få hurtigt overblik med tidslinjen eller dyk ned i fortællingerne og det virtuelle museum.

KLIMA- KURSER PÅ DTU

DTU's Åben Uddannelse omfatter en række efter- og videreuddannelses tilbud inden for klima- og miljøområdet.

Eksempler er tværdisciplinære kurser på områder som miljøledelse og klimaudfordringen, brede samfundsrelaterede kurser om f.eks. 'Byplanlægning og bæredygtig byudvikling' eller fagspecifikke kurser som 'Produktion af biobrændstoffer' eller 'Emerging Energy Technologies'.

Åben Uddannelse er din mulighed for at følge undervisning sammen med DTU-studerende. Undervisningen løber over 3 eller 13 uger med undervisning i dagtimerne. Nye kurser starter januar/februar 2010.

Læs mere om efter- og videreuddannelse på DTU på www.match.dtu.dk/kurser

DTU Match 45257070
kontakt@match.dtu.dk
www.match.dtu.dk

JUBILÆUMSTRÆF 2010

DTU ønsker at bevare en livslang kontakt med sine alumner. Jubilæumstræffene er et led i denne kontakt.

- 28. januar:** 50-års-jubilæumstræf for årgang 1960.
20. maj: 40-års-jubilæumstræf for årgang 1970.
10. juni: 60-års-jubilæumstræf for årgang 1950.
18. november: 25-års-jubilæumstræf for årgang 1985.

DIMITTENDRECEPTIONER 2010

Afslutningen på de studerendes uddannelse fortjener fuld opmærksomhed. Ved dimittendreceptionerne fejrer DTU denne begivenhed.

- 11. marts:** Diplomingeniører og levnedsmiddelingenører.
8. april: Civilingeniører og engelske masters.
23. september: Diplomingeniører og levnedsmiddelingenører.
14. oktober: Civilingeniører og engelske masters.

Receptionerne er for dimittender, deres familie og undervisere fra studiet.

The screenshot shows the DTU Alumni website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'DTU Alumni', 'Hjælp', 'Om os', 'Kontakt', 'Arbejdsgivning', 'Netværk', 'Fakta', and 'Nyheder'. Below the navigation bar, there is a main content area with several news items and sections. The 'Dimittendreceptioner' section lists events for March 11, April 8, September 23, and October 14. The 'DTU Jobbank' section features a job listing for a 'Senior IT Support Specialist'. The 'Jubilæumstræf' section highlights the 50th anniversary of the first DTU graduates in 1960. The 'DTU Historie' section provides information about the university's history. At the bottom of the page, the website's URL 'WWW.ALUMNE.DTU.DK' is prominently displayed.

! DTU ALUMNI

- DTU Alumni er et led i DTU's vision om at være et internationalt universitet i faglig og social kontakt med omverdenen.
- DTU Alumni blev oprettet den 17. september 2004.
- Netværket er platform for ingeniører med en uddannelse fra DTU, DTH eller DIA og ph.d'er med en grad fra DTH eller DTU.
- Formålet er at bevare og udvikle en livslang kontakt mellem DTU og universitetets alumner.

Netværket

- 14.617 alumner er p.t. medlemmer af DTU's Alumnenetværk.
- 40.000 ingeniører og ph.d'er har en uddannelse fra DTU, DTH eller DIA.
- DTU Alumni er ramme om faglige og sociale netværk. Netværkene drives af medlemmerne selv eller i regi af institutter og centre ved DTU.

Løbende arrangementer

- 25-, 40-, 50- og 60-års-jubilæumstræf.
- Dimittendreceptioner for diplom- og civilingeniører.
- Gensynsdag hvert femte år.

! YDERLIGERE OPLYSNINGER
www.alumne.dtu.dk

