

# DYNAMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > SEPTEMBER 2009 > nr. 18



## Styr på fremtidens værktøj

TEMA OM FORSKNINGENS INFRASTRUKTUR

NATURGAS



Nordsøens  
katedraler

4

VINDENERGI



Forskning møder  
hav, land og vind

16

RENDRUM



Uundværlig for  
en hel industri

24

## INDHOLD >

### LEDER

3 Tillykke Lund

### NATURGAS

4 Nordsøens katedraler

### TEMA

### FORSKNINGSINFRASTRUKTUR

10 Hvid kemiteknik  
13 På forkant med næste svineinfluenza  
16 Big is better  
20 Skibet er ladet med havforskning  
24 Et rent grundlag for en hel industri  
28 Sol & vind skal gemmes  
31 Book rum i regne-hotellet  
35 En god alliance handler om mennesker  
36 Dunin - manden, der kom fra Danmark

### DET SKER PÅ DTU

39 Kalender  
39 DTU's 180-års-jubilæumsbog

### PORTRÆT FRA HISTORIEBØGERNE

40 DTU åbner døre  
42 Mechanicus Poulsens kamp med kiloene

### DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

44 DTU's ledelse og organisation  
45 DTU's institutter m.m.

### DTU ALUMNI

48 Danmarks største ingeniørtræf

10



20



31



36



48



FOTOS: THOMAS HJØRTJENSEN, SØREN KRISGAARD, CLAUDI LUNAU, THORILD ANDI CHRISTENSEN, COLOURBOX, SHUTTERSTOCK





## TILLYKKE LUND

Som tingene står lige nu, tyder alt på, at etableringen af European Spallation Source, ESS, vil blive gennemført, vil blive placeret ved Lunds Universitet – og vil blive medfinansieret af Danmark med omkring 1,4 mia. kr., nemlig med 12,5 procent af anlægssummen på i alt ca. 11 mia. kr.

Det skal ikke skjules, at DTU sammen med øvrige danske universiteter, specielt de to andre store, Københavns Universitet og Aarhus Universitet, har været mere end skeptiske over for klogskaben i denne generøse danske medfinansiering af forskningsinfrastruktur i Sverige.

Man kunne mene – ja, man kan næppe argumentere for det modsatte synspunkt – at der er et meget betydeligt behov for investering i infrastruktur på danske universiteter inden for teknisk videnskab, naturvidenskab og sundhedsvidenskab, hvis dansk forskning inden for disse områder skal opretholde sin stærke internationale placering. Om der ligefrem er tale om et efterslæb, er en smagssag, investeringsbehovet er meget betydeligt.

Den globaliserede verdens vindere i velstand og velfærd er dem, der får omsat forskning til hightech-ydelser og produkter hurtigere, bedre og mere avanceret end andre.

Det kan vi se sker verden over omkring de førende universiteter, ikke mindst de førende tekniske universiteter.

Fremragende universiteter skabes af fremragende forskere, der tiltrækker fremragende studerende; og fremragende forskere tiltrækkes og udvikles, hvor der er fremragende kolleger og forskningsinfrastruktur i særklasse. Forskningsinfrastruktur er en nødvendig forudsætning og kan afgørende accelerere en positiv spiral.

Det danske politiske system har valgt – mod vort råd – at prioritere satsningen i Lund, frem for at satse maksimalt i Danmark i disse kritiske år. Vi er blevet hørt, hvilket vi har noteret med tilfredshed, men vi er ikke blevet fulgt.

Som gode demokrater vil vi nu med energi søge at få det bedst mulige ud af situationen, som vil accentuere behovet for betydelige forskningsinfrastruktur-investeringer i Danmark. For at være sikre på at være blandt de første, der udtrykker det, vil vi allerede nu ønske Lund tillykke. Vi tilsiger vor støtte til succes.

Lars Pallesen

Rektor



# NORDSØENS KATEDRALER

Ingeniørmæssigt pionerarbejde har gjort Tyra-feltet til et eventyr, der i 25 år har tjent DUC og den danske stat trofast ved at bringe energi op fra den danske undergrund. Skiftende politiske og samfundsmæssige krav sørger fortsat for, at der vil være store udfordringer at tackle for ingeniørerne.

TINE KORTENBACH >

Dansk Undergrunds Consortium (DUC) består af tre parter: A.P. Møller - Mærsk, Shell og Chevron.

Fra gammel tid har man målt olie i tønder. En tønde svarer til 159 liter. En kubikmeter svarer til 6,3 tønder nordsøolie.

Tyra-feltet består af 11 platforme, som er grupperet i Tyra Øst og Tyra Vest. Dagligt behandles op til 24 mio. kubikmeter gas.

Helikopteren lader sig tilsyneladende ikke påvirke af den stive blæst i Esbjerg Lufthavn. Elegant svæver den opad, og efter et svagt ryk, som får Sikorsky 92A'en til at hælde fremad, går turen i lav højde ud over vestkystens hvide, brede kystlinje. Efter en times tid i den øredøvende larm under rotorens monotone snurren tegner de første platforme sig i horisonten: først Dan, så Halfdan, Skjold og Gorm.

Derefter når vi til Tyra Vest. På afstand ser det ud som små stilladser. Men efterhånden som vi kommer nærmere, åbenbarer et gigantisk bygningsværk sig. Himmelstræbende tårne og platforme med gangbroer imellem – Nordsøens katedraler fristes man til at kalde det. Og som en guldsmed lander vi graciøst på det store, grønne helikopterdek.

Anledningen til flyveturen er Tyras jubilæum. Den 1. oktober er det nøjagtig 25 år siden, at feltet blev officielt

indviet og dermed indledte en ny epoke i dansk energiforsynings historie.

Etableringen af Tyra og hele det danske naturgasnet har været en gigantisk ingeniørmæssig kraftpræstation planlagt af et lille team af kyndige fagfolk.

På godt fem år havde man ude i Nordsøens barske omgivelser, omkring 200 km fra Esbjerg, investeret mere end ti mia. kroner og over otte mio. arbejdstimer fordelt på omkring 20.000 personer for at skabe det nye gasproduktionssystem, der havde Tyra som centrum. Det var realiseringen af Danmarks hidtil største og nok mest specielle industrikompleks. Der til kom hele forsyningsnettet på land.

## En lille håndfuld pionerer

En af deltagerne på flyveturen er civilingeniør og ph.d. Jørgen Gross-Petersen. Han hører til den lille gruppe af danske ingeniører, der var med til at designe Tyra, der stod færdigt i 1984. >>



FOTO: MÆRSK OLIE OG GAS



Daværende statsminister Poul Schlüter foretog den officielle åbning af gasfeltet Tyra sammen med Mærsk Mc-Kinney Møller mandag den 1. oktober 1984. I den anden ende af gasledningen, ved behandlingsanlægget i Nybro ved Varde, var det dronning Margrethe, der åbnede for hanen for at markere starten på nordsøgasens epoke.

”Vi var kun tre-fire danske ingeniører, og der var i det hele taget ikke mange danskere i hele teamet til at designe faciliteterne,” husker han. ”De fleste medarbejdere kom fra vore udenlandske samarbejdspartnere.”

”Takket være min grunduddannelse på DTU kunne jeg se mulighederne og var i stand til at kombinere forskellige fag,” fortsætter Jørgen Gross-Petersen, der er Senior Chief Engineer i Mærsk Olie og Gas.

”Egentlig er jeg stålmand af uddannelse, men jeg har nu mest arbejdet som kemiingeniør.”

#### Udnyttede ekstra styrke

Der herskede en sand pionerånd. Ingeniørerne var nødt til at tænke innovativt i det helt nye område, de bevægede sig ind i.

Som et eksempel nævner Jørgen Gross-Petersen, da man begyndte på de nye horisontale borer, som gav væsentligt større produktion end de hidtidige vertikale. Det lykkedes ingeniørerne at sætte 12 ekstra brønde på den samme platform, så antallet af brønde blev fordoblet i forhold til det oprindeligt planlagte. Det øgede produktionen i ganske betydelig grad fra de eksisterende platforme. Samtidig sparede man både tid og rigtig mange penge ved ikke at skulle bygge helt nye platforme.

Det kunne lade sig gøre, fordi ingeniørerne kombinerede tre forhold:

”For det første vidste jeg fra nogle dengang helt nye undersøgelser, at bølgemodstanden fra 12 brønde placeret tæt ved siden af hinanden i realiteten er væsentligt mindre end bølgemodstanden fra 12 enkeltstående brønde, som man var gået ud fra i planlægningen af platformen.”

”For det andet indså vi, at der måtte være en del reservestyrke i platformkonstruktionen, da stålpladerne til fremstilling af platformene blev leveret i standardtykkelser. Stålpladerne var f.eks. 15 mm tykke, selv om vi kunne regne os frem til, at vi kun havde brug for 14,2 mm.”

”For det tredje var platformen projekteret ud fra en nominel minimumstyrke, da stålet først fabrikeredes efter projekteringen af platformen. For den færdige platform kendtes styrken af det leverede stål, og derved kunne denne ekstra styrke i platformen også udnyttes.”

”Det kan virke som små detaljer, men det var bl.a. medvirkende til, at det ikke var nødvendigt at bygge to yderligere brøndhovedplatforme ved

FOTO: MÆRSK OLIE OG GAS



Tyra Øst og Tyra Vest. Og med de omkostninger, der er forbundet med arbejdet i Nordsøen, har de yderligere brønde på den eksisterende platform sparet os for store investeringer.”

#### Forsyningsikkerhed

Den danske olieproduktion i Nordsøen var lige begyndt i 1972, da verden blev rystet af oliekrisen i 1973. De olieproducerende lande gennemtvang en firedobling af olieprisen i løbet af få måneder. Den danske stat var derfor fast besluttet på at mindske afhængigheden af olielandene.

Nede i undergrunden findes olie og naturgas ofte i samme lag. Derfor producerede Dansk Undergrunds Consortium (DUC) både olie og gas, men gassen kunne ikke eksporteres, og den

del, der ikke blev brugt til brændstof på platformen, måtte geninjiceres i reservoiret for senere produktion. Den geninjicerede gas øgede trykket i reservoiret og derved også produktionen fra reservoiret.

I andre lande, først og fremmest Holland, hvor man havde gjort gasfund offshore, havde man ført gasledninger ind til land for at anvende naturgassen. Det var en nem og bekvem energikilde, som få dage efter, at gassen havde forladt feltet, var klar til brug i familiens komfur eller fyr.

Flere partier i Folketinget krævede, at Danmark også skulle udnytte gassen. Det førte til, at Folketinget besluttede, at Danmark skulle have et naturgasnet.

Oliekrisen havde derfor sat politisk fokus på forsyningssikkerheden. Na-

**”Takket være min grunduddannelse på DTU kunne jeg se mulighederne og var i stand til at kombinere forskellige fag.”**

Jørgen Gross-Petersen, Senior Chief Engineer i Mærsk Olie og Gas

>>





FOTO: TINE KORTENBACH

Senior Chief Engineer Jørgen Gross-Petersen foran en af brøndhovedplatformene, som det lykkedes at forsyne med 12 ekstra brønde, da ingeniørerne havde regnet ud, at platformen kunne understøtte det.

turgasprojektet var et vigtigt led i målsætningen om at mindske afhængigheden af energi udefra ved at indføre et flerstrengt forsyningssystem, hvor gassen sammen med olien fra Nordsøen skulle være vigtige brikker.

Det lykkedes. Før oliekrisen bestod 92 procent af Danmarks energiforsyning af olie. Nu udgør olie kun omkring 40 procent af danskernes energiforsyning, mens naturgas tegner sig for 25 procent.

### Fokus på klima og miljø

I de senere år er fokuset på forsynings-sikkerhed blevet mindre. Nu gælder det i højere grad klima og miljø, så der er fortsat nye udfordringer for ingeniørerne.

Mærsk Olie og Gas har i samarbejde med andre danske operatører samt Energi- og Miljøstyrelsen udarbejdet handlingsplaner for miljøforhold offshore og energieffektivitet. Selskabet ønsker f.eks. at reducere afbrændingen af gas, den såkaldte flaring, som er fagudtrykket for den flamme, der brænder nat og dag ved enhver produktionsplatform af sikkerhedsmæssige

hensyn. Hvis noget skulle gå galt i produktionen, er der nemlig brug for, at overskydende gas kan fjernes hurtigst muligt. Målsætningerne for 2009 er at reducere CO<sub>2</sub>-udslippet fra afbrændingen med otte procent i forhold til 2008.

”Vi vil bruge to midler til at holde afbrændingen på et minimum uden at forringe sikkerheden,” fortæller Senior Chief Engineer Jørgen Gross-Petersen.

”Foruden at nedsætte selve det sikkerhedsbetingede udslip mest muligt er vi ved at udvikle et såkaldt flare gas recovery system, som i normal drift vil genindvinde gassen fra gasafbrændingssystemet.” En prototype af det nye flare gas recovery system er planlagt til at blive sat i drift i 2010, og dermed forventes en yderligere reduktion af den sikkerhedsbetingede afbrænding.

”Også olieudledningen har vi reduceret væsentligt de senere år,” siger Jørgen Gross-Petersen og tilføjer, at ”brugen af de såkaldte røde kemikalier stort set er ophørt.” Røde kemikalier er betegnelsen for stoffer, som ifølge Oslo-Paris-havmiljøkonventionen anses for potentielt at være bioakkumule-

rende, giftige eller langsomt nedbrydelige.

Professor Erling Stenby fra DTU Kemiteknik oplyser, at Mærsk Olie og Gas sammen med StatoilHydro, Total, BP og Gassco i øjeblikket deltager i et projekt på DTU om at mindske og optimere brugen af kemikalier i produktionen.

### Gas til Europa

Der produceres nu dagligt op til 24 mio. m<sup>3</sup> gas gennem Tyra-faciliteterne. Hovedparten af produktionen sendes til Danmark. Den resterende del sendes via en gasledning, der blev etableret i 2004, til det hollandske gasnet, så det er muligt at eksportere gas til forbrugere i Europa.

I dag er de fleste olie- og gasfelter i Nordsøen forbundet med hinanden, således at olie og naturgas samles og føres i land gennem rørsystemer. Gassen går ind til den jyske vestkyst ved Nybro nord for Esbjerg. Herfra sendes den videre gennem rørledninger til de danske forbrugere eller videre til Sverige og Tyskland.

### Nye udfordringer

Der er fortsat store udfordringer for Mærsk Olie og Gas.

”Som ingeniør kan jeg ikke lade være med at blive fascineret af tanken om, at man i udlandet er i gang med udbygninger på 1000 meter vand, hvilket er betydeligt dybere end i Nordsøen,” fortæller Jørgen Gross-Petersen.

Herhjemme mangler der heller ikke udfordringer. En af dem er at gøre nye fund. Det er også en gigantisk ingeniørmæssig udfordring at øge indvin-



dingsgraden for de felter, der allerede producerer. Da man begyndte den danske olieproduktion for mere end 30 år siden, regnede man med, at det ville være muligt at hente omkring fem procent af den olie, der gemte sig i undergrunden. I dag gør nye teknikker det muligt at presse mere end 30 procent af olien ud af undergrunden. Nogle af de væsentligste teknologiske kvantespring i den danske olie- og gasproduktion har været introduktionen af horisontale borer og vandinjektion.

Ifølge prognoserne er vi halvvejs i eventyret. De kendte reserver i Nordsøen er nu mindre end den mængde, der allerede er hentet op af undergrunden.

Franz Willum Sørensen, der er ansvarlig for Mærsk Olie og Gas' produktion i Danmark, oplyser, at produktionen er toppet. Nu er både udvindingen af olie og gas faldende.

”Olieproduktionen fortsætter mange år endnu, men gaseksporten må forventes at holde op før olien,” forudser han. Så eventyret fortsætter indtil videre, og Danmark vil også i fremtiden være et olieland. <



## INTERNATIONALT FORSKNINGSMILJØ

”Pionerånden, den store entusiasme og Mærskes vilje til at tænke i nye baner har gennem årene smittet af på forskningsmiljøet i Danmark,” vurderer professor Erling Stenby, DTU Kemiteknik, og tilføjer:

”Samarbejdet med Mærsk Olie og Gas gennem 20 år har også været stærkt medvirkende til, at vi har kunnet opbygge et internationalt og slagkraftigt forskningsmiljø, som har kunnet udklække mange civilingeniører og ph.d.er til glæde for den danske oliebranche.”



# HVID KEMITEKNIK

Kemiske og farmaceutiske produkter kan fremstilles billigere og mere miljøvenligt ad bioteknologisk vej. Ny infrastruktur på DTU Kemiteknik skal understøtte den hvide bioteknologi.

MORTEN ANDERSEN >

Man kan næsten kalde det kemiteknik version 2.0. Så vidtgående er planerne for forsøgshallerne på DTU Kemiteknik.

”Når man arbejder med hvid bioteknologi og farmaceutisk produktion, skal man håndtere levende celler og meget potente stoffer. Man kan sågar forestille sig, at vi på et tidspunkt skal håndtere smittefarlige mikroorganismer, for eksempel ved fremstilling af vacciner. Det kan kun foregå i klassificerede laboratorier. Blandt andet er der høje krav til renhed og til dokumentation. Men omvendt ville det være unødvendigt og alt for dyrt, hvis for eksempel vores forsøg med forbrænding af biomasse og affald skulle foregå i den type laboratorier,” forklarer institutdirektør, professor Kim Dam-Johansen.

Tankegangen er derfor at dele faciliteterne ind i sektioner. I den ene ende starter man med de mest ”snavsede” forsøg, der for eksempel kan omfatte forbrænding, pyrolyse og forgasning af biomasse, affald eller kul ved høje temperaturer. Gradvist bevæger man sig opad i renhed, indtil man i den modsatte ende af bygningen når til de meget rene rum, hvor farmaceutisk og bioteknologisk forsøgsproduktion kan håndteres.

#### Tegningerne er klar

Instituttets varemærke er at tage den grundlæggende kemi og biologi, som udvikles i lille skala i traditionelle la-

## NOVOZYMES: SÆTTER NYE STANDARDER

Enzym-producenten Novozymes er nærmest indbegrebet af hvid bioteknologi. Koncern-direktør Per Falholt støtter planerne varmt:

”Planerne om at modernisere faciliteterne til effektiv opskalering og produktionsmodning på tværs af den kemiske, bioteknologiske, farmaceutiske og energirelaterede industri vil give erhvervssamarbejdet betydelig fremdrift og være med til at sikre dansk erhvervs-livs konkurrenceevne i årene frem.”



FOTO: NOVOZYMES

”Danmark har i mange år nydt godt af et tæt samarbejde mellem industrien og DTU Kemiteknik. Det har ført til en enestående situation inden for produktion og opskalering af nye processer, hvor vi mestrer de kemitek-niske detaljer i meget høj grad. Det har i årenes løb været afgørende i den globale konkurrence,” fortsætter Per Falholt.

”Samarbejdet med DTU Kemiteknik bliver ved med at sætte nye standarder for, hvor effektive vi er i vores procesoptimering. Samtidig uddannes mange nye kemiingeniører til stor gavn for Novozymes.”

boratorier, videre til industriel skala. Medarbejdere fra en lang række af landets virksomheder inden for kemi, energi, katalyse, cementproduktion, fødevarer, ingredienser og farmaceutisk produktion færdes jævnligt i instituttets forsøgshaller.

”Vores forgængere, som planlagde instituttets infrastruktur for mere end 40 år siden, var forudseende. Planerne fra dengang har vist sig meget robuste over for de opgaver, vi med tiden kom til at løse. Men nu er vi kommet ind i en anden tid,” siger Kim Dam-Johansen.

”Bortset fra, at høj renhed vil være en forudsætning for at kunne udføre

de relevante eksperimenter i samarbejde med erhvervslivet, har vi også et hensyn at tage til vores egne medarbejdere. Der er stor forskel på kravene til sikkerhed og arbejdsmiljø i dag og for 40 år siden,” understreger institut-direktøren.

”Dertil kommer kravene om elektronisk infrastruktur. Instrumenteringen og dataopsamlingen omkring kemiske forsøg er langt mere omfattende i dag.”

#### Et svar fra hjertet

I skrivende stund er kun tegningerne for den nye bygning 228 klar – finansieringen af ombygningen, der vil løbe op i et trecifret millionbeløb, er endnu >>

## H. LUNDBECK: ET TEKNOLOGISK SPRING

Også H. Lundbeck, der fremstiller medicin til behandling af sygdomme i centralnervesystemet, glæder sig.

”En modernisering af DTU Kemitekniks forsøgsfaciliteter vil være særdeles gunstig for samarbejdet mellem vore organisationer,” siger koncerndirektør Lars Bang.

”Inden for lægemiddelproduktion er fremstillingen af de aktive substanser den dyreste, mest tidskrævende og ikke mindst miljø- og arbejdsmæssigt mest komplicerede del. Vi befinder os i starten af et teknologisk spring, hvor det vil være muligt at udvikle udstyr og processer, så kontinuert produktion i små anlæg kan erstatte traditionelle kemiske fabrikker i stor skala. Inden for dette område er vi glade for vort samarbejde med DTU Kemiteknik – og håber i sagens natur på, at instituttet også om ti år er ”fremme i skoene” på dette felt,” uddyber Lars Bang.



FOTO: H. LUNDBECK



FOTO: THOMAS HJORT JENSEN

ErhvervsPhD-studerende Maja Bøg Toftegaard i en af DTU Kemitekniks forsøgshaller til storskalaforseg i bygning 228.

ikke på plads. Dermed er det endnu ikke klart, om, og i så fald hvornår, instituttets infrastruktur kan træde ind i en ny tidsalder.

På spørgsmålet om, i hvor høj grad det er instituttets akademiske formåen, og i hvor høj grad det er infrastrukturen, der gør DTU Kemiteknik interessant for industrien, svarer Kim Dam-Johansen:

”Det kan der ikke sættes procenter på. I første omgang er det vores akademiske kapacitet, som trækker virksomheder til. Dermed bliver det muligt for os at etablere forsøgsfaciliteter i samarbejde med dem. Når vi så har udstyret, trækker det nye virksomheder til. Samtidig øger vi vore akademiske kompetencer. Man kan ikke skille tingene ad.”

Et rummeligt svar, der kommer lige fra hjertet!

En smilende Kim Dam-Johansen tilføjer, at han har talrige eksempler som dokumentation.

**Skarpe udenlandske studerende**  
Instituttets direktør understreger, at han ikke kun har forskningssamarbej-

de med danske virksomheder i tankerne:

”Det er en del af vores strategi at profilere os internationalt. For eksempel havde vi i sommer 50 udenlandske studerende, heraf 40 fra USA, til vores sommerskole i enhedsoperationer og procesteknik, ligesom vi har mange udenlandske studerende, der kommer her for at udføre deres masterprojekt.”

I år starter instituttet desuden et erhvervsrettet elite-master-program i Chemical and Biochemical Engineering, hvor særligt kvalificerede udenlandske studerende rekrutteres i samarbejde med danske virksomheder, der også yder sponsorstøtte.

”De danske virksomheder har en interesse i, at dygtige udenlandske studerende kommer hertil for at skabe netværk og få indblik i dansk kultur og i vores akademiske tradition,” forklarer institutdirektøren.

”Det gør chancerne større for, at nogle af dem senere vil tage arbejde i de danske virksomheder enten her i landet eller i datterselskaber i udlandet.” <



# PÅ FORKANT MED NÆSTE SVINEINFLUENZA

Klimaforandringer og globalisering gør både mennesker og dyr mere udsatte for infektionssygdomme. Genteknologisk fremstillet vaccine er svaret på udfordringen.

**MORTEN ANDERSEN >**

Allerede inden en vaccine mod influenza A er tilgængelig, raser diskussionen om, hvem der skal stå forrest i køen for at modtage den. Debatten understreger aktualiteten af DTU's bestræbelser på at skabe en teknologisk platform, der kan danne grundlag for hurtig udvikling af nye vacciner.

”Der vil komme helt nye virus, og der vil komme nye varianter af kendte virus, som er resistente over for traditionel behandling. Derfor er evnen til at producere nye vacciner mere relevant end nogensinde,” siger professor Peter Heegaard, DTU Veterinærinstituttet.

Han henviser især til to tendenser.

”For det første er der klimaforandringerne, som betyder, at bærere af infektionssygdomme vil optræde i nye områder. Et eksempel er kvægsygdommen blue tongue, der skyldes markant øget forekomst af mitte (et insekt beslægtet med myg, red.) i Danmark. For det andet er der globaliseringen, som betyder, at både dyr og

>>

## “Der vil komme helt nye virus, og der vil komme nye varianter af kendte virus, som er resistente over for traditionel behandling. Derfor er evnen til at producere nye vacciner mere relevant end nogensinde.”

Professor Peter Heegaard, DTU Veterinærinstituttet

mennesker rejser mere, hvilket øger risikoen for nye typer smitte. Derfor er der ingen tvivl om, at vi vil se nye typer infektioner dukke op hyppigere end tidligere – både hos dyr og mennesker.”

### Kød og blod på teorien

Udfordringerne er store, men Peter Heegaard ser gode muligheder for, at DTU kan løfte dem:

”DTU Systembiologi i Lyngby råder blandt andet over internationalt førende forskere inden for bioinformatik. Når en ny type infektion optræder, vil de meget hurtigt kunne identificere genomet for den sygdomsfremkaldende organisme. Det er første skridt på vejen til at kunne pege på mulige kandidater til vaccine. På DTU Veterinærinstituttet står vi så for den ”våde” del. Vi kan eftervise i dyreforsøg, at det rent faktisk kan lade sig gøre at skabe immunitet over for sygdommen ved hjælp af vaccinen.”

Dyreforsøgene kan også afklare, om der er bivirkninger ved vaccinen.

”Der er langt fra at have en vaccine, der teoretisk set skulle være egnet, til at have noget, der kan anvendes i praksis. Vi har stor erfaring med at

sætte kød og blod på computermodellerne – i meget bogstavelig forstand! På den måde supplerer kompetencerne på DTU Systembiologi og vores kompetencer hinanden,” siger Peter Heegaard og tilføjer, at DTU ikke selv skal producere vaccinen i sidste ende:

”Det gør private virksomheder bedre. Der findes allerede store kommercielle virksomheder med et up to date beredskab til at producere vacciner.

Vores opgave vil være at tage tingene fra grundforskning op til en mellem-skala, hvor de bliver interessante for virksomhederne.”

### Tænker på landmandens økonomi

Selvom influenza A populært kaldes svineinfluenza, er det især risikoen for mennesker, der præger debatten. DTU Veterinærinstituttet er også optaget af virus, der ”kun” udgør en risiko for dyr. Et eksempel er mund- og klovesyge, der er en meget smitsom sygdom blandt kloddyr. Et udbrud af en ny variant af sygdommen kan få store konsekvenser for eksport og økonomi.

Selvom der er strenge etiske krav i forbindelse med dyreforsøg, er det væsentligt lettere at få tilladelse til at afprøve en vaccine, der er under udvik-

ling, på syge dyr, end til at afprøve vacciner under udvikling på menneskelige patienter.

”Man er også noget mindre restriktiv med godkendelseskravene for medicin til dyr. Samtidig er den genetiske variation blandt landbrugets produktionsdyr mindre end blandt mennesker. Det skyldes først og fremmest, at man bruger et begrænset antal avlsdyr. Det gør det nemmere at udvikle vaccine til produktionsdyr. Så man kan udvikle en vaccine til dyr væsentligt hurtigere end til mennesker,” forklarer Peter Heegaard.

Til gengæld er der andre udfordringer, når man udvikler medicin til dyr:

”Det er jo landmændene, der skal købe medicinen, så der vil altid være en afvejning af prisen for en vaccine kontra det tab, landmanden har på sygdommen. Derfor er man ude i en fin balance, hvor det gælder om at udnytte billige råmaterialer til at producere vaccinen.”

### Langt fremme med SARS-vaccine

Ser man på den rent videnskabelige udfordring, er der i princippet ingen forskel på at udvikle en vaccine til dyr og til mennesker.

”Samspelet mellem sekvensforskere og klinikere som os er lige relevant i begge sammenhænge.”

Et eksempel på vellykket samspil mellem sekvensanalyse og klinisk forskning er sygdommen SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome - eller på dansk akut luftvejssyndrom). Sygdommen brød ud i 2002 i Kina. Til alt held gik udbruddet i sig selv igen, men faktisk nåede forskere på Center for Biologisk Sekvensanalyse under DTU

Systembiologi sammen med forskere ved Københavns Universitet at udpege kandidater til vaccine mod sygdommen. Det kunne kun lade sig gøre, fordi forskerne i forvejen havde en god model for, hvordan det menneskelige immunsystem virker. Modellen var blandt andet baseret på forsøg.

”Vi udfører nu forsøg på svin, så vi ender med en model, der kan bruges til at udpege kandidater til vacciner mod virussygdomme, der rammer svin. Det er bestemt ikke trivielt at overføre mekanismer set hos mennesker til svin eller omvendt,” siger Peter Heegaard, DTU Veterinærinstituttet.

”Bagefter vil det i øvrigt være oplagt også at lave tilsvarende forsøg på kvæg, hvor der også er store økonomiske interesser på spil.”

### **Genteknologisk vaccine er fremtiden**

Det hører med til billedet, at udvikling af vacciner til produktionsdyr har været en central aktivitet på instituttet siden oprettelsen i 1908. Traditionelt har arbejdet foregået ved at isolere virus eller bakterier fra et sygt dyr og derefter bruge en lille mængde til at aktivere immunsystemet hos et rask dyr. Herefter er det raske dyr beskyttet. Man kan nu tappe blod fra det raske dyr og bruge det til at vaccinere andre dyr.

”Det har vi gode erfaringer med, men vi betragter det som en gammeldags måde at arbejde på,” siger Peter Heegaard med henvisning til, at det vil være dyrt og besværligt at vaccinere et stort antal dyr på den måde.

”Fremtiden tilhører vacciner, der er fremstillet industrielt på baggrund af genteknologi og viden om immunsystemet på molekylært niveau.” <

## **VACCINEFORSKERNES FORETRUKNE VÆRKTØJER**

De molekyler, som indeholder arveanlæggene i alle celler, kaldes dna (deoxyribonucleic acid). Dna er bygget op af en række byggesten, der hver især består af tre dele, nemlig sukker, en nitrogenholdig base og en fosfatgruppe. Det er den nitrogenholdige base, som er genetisk interessant. Der er fire forskellige baser, som optræder i dna: cytosin (C), guanin (G), thymin (T) og adenin (A). Når man analyserer dna fra en given organisme, er det rækkefølgen af disse fire baser i dna-molekylet, man bestemmer. Man får altså lange rækker af bogstaver: ACGCAACGCAAT... og så videre. Der findes avancerede, computerbaserede metoder til at udpege de steder i dna-strengene, som er gener.

### **Microarrays**

Når man har kortlagt samtlige gener – genomet – for en organisme, kan man derefter finde afvigelser hos enkelte individer ved at sammenligne med genomet. Stumper af en dna-prøve anbringes i et substrat, og det afprøves, om et kendt gen eller en gensekvens matcher prøven. Bruger man små plader, såkaldte microarrays, kan man undersøge flere tusinde gener ad gangen.

### **PCR**

En anden hævdevunden metode er PCR (Polymerase Chain Reaction). Metoden kan bruges til at opformere en bestemt stump af en organismes arvemaske. Det er for eksempel en hurtig metode til at afgøre, om en given infektion er til stede i en prøve. Dermed er PCR meget relevant i forbindelse med udvikling af vacciner.

### **Sekvensmaskiner**

En sekvensmaskine, som på det seneste er udviklet til høj ydelse, kan direkte se, hvilke gener der er aktive i en prøve. En ting er nemlig en given organismes arveanlæg, en anden, hvilke gener der er aktive – dvs. giver cellerne ordre til at producere bestemte proteiner.

”Når man arbejder med vacciner, er det centralt at vide, hvilke gener der er aktive – både hos virussen eller bakterien og hos det dyr eller menneske, der er inficeret. Det kan de nye generationer af sekvensmaskiner fortælle os, og derfor er de på vej til at overhale både microarrays og PCR indenom,” siger professor på DTU Veterinærinstituttet Peter Heegaard.

Instituttet har netop besluttet at anskaffe denne type højtydende sekvensmaskineudstyr. Indkøbet skal nu i EU-udbud.

# BIG IS BETTER

Træer vokser ikke ind i himlen, men vindmøller gør. DTU's unikke faciliteter til fuldskalatest baner vejen.

**MORTEN DAHL** >

Fremtidens vindmøller har en rotordiameter på over 200 meter og står tæt på hinanden i store vindmølleparker på havet. Her udsættes de for voldsomme vindpåvirkninger, og kravene

til møllernes stabilitet og styrke er derfor enorme. Vindmølleindustrien når langt med beregninger, men kun gennem test under realistiske forhold skabes den nødvendige viden om vinden



og turbulensens påvirkninger, som bærer vejen for de store og langt mere effektive møller og sikrer Danmarks fortsatte førerposition inden for forskning, udvikling og produktion af vindenergi. Meget af denne viden kan industrien indhente på Risø DTU's prøvestation i Høvsøre, hvor forskningen mødes med hav, land og vind.

### Forståelse for vinden

DTU's prøvestation for store vindmøller ved Høvsøre i Vestjylland er unik. Her blæser de stærkeste vinde i Danmark. På prøvestationen, som blev sat i drift i 2002, kan industrien afprøve dens prototyper til vindmøller i fuld skala under meget kontrollerede forhold. Der er fem teststande med tilhørende meteorologi- og målemaster, som måler vinden foran vindmøllen, den effekt, som møllen producerer, og dermed dens effektkurve.

Med DTU's nye vindskanner, som er en ny dansk forskningsfacilitet støttet af Forskningsstyrelsen, og som nu er under opbygning på Risø DTU, bliver det muligt at lave endnu mere komplekse målinger på Høvsøre.

”Udviklingen af stadigt større møller har skabt et behov for en ny målefacilitet, der kan teste den vindbelastning, møllerne udsættes for i deres naturlige omgivelser. Vinden varierer, og derfor vil vi gerne kunne måle vinden og turbulensen, som er ændringer i vinden forskellige steder på samme tid. Det er blevet muligt med vindskanneren,” forklarer Torben Mikkelsen, forskningsspecialist og leder af vindskanner-infrastrukturen på Risø DTU.

Vindskanneren er en mobil facilitet baseret på stabile fiberlasere, som er en ny teknologi, der er udviklet i forbindelse med telekommunikation. Skanneren består af tre laserbaserede fjernvindmålere, såkaldte wind-lidars, der fra jorden styrer og fokuserer laserstrålerne mod ét punkt, hvorved vindens retning og hastighed i krydsfeltet mellem de tre laserstråler bestemmes samtidig fra tre forskellige retninger med op til 500 målinger i sekundet. Ved at flytte de fokuserede punkter kan vindskanneren skanne vind- og turbulensforholdene omkring møllen. På denne måde kortlægges det tredimensionale vindfelt. Men det er ikke det eneste, skanneren kan bruges til, fortæller Torben Mikkelsen:

”Vindskanneren kan også anvendes til at skanne landskabet og måle vindforholdene for en kommende mølleplacering og dermed få et billede af turbulensen. Og på en af møllerne i vindmølleparken ved Tjæreborg Enge laver vi her i efteråret forsøg med en tredje applikation af vindskanneren. Her integrerer vi wind-lidaren i ”næsetippen” på vindmøllen, så den måler vinden, der kommer ind mod møllen forfra, men også turbulensen i kølvandet bag møllen. Vi forventer, at vindskannere på sigt kan blive en integreret komponent i fremtidens store vindmøller, der kan anvendes til kontrol og styring af møllen, så den automatisk drejer vingerne optimalt i forhold til vindretningen, inden vindstødene kommer, og dermed bidrager til at optimere møllens produktion og levetid.”

### Brobyggerne

På Høvsøre får producenterne en infrastruktur, der virker, og de betaler DTU's investering tilbage i form af leje >>



FOTO: JAN KOFOED WINTHER



Henrik Stiesdal, teknologichef hos Siemens Wind Power A/S, mener, at Danmark adskiller sig fra udlandet ved sin lange erfaring i samarbejdet mellem industrien og forskningsinstitutioner. Samarbejdet sikrer fokus på både den lange og den korte bane og gør Danmark i stand til at se mere kvalificeret på vindmøllen som en helhed. Men for at bevare Danmarks fremtrædende position inden for vindenergi er det nødvendigt at satse på bedre forsøgsfaciliteter som eksempelvis en vindtunnel, der kan imødegå behovet for fuldskalaletest, mener Henrik Stiesdal.

for prøvestandene. Det er et godt eksempel på den synergi mellem DTU og vindmølleindustrien, der, siden man i 1978 begyndte at teste vindmøller på Forskningscenter Risø ved Roskilde Fjord, har været en stærk dynamo bag Danmarks førerposition inden for forskning i vindenergi. Dengang havde Risø rollen som det samlende led mellem de to andre parter i det succesfulde triple helix-samarbejde mellem myndigheder, forskning og industri.

Det er også rollen i dag, forklarer Poul Hummelshøj, programleder på Risø DTU og ansvarlig for prøvestationen:

”Vores placering mellem myndigheder og industri gør, at vi kan binde de to parter sammen. Det har altid været vores fokus at være brobyggere mellem de to parter og få forskningen ud i verden.”

Det er en målsætning, som er i tråd med industriens behov, fortæller teknologichef hos Siemens Wind Power A/S Henrik Stiesdal:

”Høvsøre er uundværlig som prøveplads for vores vindmøller. Her kan vi få afprøvet vores nye produkter under højvindsforhold, og vi kan optimere og forbedre med rimelig sikkerhed for, at vi hurtigt kan se virkningerne under realistiske forhold. Desuden danner Høvsøre en god ramme for samarbejde i et forskningsmiljø med dygtige folk, der fungerer som reference for industrien.”

#### Hele vindmøller

Overalt på verdenskortet skyder store og effektive møller i vejret som monumenter over en industri, der har bevæget sig fra at se på vindmøllen som et samlesæt af specialviden til at se på den som en helhed. I Danmark står denne systemtankegang solidt på skuldrene af 30 års specialviden om enkeltkomponenter, hvor bl.a. DTU i rollen som brobygger har skabt den nødvendige sammenhæng. Det gør Danmark unik.

”I Danmark har vi den lange erfaring i samarbejdet mellem industri og forskningsinstitutioner, som på samme tid giver os både det forskningsmæssige langsigtede og det industrielle kortsigtede med fokus på konkret applikation. Det er netop denne force, som de andre lande ikke har, og som gør, at vi kan se mere kvalificeret på møllen som helhed,” forklarer Henrik Stiesdal.

Denne holdning deles af administrerende direktør for Vindmølleindustrien Jan Hylleberg:

”Vindenergiforskningen i Danmark er kendetegnet ved, at vi ser på møllen som en helhed og har styr på stort set alle disciplinerne. Der vil i de kommende år være behov for at investere i yderligere forskning og forskningsinfrastruktur, bl.a. på Risø DTU, hvor man er i fuld gang med at etablere Videncentret for Vindmøllekomponenter for den meget store un-

derskov af små og mellemstore virksomheder i underleverandørkæden – et center, som meget gerne i løbet af få år skal udbygges med en 1 MW-forskningsmølle. Det nye testcenter er et godt eksempel på, hvordan man i Danmark i stigende grad er begyndt at fokusere på systemløsninger frem for enkelkomponentløsninger, og det er med til at styrke det danske erhvervs position i forhold til udlandet.”

#### Fremtidens vindmøller

Fleksibilitet, tid og adgangen til højt kvalificeret arbejdskraft er afgørende faktorer, når de store aktører i dansk vindmølleindustri planlægger fremtidens udviklingsafdelinger. Værdien af testpladser i udlandet er ikke så stor som testpladser i Danmark tæt på udviklingsafdelingerne, fastslår Jan Hylleberg:

”Vi oplever i disse år stor international konkurrence om, hvem der kan

tilbyde de bedste faciliteter til at udvikle og afprøve ny teknologi. Derfor er det helt afgørende for at fastholde vores industris høje aktivitetsniveau i Danmark ikke mindst på forskning og udvikling, at vi har en fortsat udvikling af den offentlige forskning og forskningsinfrastrukturer, der kan teste fremtidens vindmøller.”

En sådan vigtig satsning vil ifølge Henrik Stiesdal være en forsøgsfacilitet til afdækning af spændet mellem aerodynamiske beregninger og fuldskalatest:

”Ud over en fortsat udvikling af infrastrukturen, der kan imødegå fremtidens behov for fuldskalatest af vindmøller, kan vi håbe på, at vi i Danmark en gang for alle kan få skåret igennem og få lavet en ordentlig vindtunnel, hvor man under relevante og realistiske strømningsforhold kan få retvisende målinger på aerodynamiske vingeprofiler.” <

**”Det er helt afgørende for at fastholde vores industris høje aktivitetsniveau i Danmark, at vi har en fortsat udvikling af den offentlige forskning og forskningsinfrastruktur.”**

Jan Hylleberg, direktør for Vindmølleindustrien



# SKIBET ER LADET MED HAVFORSKNING

Et moderne havforskningskib er en højteknologisk, miljøskånsom platform, som udsender og kommunikerer med mini-ubåde, flydende målestationer og satellitter for at skaffe højaktuel viden om fiskebestande, klimaændringer og råstoffer i den sidste uudforskede del af Jorden, havet omkring os.

FOTO: SBREN RYSGAARD



## AF LINE REEH >

Hvordan påvirker havets evne til at optage CO<sub>2</sub> klimaet? Hvad gemmer der sig af ressourcer under den smeltende havis? Og vil torsken forsvinde fra Nordsøen og erstattes af ansjoser eller gopler, hvis havtemperaturerne stiger?

Behovet for viden om marine systemer og klimaændringer presser sig på, samtidig med at udforskningen og udnyttelsen af havene, den sidste uudforskede del af Jorden, er i dramatisk vækst. Danmark undersøger muligheden for at gøre krav på fem nye havområder i Arktis. Og også en stor del af nøglen til forståelse af klimaproblematikken ligger i havet, der er det område på Jorden, som vi på trods af mange års indsats stadig ved mindst om. Blandt andet fordi det er så svært at studere fra land.

### Ét skib - mange opgaver

DTU's havforskningsskib, DANA, er i dag det eneste oceangående havforskningsskib i Danmark. Til sammenligning har Norge otte større forskningsskibe, og Sverige er i gang med at opruste deres forskningsflåde. Så DANA tilbagelægger mange sømil i Danmarks og forskningens tjeneste hver eneste sæson, selvom hun efterhånden er en ældre dame på 28 år. Det danskbyggede skib er hvert år på togt 150

Havforskningsskibet DANA i Godthåbsfjorden, sommeren 2008. Forskere fra fem forskningsinstitutioner deltog i det tværfaglige togt ledet af DTU Aqua for at skaffe viden om, hvordan klimaforandring kan påvirke økosystemer og kommende fiskerimuligheder.

dage for DTU Aqua og er resten af tiden tilgængelig for chartring af andre danske og udenlandske forskningsinstitutioner.

### Verdens største fiskebestand

DTU Aqua overvåger hvert år fiskebestandenes tilstand i Østersøen, Nordsøen, Kattegat, Skagerrak og Norskehavet med DANA, primært som led i DTU's myndighedsbetjeningsaftale med Fødevareministeriet. Oplysningerne indgår som Danmarks bidrag til det internationale arbejde med at følge fiskebestandenes udvikling og bliver bl.a. brugt af EU, når der skal fastsættes kvoter for årets fiskeri.

Gustav Øglend er formand for Pelagisk Fiskeriforening (af gr. 'pelagos', hav) i Hirtshals, hvis medlemsfartøjer sidste år stod for næsten en femtedel af værdien af de samlede danske landinger på 2,5 mia. kroner. Han følger resultaterne af DANA's arbejde nøje:

”At et dansk havforskningsskib indsamler viden, også uden for vores egne hegnsplæ, er meget vigtigt for dansk fiskeri. Det er afgørende, at politikerne har data, som de kan stole på, for deres beslutninger har direkte virkning for hver eneste fisker. Hvis vi ønsker et dansk fiskeri, som er blandt verdens førende, så skal det afspejles i vores fiskeriforskning, som skal have mindst lige så godt udstyr til rådighed, som fiskerne har. Vi skal kunne stole på, at de data, der bliver indsamlet, er så præcise, som det er teknisk muligt,” fastslår formanden.

Mens sildebestandene i Skagerrak og Nordsøen er gået tilbage de seneste

år, så viser undersøgelser fra bl.a. DANA, at silden i Norskehavet har det så godt, at den nu er verdens største fiskebestand. Derfor er kvoterne her øget, hvilket også danske fiskere og producenter af sildeprodukter nyder godt af.

”Når forbrugeren står i butikken og gerne vil kunne købe en miljø-certificeret fisk, så kræver det, at vi har forskningsskibe, som har indsamlet den nødvendige viden til at afgøre, om et fiskeri er bæredygtigt. På den måde er der en direkte sammenhæng mellem det, som biologerne laver til havs, og den enkelte forbruger,” påpeger Gustav Øglend.

### Solgt til udlandet

Nem adgang til et havforskningsskib giver danske virksomheder en fordel, fortæller Hans-Jørgen Hansen, salgschef for Ocean Science hos MacArtney A/S.

MacArtney, som er blandt verdens førende inden for maritimt udstyr til olie- og gasindustrien, har kontorer i både Esbjerg, Tyskland, USA, Norge og Holland. Siden 2000 har udvikling af grej til hav- og miljøundersøgelser været et satsningsområde, og det udgør i dag 10-15 procent af firmaets omsætning.

”Det er utrolig vigtigt også i fremtiden at have adgang til et skib som base for udvikling af måleudstyr, ingen tvivl om det. Al vores produktudvikling foregår i Danmark, hvor vi har 90 ingeniører ansat, og det er tusinde gange lettere at køre til Hirtshals end at skulle flyve udstyr og folk rundt i

&gt;&gt;

verden for at teste det. Adgang til forskerne om bord er meget værdifuld for os. Det er dem, der udfordrer os på, hvad der rent teknisk er muligt. Langt de fleste ideer til vores produkter opstår på den måde,” afslører salgsscheffen.

I 2003 lancerede MacArtney en nyudviklet slæbefisk til havundersøgelser efter et projekt med DTU Aqua og Aarhus Universitet. Slæbefisken, den såkaldte Triaxus, blev blandt andet testet på DANA. Siden er den solgt til 20 universiteter og myndigheder rundt om i verden, bl.a. til U.S. Environmental Protection Agency.

#### Fremtidens råstoffer

DANA er oprindeligt bygget til fiskeriforskning, men løser også opgaver inden for blandt andet olie- og gasefterforskning. Grønlands og Danmarks Geologiske Undersøgelser (GEUS) har i samarbejde med grønlandske myndigheder flere gange benyttet DANA til større togter ud for Grønlands vestkyst. Om bord var internationale hold af geologer og geofysikere fra bl.a. Grønland, Danmark, Tyskland, Sverige og Rusland.

”Den type undersøgelser kan ikke laves fra et almindeligt skib, men kræver et skib beregnet til havforskning med faciliteter til forskerbesætning; spil, som er stærke nok til at sende tonstunge måleinstrumenter ned på tre kilometers dybde, og grej og plads til at håndtere de sten og prøver af havbunden, som vi hiver op undervejs,” fortæller geolog i Nunaoil Martin Brandt, Nuuk.

Råstofområdet er i disse år i enorm vækst i Grønland, og behovet for at indsamle data, f.eks. om potentielle gasforekomster, stiger tilsvarende:

”Hvor der for fem år siden kun var én aktiv kulbrinte-licens, dækkende 4000 km<sup>2</sup>, så er der i dag tretten aktive kulbrinte-licenser i offshore-områderne, som tilsammen dækker et areal på omkring 130.000 km<sup>2</sup>. Og det er altså i Vestgrønland alene!”

Når flere områder fremover bliver isfrie, kan det åbne for yderligere udforskninger med skib og dermed give øget behov for et moderne, højteknologisk skib til prospektering og forskning i Grønland og arktiske områder, vurderer seniorforsker Antoon Kuijpers fra GEUS:

”I forhold til de kommercielt eller politisk meget følsomme oplysninger, som vi nogle gange arbejder med, er det også en fordel, at den nødvendige viden kan skaffes med et dansk skib. F.eks. ved havretslige opgaver, som de havbundsundersøgelser, der har skullet fastslå, om Danmark kunne fremsætte krav om områder i Nordatlanten uden for 200 sømils-grænsen.”

#### Stolt tradition

Allerede i 1902 valgte Det Internationale Havundersøgelseråd (ICES) at placere sit hovedkontor i København, hvor det stadig ligger. Og Danmark er fortsat internationalt respekteret for sit stærke havforskningsskib inden for både fiskeri, oceanografi, geologi og miljø.

”Dansk havforskningsskib er af høj kvalitet og internationalt anerkendt, og DTU Aqua er den førende institution. Danske forskeres fortsatte adgang til et moderne havforskningsskib i DANA-størrelse er absolut nødvendigt for udviklingen og planlægningen af fremtidige projekter i farvandet omkring Danmark og Grønland,” som den tidligere direktør for det tyske po-

larforskningsinstitut Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Jörn Thiede har formuleret det.

#### Satellitter og mini-ubåde

DANA er fjerde generation i en ubrudt række af danske havforskningsskibe. Men når det gælder fremtiden, begynder Danmark imidlertid at sakke agterud, erkender Fritz Köster, konstitueret institutdirektør ved DTU Aqua.

”DANA er løbende blevet vedligeholdt og ajourført, siden skibet blev bygget på Dannebrog Værft i Århus, men skibet er trods alt 28 år gammelt. Så tiden er ved at være inde til enten en gennemgribende modernisering eller en opgradering til et helt nyt skib. Det sidste vil være både den fagligt mest perspektivrige og økonomisk mest holdbare løsning.”

Samtidig betyder den teknologiske udvikling, at havforskningen på internationalt plan er ved at sejle ind i en ny og meget spændende æra:

”Et moderne havforskningsskib er i dag i høj grad en platform, hvorfra man udsender og kommunikerer med forskelligt udstyr som f.eks. fjernstyrede mini-ubåde, flydende platforme med måleudstyr, satellitter og så videre. Fordelen er, at man kan få flere og meget præcise data, og at man kan hente dem på steder og dybder, som vi måske ellers ikke kunne nå. Men det stiller også helt nye krav til vores ski-

Det moderne havforskningsskib udsender og kommunikerer med forskelligt udstyr, f.eks. mini-ubåde, flydende platforme med måleudstyr og satellitter.

be, udstyr og moderne kommunikationssystemer,” siger Fritz Köster, DTU Aqua.

### Fremtidens skib er tværfagligt

Målet for et nyt dansk havforsknings-skib er, at det skal være et højteknologisk oceangående multi purpose-skib, som kan understøtte tværfaglig havforskning. Det vil også blive et grønt skib, hvilket vil give økonomiske og miljømæssige gevinster i form af lave brændstofforbrug, reducerede udledninger og tidssvarende affaldssortering.

”Det nye skib bør være modulopbygget, blandt andet med dæksplads til flere udskiftbare laboratoriecontainere. På den måde kan man nemt og hurtigt udruste skibet specifikt til det

forestående tog, hvad enten det handler om mikroskopiske vandlopers fødevalg, torskens tilstand eller geologiske undersøgelser. Forskningsudstyr fra Galathea-ekspeditionen står allerede klar til at blive taget i brug,” fortæller Fritz Köster.

### Nyt skib om fem år

Som første skridt har DTU, med baggrund i anbefalinger fra en tværinstitutionel arbejdsgruppe nedsat af Videnskabsministeriet, søgt om forskningsinfrastruktur-midler til færdig-projektering af et nyt oceangående havforsknings-skib, nødvendige reparationsarbejder på DANA for at holde skibet operationsdygtigt i

yderligere fem år og en mobil, skibs-uafhængig geologisk udstyrspakke, som vil kunne bruges både på DANA og på dens efterfølger.

”Vi har en kæmpe fordel nu, fordi vi ved DTU har opbygget en enorm viden om at udruste og vedligeholde et marint forskningsskib fra såvel den løbende vedligeholdelse af DANA som fra ombygningen og udrustningen af flådefartøjet Vædderen til Galathea-ekspeditionen,” understreger Fritz Köster.

Fra finansieringen falder på plads, og til et nyt skib vil kunne stå klar til at begynde arbejdet for Danmark, vil der gå fire-fem år. <

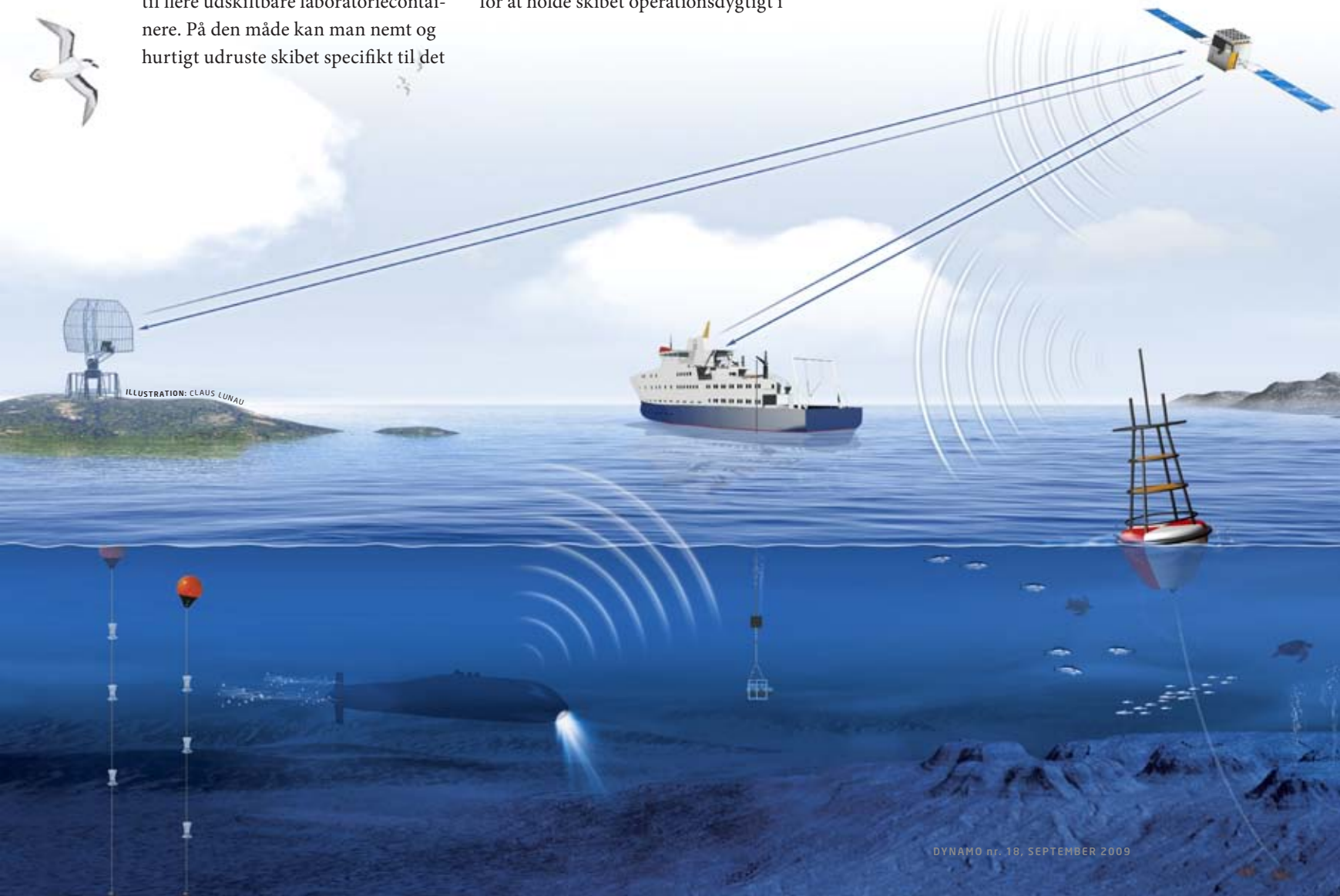




FOTO: BO JÄRNER

# ET RENT GRUNDLAG FOR EN HEL INDUSTRI

Uden DTU's satsning for 17 år siden på de renrum, der i dag udgør DTU Danchip, ville der ikke have eksisteret danske produktionsvirksomheder inden for mikro- og nanofabrikation.

MORTEN ANDERSEN >

Der ville ikke være en dansk mikro- og nano-industri uden de renrum, som blev etableret på DTU i 1992, og som i dag drives under navnet DTU Danchip.

Det mener medarbejdere i branchen. Research & Development Manager Gert Friis Eriksen, Grundfos Sensor A/S, siger:

”Der er opstået en underskov af virksomheder på baggrund af projekter i det nuværende DTU Danchip. Nogle

virksomheder har været mere succesfulde, andre mindre, men samlet set har Danmark i dag en mikroteknologisk kompetence, som ellers ikke havde været til stede.”

Head of Research & Development Pirmin Rombach fra EPCOS AG supplerer:

”Renrummene giver industrien mulighed for at afprøve ideerne på et basalt niveau. Når vi har set, at tingene kan lade sig gøre, kan vi kontakte en

ekstern producent, som kan stå for den egentlige produktion.”

Virksomheden, der beskæftiger otte medarbejdere i Danmark og to i Polen, hed tidligere Sonion MEMS, men blev i april 2009 et datterselskab af den tyske elektronikkoncern EPCOS AG. Det vigtigste produkt for den danske virksomhed er en mikrofon med dimensioner i mikro-størrelse, der kan produceres i silicium-skiver, såkaldte wafers. Mikrofonerne blev i sin tid ud-



Da MIC's renrum i 2004 blev til DTU Danchip, vakte det interesse hos den daværende britiske minister for forskning og innovation, Lord Sainsbury. Han besøgte derfor i oktober samme år faciliteterne som startskuddet til en åben dialog mellem Danmark og Storbritannien om innovativt samarbejde.

FOTO: JESPER SCHEEL



Grundfos Sensor A/S har i dag egne renrum og efterspørger derfor ikke så meget selve faciliteterne som de kandidater, der uddannes i renrummene hos Danchip, fortæller Gert Eriksen.

FOTO: THOMAS HJORT-JENSEN



Pirmin Rombach fra EPCOS AG benytter faciliteterne hos DTU Danchip til at afprøve ideer på et basalt niveau, inden de sættes i egentlig produktion.

viklet i tæt samarbejde med det daværende Mikroelektronik Centeret (MIC) – i dag DTU Nanotech. Efter nogle år med produktion i Roskilde har virksomheden igen flyttet sit udstyr til forskning og udvikling ind i renrummene i Lyngby.

#### Chips bag intelligente pumper

I DTU Danchips renrum er det muligt at fremstille komponenter og såkaldte MEMS (Mekanisk-Elektriske-Mikro-Systemer). Danchip blev etableret i 2004 som en udvidelse af den adgang, virksomheder og eksterne forskere i forvejen havde til renrummene på det tidligere MIC.

Grundfos Sensor A/S med 75 medarbejdere producerer sensorer, der gør Grundfos' pumper og andre produkter intelligente og dermed øger deres pålidelighed og effektivitet. Virksomheden råder i dag over de formentlig største og reneste renrum til elektronikproduktion i dansk industri.

”Årsagen til, at vi har renrummene, er, at vi havde udviklet teknologien i samarbejde med MIC. Renrummene i Lyngby har betydet meget for os – ellers havde vi ikke været her,” siger Gert Eriksen, Grundfos Sensor A/S.

”I dag, hvor vi har egne renrum, er det de kandidater, som uddannes hos DTU Danchip, som vi efterspørger, snarere end selve faciliteterne. Men vi bruger stadig faciliteterne indirekte, fordi vi har forskningsprojekter i samarbejde med DTU Nanotech – og de bruger jo renrummene på DTU Danchip. Endelig har DTU Danchip en del udstyr på analysesiden, som vi nogle gange gør brug af. I princippet kunne vi måske få det lavet i udlandet, men det er nu engang lettere at få det lavet i Danmark. Især fordi vi kender folkene på DTU Danchip.”

#### Forskerne betaler også

Da MIC's renrum blev til DTU Danchip i 2004, skete der to markante æn-

dringer: For det første blev selve renrummene udvidet fra de daværende 560 kvadratmeter til mere end det dobbelte. For det andet blev DTU's mikro- og nanoforskere kunder i centeret på lige fod med DTU Danchips øvrige kunder.

”I forskningsverdenen er man vant til at tænke på nyt udstyr som noget, man skal kæmpe hårdt for at få, men når man først har fået det, så er det gratis at bruge. Det princip har vi gjort op med,” siger DTU Danchips direktør, Jörg Hübner, og fortsætter:

”Den store forskel mellem os og et normalt offentligt forskningslaboratorium med avanceret udstyr er, at vi har nogle industrielle kunder, der er helt afhængige af, at udstyret virker. Vi kan ikke sige til dem, at udstyret desværre er gået i stykker og ude af drift indtil videre. Derfor skal vi have råd til afskrivninger og hurtige reparationer. Plus selvfølgelig til strøm og til løn til det serviceapparat på 31 ansatte, der

&gt;&gt;

## NANOTEKNOLOGI TOP-DOWN

Mange steder i erhvervslivet er top-down-processer nærmest et fy-ord, men inden for mikro- og nanoteknologi er det såmænd blot den tekniske betegnelse for, at man opbygger sin struktur ved at have et større emne – for eksempel af silicium – som man skræller ved hjælp af litografi eller tilsvarende processer, indtil man når ned i de fine dimensioner, man har brug for. Modsætningen er bottom-up, hvor man bygger sit nanomateriale op ad kemisk vej til den struktur, man ønsker.

”På DTU Danchip arbejder vi altid top-down, men jeg kan udmærket forestille mig, at vi i fremtiden kommer til at arbejde sammen med forskere, der laver bottom-up-nanoteknologi. Der er mange spændende perspektiver i denne form for konvergens, hvor de to tilgange smelter sammen,” siger Jörg Hübner, DTU Danchip.

”Man må huske på, at nanoteknologi som regel ikke kan stå alene. Typisk er man nødt til at have en mikro-struktur til at danne interface til sin nano-struktur. Selv om nanostrukturer er på vej frem, vil der altid være brug for avanceret mikroteknologi.”

## SALG FOR OVER EN MILLIARD

I 2008 gennemførte DTU Danchip en spørgeskemaundersøgelse blandt danske virksomheder med aktiviteter inden for mikro- og nanoteknologi. Ifølge undersøgelsen forventede virksomhederne salg i 2009 på 1,1 milliard kr. – salg, som ikke ville være muligt uden DTU's satsning i 1992 på mikroteknologi, som siden har udviklet sig til DTU Danchip. Tallet skal sammenholdes med, at det offentlige samlet har investeret ca. 450 millioner kr. i centeret, heraf er de 150 millioner kr. bevilget direkte af DTU.

FOTO: MIKKEL ADSBØLL

understøtter faciliteterne. Det koster alt sammen penge, og derfor skal alle brugere være med til at betale.”

### Kun DTU Danchip har kritisk masse

Konstruktionen indebærer samtidig, at DTU Danchips stab netop er en serviceorganisation og kun det:

”Vi har en del medarbejdere, der er blandt verdens førende eksperter inden

for deres felt, og som sagtens kunne forske. Men det er ikke en del af deres beskæftigelse. Ellers kunne der opstå konflikter i forhold til vores prioritering af, hvem der fik tid på udstyret. Det er afgørende for vores succes, at vores kunder ved, at vi kun er her for at hjælpe dem.”

Selvom DTU Danchip har en bred palet af virksomheder og eksterne for-

skere som kunder, er det fortsat forskere fra DTU, der bruger udstyret i 60 procent af tiden – og dermed er det også DTU, der lægger broderparten af driftsmidlerne.

”Man kan sige, at DTU dermed indirekte giver et tilskud til denne del af dansk industri. Her er virksomhederne hver især for små til at løfte indkøb og vedligeholdelse af det dyreste og

mest specielle udstyr, som er nødvendigt for at holde sig helt fremme. Men det kan vi, fordi vi har en kombination af industrielle og akademiske kunder, som sikrer, at udstyret bliver udnyttet fuldt ud,” siger Jörg Hübner.

Som eksempel nævner han et nyt apparat, Deep Ultra Violet Lithography Stepper Tool, som DTU Danchip og Teknologisk Institut sammen søger Videnskabsministeriet om penge til. Apparatet vil femdoble nøjagtigheden af optisk litografi, så man på centeret vil kunne fremstille strukturer med en opløsning på 200 nanometer mod en mikrometer i dag.

”Det er udstyr, som en række af vores industrielle brugere har et meget stort ønske om at få. Samtidig anerkender de, at de ikke ville være konkurrencedygtige, hvis de skulle købe og vedligeholde udstyret selv og indarbejde omkostningen i deres priser. Kun DTU Danchip – i dette tilfælde i partnerskab med Teknologisk Institut – er store nok til at skabe kritisk masse af brugere og dermed få økonomien i sådan en anskaffelse til at løbe rundt. På den måde er vi de facto det nationale center for mikro- og nanofabrikation i Danmark,” siger direktøren.

### Nyt udstyr nødvendigt

Han understreger, at der ingen mulighed er for at stå af kapløbet om at få udstyr, der kan skabe stadig finere strukturer stadig mere nøjagtigt:

”Det er en udvikling, der bare kører. Ikke kun i USA og Europa, men også i Indien og Kina. Hvis man ikke er opdateret med state of the art-udstyr, kan man ikke være med, hverken som virksomhed eller som forsker.”

### ! FORSKER OG VIRKSOMHED - SAMME TAKST

Både virksomheder og offentlige institutter betaler de samme takster for at have deres medarbejdere gående i DTU Danchips renrum. Grundtaksten er 700 kr./time. Dertil kommer en takst, som afhænger af, hvilken type udstyr der skal bruges. Denne takst varierer mellem 100 og 6.000 kr./time.

”Det handler blandt andet om, at computermodellering af de emner, der skal fremstilles, er vundet kraftigt frem i de senere år. Det skyldes både selve forskningen i modellering og simpelthen den rå regnekraft. Derved er komponenterne optimeret både med hensyn til materialeanvendelse og form, så man for eksempel opnår de optimale faseegenskaber af optiske komponenter. Men det kræver så også, at man er i stand til at fremstille komponenterne så nøjagtigt, at man kan udnytte denne optimering. Det gælder både for virksomhederne, der skal være konkurrencedygtige, og for forskerne, der skal eftervise, at deres modellering faktisk har været korrekt og giver de egenskaber, som forudsættes.”

Derfor er det en vedholdende opgave for DTU Danchip at kunne stille det nyeste udstyr til rådighed. Derimod er presset på den fysiske plads i renrummene lettet en smule på grund af finanskrisen:

”Nogle af vores kunder har desværre måttet indstille forskningsaktiviteter på grund af den finansielle situation. Vi har til gengæld fået nye kunder ind, blandt andet sydsvenske virksomheder og en stor tysk virksomhed, men samlet set har vi p.t. plads til de på-

tænkte udstyrsanskaffelser,” opsummerer Jörg Hübner.

### Byggeplan klar i skuffen

Alligevel arbejder centeret faktisk med planer om udvidelse.

”Renrum er meget dyre per m<sup>2</sup>, så vi vil først begynde at bygge, når vi har kunderne til det. Omvendt skal vi passe på, at vores reaktionstid ikke bliver for lang, når økonomien kommer op igen. Vi skal have planerne så langt fremme, at vi for eksempel kan udvide inden for en ni-måneders horisont, ikke halvandet år,” siger Jörg Hübner.

Ud over selve renrummene og det avancerede udstyr stiller DTU's satsning en tredje ressource til rådighed for virksomhederne, understreger han:

”Inden for denne type industri er uddannelse meget dyr. Typisk koster det mellem et par hundrede tusind og en halv million kr. om året at have en medarbejder gående i renrum. Når DTU's masterstuderende fra området kommer ud, har de allerede et helt års renrumserfaring. Det ser man ikke mange steder i verden. Det betyder, at virksomhederne stort set kan sætte deres nyansatte, nyuddannede medarbejder i gang med arbejdet fra første dag. Måske er det i virkeligheden DTU's vigtigste bidrag.” >

# SOL & VIND SKAL GEMMES

Helt nye teknologier skal udvikles, hvis vi i fremtiden skal erstatte fossile brændstoffer med vedvarende energi. Et nyt forskningsinitiativ ved DTU er gået i gang.

AF ANNE HANSEN >

I disse år er der stor fokus på udledningen af CO<sub>2</sub>, på jordens begrænsede olie- og naturgasreserver, og på hvordan vi erstatter fossile brændstoffer med vedvarende energi.

En af udfordringerne ved vedvarende energikilder som sol, vind og biomasse er, at det er både vejr-, døgn- og årstidsafhængige energikilder. Det betyder, at

det er svært at sikre en tilstrækkelig og pålidelig energiforsyning. Hvis fossile brændstoffer i fremtiden skal erstattes af vedvarende energikilder, er det derfor nødvendigt at udvikle en teknologi, der gør det muligt at lagre energien, så den er til rådighed, også når det bliver gråvejr eller vindstille.

”Lige nu ved vi ikke, hvad der bliver den eller de bedste alternativer til olie

og kul, så vi er nødt til at undersøge alle mulighederne. Men en ting ligger fast: Vi er nødt til at kunne gemme energien. Det kan vi eksempelvis gøre ved at omdanne den til en kemisk form, dvs. et brændstof som f.eks. brint eller methanol, så vi kan bruge den på tider, hvor vi ikke har adgang til sol eller vind, og så vi kan flytte rundt på den og derved bruge den i biler, lastbi-

**”Resultaterne fra CASE skaber grundlag for nye produkter og virksomheder, men lige så vigtigt er det, at vi bliver en del af en række laboratorier rundt omkring i verden.”**

Jens Kehlet Nørskov, professor ved DTU Fysik



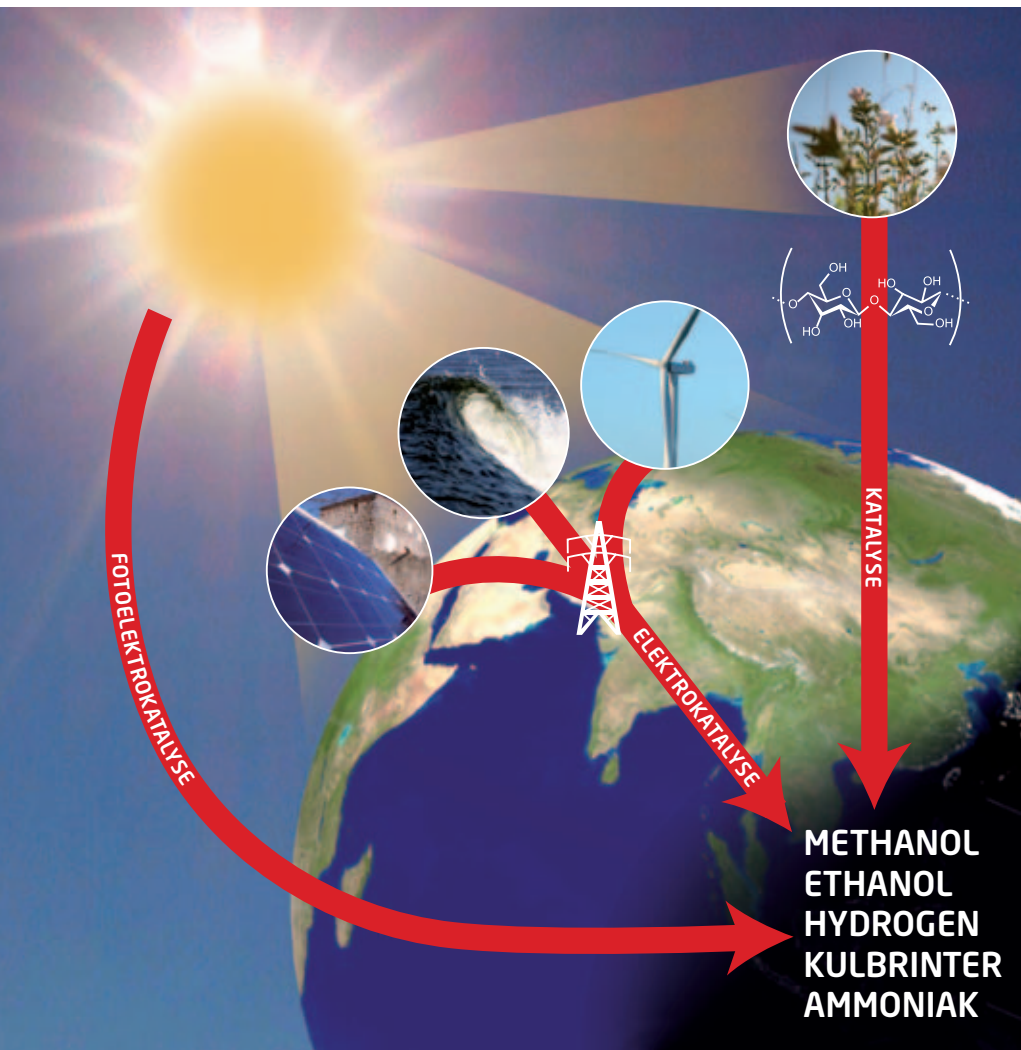


ILLUSTRATION: GRETHE KORFED, ARTCOMB, MED BILLEDER FRA NASA OG COURBROX

#### ! CASE-DELTAGERE

DTU Fysik • DTU Center for Elektronnanoskopi • DTU Kemiteknik • DTU Kemi • DTU Fotonik • DTU Mekanik • DTU Nanotek • Risø DTU

Desuden oprettes en virksomhedsklub, hvor virksomheder inden for eksempelvis energisektoren kan følge med i udviklingen af CASE-projektet.

Omdannelsen af solenergi til kemiske brændstoffer kan ske ad flere veje. Enten indirekte via elektricitet fra vind-, bølge- og solenergi eller via biomasse. En kortere vej er direkte omdannelse af solens energi i såkaldte fotoelektrokatalytiske celler. Alle metoder findes i dag, men teknologien er langt fra effektiv nok. En bedre udnyttelse af bæredygtige energikilder kræver nye katalysatorer, der får de kemiske reaktioner til at forløbe med mindre energitab.

ler, fly og skibe,” forklarer Jens Kehlet Nørskov, professor ved DTU Fysik.

Professoren er leder af det nye forskningsinitiativ på DTU: Catalysis for Sustainable Energy (CASE). Projektet er etableret for en femårig bevilning på i alt 120 mio. kr. fra Videnskabsministeriets pulje, UNiversitetsforskningens InvesteringsKapital (UNIK), og CASE skal udvikle den teknologi, der omdanner og lagrer energi og samtidig øger udbyttet fra vedvarende energi.

”Udviklingen af en global bæredygtig energiforsyning er en gigantisk teknologisk udfordring, og vi gør os ikke noget håb om, at DTU alene kan løse problemet. Men de mange penge giver os mulighed for at yde et lille, men be-

tydningsfuldt bidrag til en stor, fælles indsats med forskere fra hele verden,” siger Jens Kehlet Nørskov.

#### Den ideelle katalysator

Centralt for omdannelsen af vedvarende energi til brændstof, eksempelvis vindenergi til brint, er katalysatorer. En katalysator fremmer den kemiske reaktion, så denne forløber med en rimelig hastighed og uden alt for stort forbrug af energi.

”I CASE vil vi arbejde på at designe nye katalysatorer, der kan omdanne sol, vind og biomasse til brændstoffer til transportsektoren og til energilagring. Vi forsker i, hvordan denne kemiske omdannelse bliver mest effektiv, dvs. finder sted, uden at vi mister for

meget af energien undervejs,” forklarer Jens Kehlet Nørskov og fortsætter:

”Der findes stakkevis af katalysatorer i dag, men ikke ret mange til lige netop dette formål, og de, der eksisterer, er dyre og ikke særlig effektive. Hvis vi f.eks. omdanner overskydende elektricitet fra vindmøller til brint, som vi kan gemme, mister vi 30 procent af energien. Når der senere er brug for energien, og brinten derfor omsættes til elektricitet i en brændsels-celle, sker der et yderligere energitab, og vi ender nede på blot 30 procent af den oprindelige energi, som kan sendes ud til forbrugerne. Resten går tabt undervejs som varme. Vi vil gerne lave billigere og langt mere effektive katalysatorer, der mindsker energitabene, og

>>

det er præcis det, der er udfordringen: at finde materialer med lige netop de rette katalytiske egenskaber, som er billige, effektive og nemme at fremstille, og som forhindrer store energitab.”

### Videnskab på tværs

CASE er tværvideenskabeligt samarbejde med deltagelse af otte af DTU's institutter.

”Vi spreder os meget bredt, lige fra fysik og fotonik til kemi, kemiteknik og nanoteknologi. Det er en fantastisk styrke på et teknisk universitet som DTU, at vi har alle disse discipliner. Det betyder, at vi kan angribe den samme problemstilling fra mange forskellige vinkler og udforske meget mere end blot et mindre hjørne af problemstillingen,” pointerer Jens Kehlet Nørskov og tilføjer:

”Forskningen i CASE er grundlæggende for noget af den teknologi, der i fremtiden bliver afgørende. Resultaterne fra CASE vil i sig selv skabe grundlag for nye produkter og virksomheder, men lige så vigtigt er det, at vi bliver en del af en række laboratorier rundt omkring i verden, der arbejder med det samme emne. F.eks. er forskere fra CASE også med i et nyt stort projekt ved Stanford Universitet i USA med et tilsvarende budget og mål som CASE. Dermed kan den viden og de netværk, der skabes i de to projekter, udnyttes af både de danske og amerikanske forskere. Det vil også komme resten af det danske samfund til gode, både virksomheder, beslutningstagere og borgere.” <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER

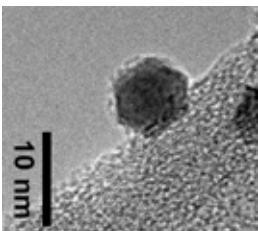
**Jens K. Nørskov**, [norskov@fysik.dtu.dk](mailto:norskov@fysik.dtu.dk)  
**Søren Dahl**, [Soren.Dahl@fysik.dtu.dk](mailto:Soren.Dahl@fysik.dtu.dk)  
**Anne Hansen**, [anne@fysik.dtu.dk](mailto:anne@fysik.dtu.dk)  
[www.case.dtu.dk](http://www.case.dtu.dk)

## KATALYSATORDESIGN

For at mindske tabene ved energiomdannelse kræves en større teoretisk og eksperimentel viden om de strukturer og reaktionsbetingelser, som får en katalysator og derved energiomdannelsen til at fungere optimalt. Undersøgelsen af katalytiske materialer foregår i flere parallelle spor, som samles i CASE og tilsammen giver en nuanceret indsigt i katalytiske processer.



På DTU råder forskerne over en supercomputer med en regnekapacitet på 40 teraflops (ultimo 2009) svarende til over 4.000 pc'er.



Seks nm ruthenium nanopartikel på en overflade af kulstof.



I kombinerede elektron- og skanning tunnel-mikroskoper (STM) undersøges de katalytiske materialers aktivitet og udseende.



Elektronmikroskoper giver detaljerede billeder af materialers form og struktur.

### Teori

Første trin i målrettet design af katalysatorer er teoretiske forudsigelser af materialer med gode katalytiske egenskaber. Ved hjælp af supercomputere kan teoretikerne undersøge forskellige reaktionsscenarier og udvælge en række potentielt gode katalysatorer, enten rene metaller eller legeringer, der skal undersøges nærmere.

### Syntese

De udvalgte katalysatorkandidater fremstilles efterfølgende i laboratoriet. Typisk undersøges katalysatorer enten i form af nanopartikler eller som enkeltkrystaller. Nanopartikler har størst reaktivitet, mens enkeltkrystaller har den fordel, at alle atomerne i krystallen sidder i identiske omgivelser. De bruges derfor til kontrollerede undersøgelser af betydningen af atomernes indbyrdes placering for den katalytiske aktivitet.

### Efterprøvning

Nanopartikler og enkeltkrystaller undersøges i laboratoriet for deres katalytiske aktivitet i bestemte kemiske reaktioner, som man ønsker at forbedre, eksempelvis produktionen af methanol fra CO<sub>2</sub>.

### Karakterisering

For at kunne designe en god katalysator er det nødvendigt at forstå sammenhængen mellem katalysatorpartiklernes form og størrelse og deres effektivitet. F.eks. undersøges katalysatoroverfladerne i DTU Cens nye avancerede elektronmikroskoper.

# BOOK RUM I REGNE-HOTELLET

Forskningens tungeste beregninger løses bedst, billigst og mest klimavenligt med en meget stor supercomputer, som forskerne lejer sig ind på.

MORTEN ANDERSEN >

Om nogle generationer vil man betragte det som gammeldags at have sin egen pc. I stedet vil man trække regnekraft ud af et stik i væggen på samme måde, som vi i dag henter strøm.

Det lyder måske som science fiction, men i forskningens verden, hvor der skal løftes enorme regneopgaver, er visionen allerede på vej til at blive en realitet.

”Vi har besøgt kolleger i andre europæiske lande og i USA og Canada. Alle har etableret eller er på vej til at etablere store regnecentre, hvor forskerne kan dele infrastrukturen f.eks. ved at leje sig ind. Det er også en rigtig løsning for Danmark. Og DTU har alle forudsætninger for at etablere den struktur, der skal være omkring sådan et center,” siger institutdirektør Kaj Madsen, DTU Informatik.

DTU har derfor planer om at skabe et center for >>



ILLUSTRATION: CLAVIS LUNAU

High-Performance Computing. Eller sagt mere populært: en særdeles kraftig supercomputer.

Tunge regneopgaver er der nok af i forskningen. Tænk f.eks. på beregninger af turbulens omkring vingen på en vindmølle eller simulering af, hvordan

olieudvinding påvirker et reservoir i undergrunden.

”På kort tid har mange forskningsinstitutter både på DTU og på andre institutioner vist interesse for at lægge deres regneopgaver hos et sådant center. Ud over at man kan få sine bereg-

## DYNAMISK BYGGERI KRÆVER STOR REGNEKRAFT

Professor Søren R.K. Nielsens forskningsgruppe ved Aalborg Universitet arbejder med pålidelighedsanalyse af komplekse dynamiske systemer som broer og vindmøller.

”Inden for vores felt interesserer man sig for estimering af svigtsandsynligheden for konstruktioner ved hjælp af Monte Carlo-simuleringer, hvor konstruktionen analyseres mange gange med varierende belastninger og konstruktionsegenskaber. Her vil det være en stor hjælp at kunne køre simuleringerne på mange processorer på én gang. 4-500 processorer vil være ideelt,” siger Søren R.K. Nielsen.

Et nyt felt er såkaldte kinetiske strukturer. Det vil for eksempel sige bygningsdele, der kan dreje, så de indstiller sig efter sollyset eller vindretningen.

”Kinetiske strukturer er et af de nye spændende områder inden for arkitekturen. Endnu er det hovedsageligt de arkitektstuderende her på Aalborg Universitet, som arbejder med det, men i Østen er man allerede i gang med at udnytte det for alvor. Vi interesserer os blandt andet for styringsproblemer af svingninger og bevægelser i hele konstruktionen. Vi forestiller os også i den forbindelse at få brug for betydelig regnekraft,” siger Søren R.K. Nielsen. Han understreger, at mange andre forskergrupper ud over hans egen vil have glæde af et nationalt regnecenter:

”Inden for forskningen er der jo i det hele taget en tendens mod større, mere komplekse modeller. Det er klart, at når der åbner sig nye muligheder, vil forskerne gerne udnytte dem. Det kræver imidlertid regnekraft. Omvendt ville det være decideret uhensigtsmæssigt, hvis man begyndte at opbygge så kraftige regnecentre rundt omkring. Det klares bedst i en central løsning. Med de effektive forbindelser, som findes i dag, er den geografiske placering fuldstændig ligegyldig. Et nationalt center vil desuden have den fordel, at den faste stab kan bidrage med software for de relevante applikationer. Så længe man arbejder med serielle processorer, kan vi godt selv klare programmeringen. Men når man har mange knuder på én gang, er det en fordel at kunne trække på eksperter i denne form for programmering.”



FOTO: VIVI SMØRERGAARD



ninger udført hurtigere og billigere, vil det også blive muligt at udføre beregninger, der slet ikke kan udføres i dag, fordi de er for tunge. Derfor vil centeret i sig selv føre til en lang række nye forskningsresultater,” siger Kaj Madsen.

#### God løsning for klimaet

Medregnet prisen for en ny bygning, der også tænkes at rumme andre af DTU's servere, vil projektet ligge ”i 100-millioner-klassen”, som Kaj Madsen udtrykker det. En investering, som imidlertid vil betale sig hurtigt ind for samfundet:

”Supercomputeren vil køre dag og nat, året rundt. Den kapacitet, man opbygger, vil blive udnyttet fuldt ud. Det er i sig selv økonomisk attraktivt. Samtidig kommer der i stigende grad fokus på computerens strømforbrug, både af hensyn til økonomi og klimapåvirkning.”

Et stikord, som Henrik Madsen, professor ved DTU Informatik, griber:

”Det er vores ambition at lave et grønt High-Performance Computing-center. Vi går efter en strømudnyttelse (Power Utilisation Efficiency, PUE) på 1,2, hvor man typisk ligger på 2,0 i andre regnecentre i Danmark – hvilket i øvrigt er væsentligt bedre end i de fleste andre it-løsninger.”

Som illustration af pointen kan nævnes, at Dansk Center for Scientific Computing (DCSC) vurderer, at en su-

percomputer normalt bruger for lige så mange penge strøm på tre år, som det har kostet at anskaffe den. Med andre ord er strøm en større udgift end computerens anskaffelsespris. Det bliver til to cifrede millionbeløb årligt i Danmark. En anden måde at se det på er, at it i dag giver et større bidrag til drivhuseffekten end den globale luftfart.

#### Skarp kodning sparer strøm

Projektmagerne forestiller sig, at regnecenteret skal være bemanded med et antal videnskabelige medarbejdere, der både skal udføre deres egen it-forskning og servicere brugerne.

”Det skal være sådan, at professoren i olie-kemi kan koncentrere sig om den del af programmeringen, der har med hans fag at gøre, og kan overlade valget af algoritmer og optimeringen af koderne i forhold til supercomputeren til centerets medarbejdere,” forklarer Henrik Madsen.

På den måde vil centeret skabe nye samarbejdsflader, mener han:

”Den måde, man har optimeret algoritmer inden for en gren af kemien, kan måske udnyttes inden for fysik. Den slags synergi har man ikke i dag, men det kan ske i fremtiden via et sådant center. Dertil kommer koblingen til undervisning og til industrien. I Tyskland er bilindustrien blandt de store brugere af de kraftige regnecentre, og i Finland er det telekommunikationsindustrien. Endelig er der na-

turligvis samspillet mellem brugerne og eksperterne i scientific computing.”

Ud over at centerets medarbejdere vil kende supercomputeren bedst, skal de også være eksperter i effektiv programmering. Der kan spares store mængder regnetid ved at være lidt skarpere.

#### Undgå ”min er størst”

Institutleder Kaj Madsen understreger, at en kommende supercomputer ikke må opfattes som en ensretning af den måde, store beregninger i dansk forskning skal gennemføres på:

”Der er adskillige forskergrupper, der har etableret deres egne regnecentre, for eksempel i form af clusters, hvor flere hundrede pc'er er koblet sammen. Det kan være en god løsning for forskere, der har brug for konstant adgang til et regnecenter, der er dedikeret til en bestemt opgave. Men vores

&gt;&gt;

## CENTRAL LØSNING - PÅ HØJE TID!

Professor Klaus Mosegaards forskningsgruppe på Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet, interesserer sig blandt andet for de geofysiske forhold i Nordsøens undergrund og samarbejder med Mærsk olie og Gas samt DONG Energy.

”Inden for vores forskningsområde er der stor efterspørgsel efter regnekraft. Globalt set har man mange seismiske data, som optager store ressourcer.

Også for Nordsøen er der et tæt net af seismiske målinger. Vi kan godt gennemføre vores forskning med de faciliteter, vi har adgang til i dag, men på længere sigt vil det være attraktivt med en centralt baseret løsning,” siger Klaus Mosegaard.

”Først og fremmest vil en sådan løsning skabe gode muligheder for support. Brugere af scientific computing er me-

get forskellige. De er måske nok alle erfarne brugere, men det er ikke det samme som at vide præcist, hvordan software laves bedst til den hardware, der er til rådighed. Desuden er jeg overbevist om, at den support, som et center kan give, vil betyde, at flere forskningsmiljøer vil få mod på at gå ind i scientific computing. Der vil simpelthen blive sat flere ting i gang.”

Tidligere var den fysiske afstand et problem ved centrale løsninger, men det er det ikke længere, mener han:

”Man kunne godt føle det som en sløv proces. Men i de seneste år er der sket meget. Med dagens bredbåndsforbindelser vil man opleve det næsten som om det er ens egen bordcomputer, der udfører regnearbejdet. Vi savner den slags faciliteter her til lands. For eksempel er vi

bagud i forhold til Norge og England. Ikke blot vil det være en god ide at få en central løsning i Danmark – det vil faktisk være på høje tid!”



FOTO: KLAUS MOSEGAARD

påstand er så, at der også er brug for en stor, generel maskine, hvor mange forskellige forskergrupper har mulighed for at leje sig ind, når de skal have udført store beregninger.”

Henrik Madsen supplerer:

”Når man snakker supercomputere, er der desværre en tendens til, at der går ”min er størst” i den. Men det her skal jo ikke være DTU Informatiks supercomputer eller for den sags skyld DTU’s computer. Tanken er at få et nationalt center.”

### Fremtidens parallelle software

Selvom DTU Informatik primært vil være en serviceorganisation for landets øvrige forskere, har instituttet en særlig

interesse i sagen, erkender Henrik Madsen:

”Hvis centeret bliver en realitet, vil det give os mulighed for at være med på et paradigmeskift, som ruller ind over informationsteknologien i disse år.”

Hvor man indtil i dag har haft én central regneenhed – en CPU – for hver computer, vil man fremover bruge såkaldte multi core CPU’er, hvor beregningerne foregår parallelt på flere kerner.

”Det er langt mere effektivt, men det kræver programmering, der er designet til parallel hardware. Og det betyder også, at forskere inden for helt andre områder som vindenergi eller olie-kemi i højere grad skal have sup-

port fra professionelle,” siger Henrik Madsen og tilføjer:

”Vi har allerede ekspertise inden for den form for programmering, og hvis centeret bliver en realitet, vil vi blive yderligere klædt på til at arbejde med software til fremtidens massive parallelle computere. Der er store fordele ved at være blandt dem, der er tidligt med.” <

# EN GOD ALLIANCE HANDLER OM MENNESKER

Professor, dr. Peter Gritzmann er medlem af rektoratet på Münchens tekniske universitet, TUM, og ser alliancen med DTU som meget vigtig – især for studerende og unge forskere.

METTE DAMGAARD SØRENSEN >

Frankfurt Lufthavn har haft bud efter matematikprofessoren og hans stab; 13 landmænd med 861 jordlodder har bedt om hjælp, og ikke mindst ingeniørerne på TUM, Technische Universität München, gør brug af Peter Gritzmans særlige evner til at knække komplekse matematiske problemer. Den tyske professor er kendt og anerkendt for sit skarpe teoretiske matematiske arbejde, og han nyder at se frugterne af sit arbejde vokse ”ude i virkeligheden”.

”Det giver en stor tilfredsstillelse, når man kan løse teoretiske udfordringer for andre. At det, man laver, kan bruges til noget. Det er mate-

matikkens styrke: At den kan reducere problemer, ved at man finder ind til kernen, opnår indsigt og så kan bidrage praktisk,” siger professor Peter Gritzmann fra TUM.

Der er masser af dygtige opgavestillere rundt omkring i Tyskland, og Gritzmann tager gerne udfordringerne op. Når han da ikke har travlt med arbejdet i ledelsen på DTU's allianceuniversitet i München. Her blev han i 2008 valgt ind og er vicepræsident med særligt ansvar for studier og undervisning.

## Især vigtigt for de studerende

Peter Gritzmann er optaget af de gode internationale partnerskaber – også med DTU.

”Vi er to meget ens tekniske universiteter. I har godt nok fiskeri, hvor vi har medicin, men vi har samme niveau og samme forpligtelse til at levere forskningsresultater, der kan anvendes. Derfor er det godt at samarbejde strategisk,” siger han og uddyber:

”De mere formelle samarbejdsaftaler er især vigtige i forhold til at åbne døre for studerende, som får nemmere ved at komme ud i verden. Det samme gælder for de ph.d.-studerende, for med aftalen bliver der allokeret penge til området. Og selvom der er masser af internationale forbindel-

ser allerede mellem forskerne, kan det formelle samarbejde åbne endnu mere for f.eks. at dele særligt gode faciliteter.”

Han glæder sig over det nuværende DTU/TUM-samarbejde omkring bæredygtig energi, men ser også masser af potentiale på life science- og materialeområdet. Alt afhænger dog af de gode menneskelige relationer, mener professoren, og sådan nogle har han selv til bl.a. en forsker ved Risø DTU. Her sidder hans tidligere ph.d.-studerende Andreas Alpers nemlig – og, ja, benytter Gritzmans metode til at ”se” dybt ind metallernes struktur. <



## TOMOGRAFI OG GRITZMANN

Professor Peter Gritzmann deltog i sommer i Workshop on A Priori Information in Tomography arrangeret af Risø DTU og DTU Informatik.

Tomografi benyttes til at finde ud af, hvordan et objekt ser ud indeni – uden at skære det op og kigge. Det er f.eks. den teknik, man bruger ved CT-skanninger, hvor man sender røntgenstråler gennem kroppen fra forskellige vinkler og derefter kan danne sig et billede af kroppens indre.

Peter Gritzmans arbejde er især banebrydende inden for den matematiske teori og metode, som kaldes diskret tomografi – en form for optimering af tomografien.

Peter Gritzmann modtog i 1992 den prestigefyldte Max Planck-forskningspris.



FOTO: THORALD ANDI CHRISTENSEN

Englænderen Rafal Dunin-Borkowski er manden bag DTU Cen. Han rejste til Danmark for at opbygge det topmoderne center for avanceret elektron-nanoskopi, der siden 2007 har trukket forskere fra hele verden til DTU.

# DUNIN

## - MANDEN, DER KOM FRA DANMARK

AF METTE DAMGAARD SØRENSEN >

”Jeg havde ikke nogen tilknytning til Danmark, inden jeg blev ansat her. Men legenden siger, at en del af mit efternavn på polsk betyder ”manden, der kom fra Danmark”. Om det er rigtigt, ved jeg ikke,” siger Rafal Dunin-Borkowski med et af sine beskedne smil.

I så fald er det den første del af hans efternavn, ”Dunin”, der har knyttet forskeren fra Cambridge Universitet til Danmark længe inden 2006, hvor han blev ansat som direktør for DTU Cen.

Den 40-årige englænder forlod sin forskerstilling i England for at være med til at opbygge verdens bedste mikroskop-park i en skræddersyet bygning på DTU i Lyngby, hvis udstyr tiltrækker forskere fra hele verden.

Rafal Dunin-Borkowski er født og opvokset i England, og hans to døtre er tresprogede – engelsk, dansk og polsk – mens han selv kæmper med at lære dansk. Ikke at læse det, for det er



FOTO: THORALD AMUL CHRISTENSEN

ikke det sværeste, men derimod selv at udtrykke sig.

Derfor er det måske meget godt, at de besøgende forskere og ansatte omkring ham på DTU Cen kommer fra alle egne af verden: Brasilien, Japan, USA, Rusland, Canada, Indien og Rumænien blandt andet. Det internationale miljø er en daglig inspiration, fordi folk kommer med hver deres viden – enten om mikroskoper, om anvendelsesmulighederne eller med nye spændende forskningsprojekter.

#### Forstørret 100 mio. gange

Den dag, Dynamo besøger Rafal på DTU Cen, er der blandt andet gæster fra Norge og England, og det er ikke første gang, at engelske Nathan Churche er her for at gøre brug af mikroskoperne, hvoraf det største kan forstørre en kalkplet på en negl til noget, der svarer til et vindistrikt i Frankrig.

”Jeg kender Rafal i forvejen fra Cambridge, hvor vi har arbejdet sammen. Men vi kommer her, fordi udstyret er 100 millioner gange bedre end det, vi har derhjemme,” siger Nathan Churche med et skævt smil, mens han venter på resultatet af de seneste forstørrelser.

Netop detaljeringsgraden – mikroskopernes kraftighed – er helt unik for centret. Her kan man se detaljer ned i 0,07 nanometer – i en størrelsesorden, der svarer til halvdelen af diameteren på et kulstofatom – ved hjælp af særligt korrigerede elektronstråler, som trænger gennem materialet. En genstand kan blive forstørret 100 mil-

#### ! DTU CEN

- hedder egentlig DTU Center for Elektronnanoskopi
- er finansieret af en donation fra A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene Formaal på 100 millioner kroner. Mærsk Mc-Kinney Møller indviede centret den 7. december 2007.
- råder over syv elektronmikroskoper, som komplimenterer hinanden.
- står for undervisning, forskning og håndtering af mikroskoperne og starter nye forsknings-samarbejder over hele verden.

lioner gange, og forstørrelsen afslører krakeleringer, magnetiske egenskaber eller partiklers spredning. Og som noget helt enestående kan man også se, hvad der sker, når et fast stof møder en gas under tryk. Altså ”live” – mens det sker. Mulighederne er mange, og mikroskoperne bliver flittigt brugt.

Men DTU Cen oplever også nærmest hver dag, hvordan nano-videnskabelige teorier – naturligt nok – har sine begrænsninger.

”Det er næsten altid noget andet, vi får at se, end det vi forventede. De parametre, vi arbejder ud fra, holder ikke, når vi ser så detaljeret på tingene,” siger Rafal Dunin-Borkowski. For ham er overraskelserne en del af belønningen for arbejdet med de syv elektronmikroskoper.

”Det er virkelig tilfredsstillende at se noget, som ingen har set før, at være med til at løse et problem, som aldrig har været tacklet før. Og så være en del af en gruppe, der arbejder sammen om at løse en opgave.”

#### Drevet af nysgerrighed

Der var ingen andre i professorens barndom, der var grebet af fysikken, som Rafal Dunin-Borkowski blev det

og har været det lige siden. Han ville forstå verden omkring sig på et dybere plan og var drevet af nysgerrighed. Som studerende på Cambridge Universitet var hans mest engagerede og inspirerende undervisere dem, der integrerede mikroskoperne i fysikken. Og så havde Rafal Dunin-Borkowskis karriere taget sin retning. Siden har han været ansat på Cambridge Universitet, i Oxford og i USA inden det, der må betegnes som noget af et drømmejob, dukkede op på DTU i 2006.

”Det var en enestående chance for mig – både med finansieringen, udstyret, bygningen og muligheden for at bringe en gruppe af de rette folk sammen ... Det kunne ikke have været sat op andre steder. Initiativet og opbakningen til at få det bygget op fra DTU’s ledelse har været stor. På den måde er DTU et progressivt universitet,” siger han og tilføjer, at han glæder sig over at have fundet højt kvalificerede folk til nærmest at adoptere mikroskoperne. For de opfører sig næsten som levende væsener: uforudsigeligt.

#### Stor mundfuld

DTU Cen-direktøren vil godt indrømme, at det var en mundfuld at få cente-

&gt;&gt;

Et af DTU Cens i alt syv nye mikroskoper er et næsten fire meter højt såkaldt Environmental Transmission Electron Microscope, der er udviklet af den verdensførende mikroskopleverandør FEI Company i samarbejde med DTU. Mikroskopet er det kraftigste af sin art i verden. DTU's mikroskoper er specielle, fordi de bliver de første kommercielle mikroskoper, hvor man har fundet en metode til at kompensere 100 procent for fejl i de elektromagnetiske linser.

ret op at stå på et år – inklusive bygning, indkøb af udstyr og de problemer, de løb ind i undervejs. F.eks. da der var lagt fem-seks meter sand som fundament og stødpude – af den forkerte slags. Og ikke mindst når han samtidig skulle pendle frem og tilbage mellem DTU og Cambridge, hvor han stadig var ansat på halv tid. Men Rafal Dunin-Borkowski er også fuldt ud klar over, at han ikke kan hvile på den foreløbige succes, hvis centret skal blive ved med at være førende.

”Konkurrencen er hård, og vi kan ikke tillade os at tage en pause. Vi skal også ud at købe endnu bedre udstyr senere,” siger han, der bruger næsten al sin tid på at skrive ansøgninger for at rejse penge og fortælle nysgerrige forskere overalt i verden om mulighederne på DTU Cen. Og der skal mange penge ind: Alene at få finjusteret og gennemgået mikroskoperne af leverandøren koster fire millioner kroner. Om året. <



FOTO: THORALD ANDU CHRISTENSEN

## DANMARK I EN FØRERPOSITION

LOTTE KRULL >

Dagligt bliver DTU Cen kontaktet af udlandske forskningsgrupper. Når telefonerne ringer, er det stadig oftere forskergrupper fra førende internationale universiteter, bl.a. Oxford, Berkeley og Stanford, som kontakter Center for Elektronnanoskopi. Med syv avancerede elektronmikroskoper i Kongens Lyngby har DTU Cen eftertrykkeligt sat Danmark på de internationale forskeres landkort, fortæller Thomas

Willum Hansen, researcher og Cen-medarbejder. Ud over egne forskningsprojekter håndterer han en del af kontakterne samt oplærer gæsterne i at bruge mikroskoperne.

”Hvor det førhen var danske forskere, som måtte kontakte ’de store’ (internationalt anerkendte universiteter, red.), er det nu ’de store’, som kontakter os, og vi får besøg af verdens bedste folk inden for flere fagområder,” siger Thomas Willum Hansen.

Med DTU Cen har Danmark pludselig fået international opmærksomhed inden for elektronmikroskopi, og siden etableringen af centret, er der opstået adskillige forskningssamarbejder mellem danske forskere og udlandske forskningsgrupper.

”Det, at vi kan samarbejde med nogle af de dygtigste forskere i verden, er med til at løfte DTU’s forskning, og medvirker til at give Danmark en førerposition inden for flere forskningsområder som f.eks. katalyse og nanoteknologi,” forklarer Thomas Willum Hansen.

Et af de nyeste forskningssamarbejder er opstået i sommer med Delft University of Technology i Holland. I samarbejdet videreudvikles den nye metode ’electron beam induced deposition’ til at kreere nanostrukturer, som bruges i den næste generation af mikrochips.

Men også internt på DTU trækker elektronmikroskoperne talenterne til, og projekter på tværs af fagområder opstår. Med DTU Cen tilføres en infrastruktur på selve universitetet, som betyder, at forskerne ikke længere behøver at rejse ud af landet med deres projekter. <

# DET SKER PÅ DTU



TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
29. september Kl. 9-16 Søhuset SCION DTU Hørsholm	<b>Workshop</b> Klimaundervisning for gymnasielærere	DTU Management	Ulrik Jørgensen uj@man.dtu.dk
14.-16. oktober Building 101A Room 1 and 3 DTU Campus	<b>Workshop</b> The 21st Nordic Workshop on Programming Theory The NWPT series of annual workshops is a forum bringing together programming theorists from the Nordic and Baltic countries (but also elsewhere).	DTU Informatik	Michael R. Hansen mrh@imm.dtu.dk
13. november Kl. 14-21 Glassalen og Oticonsalen DTU Campus	<b>Jubilæumstræf</b> 25-års-jubilæumstræf for ingeniører dimmitteret i 1984	DTU Alumni	Bente Schneider alumne.dtu.dk  www.alumne.dtu.dk
19. november Building 229 The lounge DTU Campus	<b>Seminar</b> KT Departmental Seminar by Dr. Rafal Dunin-Borkowski, DTU Cen Advanced transmission electron microscopy of nanoscale materials and devices	DTU Kemiteknik	Rafiqul Gani rag@kt.dtu.dk
7. maj Bygning 101 DTU Campus	<b>DTU's årsfest 2010</b>	DTU i samarbejde med Polyteknisk Forening	Niels Grolin ng@adm.dtu.dk

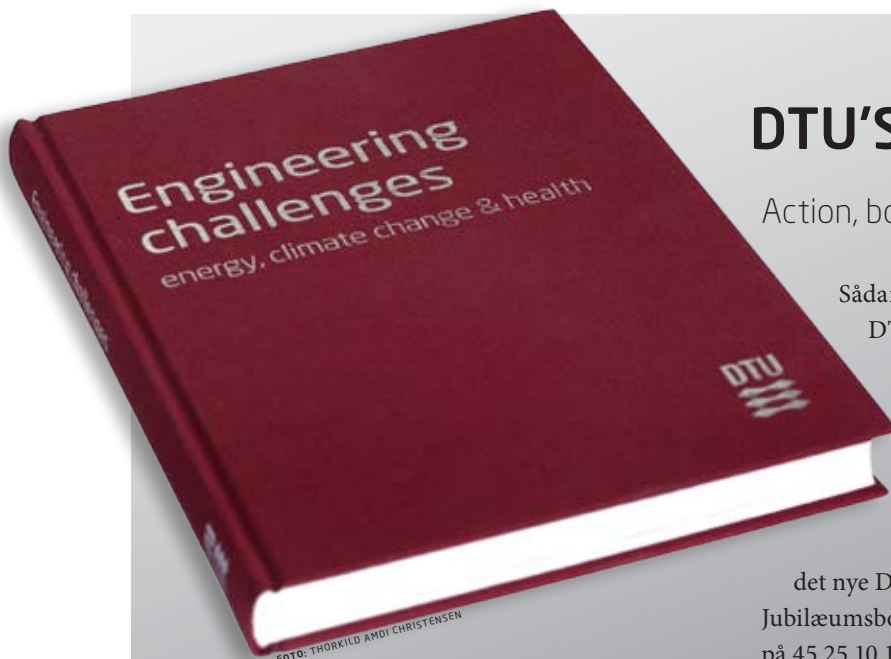


FOTO: THORKILD AMDI CHRISTENSEN

## DTU'S 180-ÅRS-JUBILÆUMSBOG

Action, boldness and creativity are the ABC of engineering

Sådan byder rektor for DTU Lars Pallesen læseren velkommen i DTU's 180-års-jubilæumsbog med titlen 'Engineering challenges', som blev offentliggjort d. 21. august i forbindelse med DTU's gensynsdag.

Med 42 forfattere fra DTU og 23 artikler inden for temaerne energi, klimaforandringer og sundhed tegner jubilæumsbogen et bredt og nuanceret billede af DTU's forskning og ekspertise inden for områder, som er med til at karakterisere det nye DTU, og som samtidig har høj samfundsmæssig prioritet. Jubilæumsbogen kan rekvireres for 250 kr. ved henvendelse til Ida Bangert på 45 25 10 11 eller iba@adm.dtu.dk

*God læselyst!*

# DTU ÅBNER DØRE

Et attraktivt universitet handler ikke kun om superlaboratorier, som er udstyret med den nyeste teknologi. Det handler også om universitetets internationale alliancer og kollegernes indsats.

AF LOTTE KRULL >

Da Søren Salomo i januar 2008 tiltrådte som professor ved DTU Business, var det ikke første gang, at han satte sine ben på Danmarks Tekniske Universitet. Siden 2003 havde Søren med jævne mellemrum haft sin gang på universitetet som underviser på DTU's executive MBA, MMT – Master in Management of Technology, som udbydes af DTU Business (tidl. TEM-center).

I fem år besøgte Søren DTU Business fra så forskellige destinationer som USA, Canada, Tyskland og Østrig. Det var i disse lande, at han opbyggede sin forskerkarriere inden for området teknologi- og innovationsledelse.

”Jeg har aldrig siddet og planlagt min karriere, men når noget interes-

sant er dukket op, så er jeg gået efter det,” forklarer den 42-årige professor.

Professorens instinkt for det interessante svigtede ham heller ikke, da han ankom til DTU Business: Siden årsskiftet har Søren Salomo fungeret som direktør for DTU Business – efter kun et års anciennitet som professor på universitetet.

## Karriere opbygget i udlandet

Trods sit danske fornavn og den flydende danske ordstrøm, så er Søren langt fra at have en gennemsnitlig dansk baggrund: Han er født og opvokset med sin tyske far og danske mor i den nordtyske by Kiel, hvor han også gennemførte sin universitetsuddannelse i erhvervsøkonomi og senere tog en ph.d.-uddannelse. Det var på universitetet i Kiel, at Søren nærmest ved en tilfældighed begyndte at arbejde inden for feltet teknologi- og innovationsledelse.

I de følgende år fulgte han sin næse, hver gang han vejrede nye, interessante muligheder inden for sit nye felt, og det bragte ham rundt i verden til ansættelser på Berlins Tekniske Universitet og universitetet i Graz i Østrig, hvor Søren begge steder var med til at opbygge teknologi- og innovationsledelse som et nyt forskningsområde på universiteterne. I disse år var han to gange gæsteproffesor på den anden side af Atlanten: første gang på Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) i USA og anden gang på McMaster University i Canada. Og indimellem kom han altså også forbi DTU.

## DTU spiller i en god liga

Men hvorfor valgte han at blive fastansat ved DTU? Spørgsmålet kræver kun lidt tænketid hos Søren, før han svarer:

”DTU er et *'hot-spot'*. Universitetet har et godt ry ude i verdenen som et forskningsbaseret universitet. Og så spiller DTU i en god liga som et af de førende tekniske universiteter i Europa og har både ambitionerne og evnerne til at indgå vigtige alliancer med andre universiteter. Det er med til at skabe interessante muligheder. Eksempelvis får man et større netværk, ligesom man kan tiltrække større pengebeløb, så vi kan lave flere og større projekter. Men det giver også muligheder for at tiltrække rigtig dygtige folk fra hele verden som nye kolleger. Det giver mig alt sammen en stor motivation til at være på DTU,” forklarer Søren Salomo, der derudover peger på, at Danmark lige nu er interessant for ham rent fagligt.

”Hvad angår mit fagområde, så er Danmark samtidig et spændende sted at være lige nu, fordi der både politisk og på virksomhedsniveau bliver arbejdet målrettet med innovation. Og i det te felt har DTU Business positioneret sig centralt, så det forstærker naturligvis min oplevelse af, at det er interessant at arbejde her.”

## Selvkørende medarbejdere

Og så er der en anden faktor, som hver dag glæder Søren Salomo ved at arbejde på DTU i forhold til hans tidligere erfaringer fra udenlandske universiteter:

”Det administrative personale på DTU er meget supporterende, og medarbejderstaben er mere selvkørende. De kommer ikke kun til mig med problemer – de kommer også med løsninger. Det er et fælles mål, vi arbejder hen imod, og jeg behøver ikke at tage hver enkelt beslutning. Det oplever jeg som en utrolig lettelse i forhold til min ad-



ministrative rolle, og det er mig en stor glæde, da jeg brænder for at forske og stadig har ambitioner om at fortsætte med det, selvom jeg er direktør,” forklarer professoren, der har erfaring med, at lederstillinger på universiteter i udlandet ofte drukner i administration.

”Det er jo follet, at man bruger en masse år på at blive en dygtig forsker for dernæst at avancere og så bare bruge tiden på administration i stedet for det, man er blevet dygtig til,” påpeger Salomo.

Og så er der den hjemlige front, som også indgik i Salomos prioriteter, før teltpælene endeligt kunne flyttes til dansk jord.

”Vi skulle også finde et land, hvor

#### ! BLÅ BOG - SØREN SALOMO

Født 1967

1996 Kandidat i erhvervsøkonomi, Kiel Universitet

2000 Ph.d., Kiel Universitet

2000 Post doc, Kiel Universitet

2001-2004 Berlins Tekniske Universitet, lektor og projektleder for opbygningen af universitetets forskningsområde inden for teknologi og innovation

2003 Gæsteprofessor ved Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) i USA

2004 Gæsteprofessor ved McMaster University i Canada

2005-2007 Graz Universitet, Østrig, leder af instituttet for teknologi- og innovationsledelse

2008-2009 Professor ved DTU Executive School of Business, Danmarks Tekniske Universitet

2009- Direktør for DTU Business

min tyske hustru kunne finde et job. Med to udearbejdende forældre kræver det et samfund med børneinstitutioner og en kultur, hvor det er accep-

teret, at man må gå fra sit arbejde for at hente børn. Dette var også noget, vi kunne finde i Danmark.” <



FOTO: THOMAS HJORT JENSEN



ARKIVFOTO

# MECHANICUS POULSENS KAMP MED KILOENE

For godt 100 år siden, i 1907, blev det franske system for mål og vægt ophøjet til lov i Danmark. Allerede i 1839 blev forstanderen for værkstederne ved DTU's forløber sat i arbejde med at fremstille det første sæt 500 gram-lodder.

MORTEN ANDERSEN >

I snart hundrede år har erfarne fysikere på DTU vogtet over rigets kronjuveler inden for mål og vægt. Nemlig de officielle kopier af de originale franske normaler for kilogram og meter. Metersystemet blev ophøjet til lov i 1907, og tre år senere bestemte en kongelig anordning, at rigsprototyperne for mål og vægt skulle opbevares i den Polytekniske Lærestalts fysiske laboratorium. Samtidig indstiftedes den tradition, at den ældste professor i fysik ved lærestalten, der senere blev til DTU, havde ansvaret for, at normalerne dels blev opbevaret forsvarligt, dels blev udnyttet.

Kiloets historie i Danmark er dog endnu ældre, og der knytter sig en anekdote til.

Gennem de første årtier af 1800-tallet havde Hans Christian Ørsted argumenteret for, at der var behov for at få

et nyt system for mål og vægt i Danmark, så man havde mulighed for at udveksle videnskabelige resultater med omverdenen på en troværdig måde.

I 1839 blev Ørsteds forslag om at definere det danske pund som 500 franske gram vedtaget ved kongelig resolution. Samtidig blev opgaven med at fremstille to sæt lodder overladt til forstanderen for værkstederne ved Polyteknisk Lærestalt, Mechanicus Ridder Poulsen.

Det tog Poulsen tolv år at fremstille to messinglodder, der hver vejede 500 gram. Og så tydede den første kontrolvejning endda på, at han havde lavet dem for lette!

### Glemte luftopdriften

I 1851, da Poulsen var klar med lodderne, valgte han at sammenligne dem med et 1-kilo-lod, som var i den danske

astronom Heinrich Schumachers besiddelse. Schumachers lod var en nøjagtig kopi af det officielle franske kilogram fremstillet i 1830. Så da Schumachers lod sank ned, mens Poulsens to lodder røg til vejrs på den ligebenede vægt, kan man forestille sig, at stemningen på det polytekniske værksted var noget trykket resten af dagen.

Poulsen lod sig dog ikke slå ud, men greb sagen rationelt an. Han bestemte forskellen til 90-100 mg, og noterede sig samtidig, at Schumachers lod var fremstillet i platin. Poulsen rapporterede sin opdagelse til professor Chr. G. Hummel (såvel Schumacher som Ørsted var døde på det tidspunkt), der efterprøvede den og gav ham ret. Efter en gennemgang af Schumachers skrifter fandt Hummel ud af, at platinloddet ved sammenligning med arkivkilogrammet i Frankrig var henført til



FOTO: WWW.PAST.DK. ©TEKNOLOGIHISTORIE DTU

Professor Chr. G. Hummel løste gåden om den tilsyneladende fejl ved de første dansk fremstillede lodder efter kilo-systemet.

det tomme rum. Platin har en væsentligt større massefylde end messing. Derfor er det ikke ligegyldigt, om man sammenligner lodder af messing med lodder af platin i luft eller i tomt rum. Messing fylder mere, og når man vejer i luft, får man derfor mere luftopdrift i forhold til platin. Det forklarede forskellen. Poulsens to lodder var altså gode nok, og i 1854 blev de overladt til Justervæsenet, som var ansvarlig for, at landets vægte vejede korrekt.

Anekdoten er måske ikke i den klassiske lærklaskende tradition, men illustrerer, at det er en hel videnskab at holde styr vores grundlæggende måleenheder. Disciplinen kaldes fundamental metrologi.

#### Ørsted forud for sin tid

Poulsens lodder blev senere erstattet som rigsnormaler af en national kopi

af den originale kilogramnormal i Paris. Sammen med en tilsvarende kopi af meteren blev den skænket Danmark som en udløber af den internationale meterkonvention. Danmark tilsluttede sig konventionen i 1875.

Da Polyteknisk Lærestalt flyttede fra København til Lyngby i begyndelsen af 1960'erne, blev der opført et un-

derjordisk skatkammer, bygning 313, hvor de metrologiske kronjuveler blev opbevaret i Laboratoriet for Fundamental Metrologi. Laboratoriet blev lukket i 1981.

”Tiden var vokset fra faciliteterne. I mellemtiden var der kommet langt mere nøjagtige metoder til at holde styr på definitionen af en meter og et kilogram. Samtidig har en række andre enheder jo meldt sig på banen,” forklarer Kim Carneiro, direktør for det nye ankersted for disciplinen, Dansk Fundamental Metrologi, der i dag er et datterselskab af DTU.

Apropos H.C. Ørsteds rolle i historien foreslog dansk teknisk videnskabs superstjerne allerede så tidligt som i 1820, at man baserede definitionen af den daværende længdeenhed en fod på et sekundpenduls svingninger. På den måde kunne man nemlig få en definition, der var uafhængig af eventuelle fejl i eller ændringer over tiden af de fremstillede referencenormaler. Man havde med andre ord reproducerbarhed. Ideen var lovlig verdensfjern for Ørsteds samtidige, men i dag er denne tankegang helt dominerende inden for international metrologi. <

## DET GAMLE KILO DUER STADIG

Dansk Fundamental Metrologi opbevarer stadig de gamle normaler. Meteren kun af historiske grunde, mens kilogramprototypen fortsat anvendes. Så sent som i december 2006 var den i Paris for at blive sammenlignet med den internationale kilogramprototype. Ud over for længde (meteren) og masse (kilogrammet) udvikler og vedligeholder institutionen referencenormaler inden for volumen, nano, akustik, elektricitet, elektrolytisk ledningsevne, pH og optisk radiometri.

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.

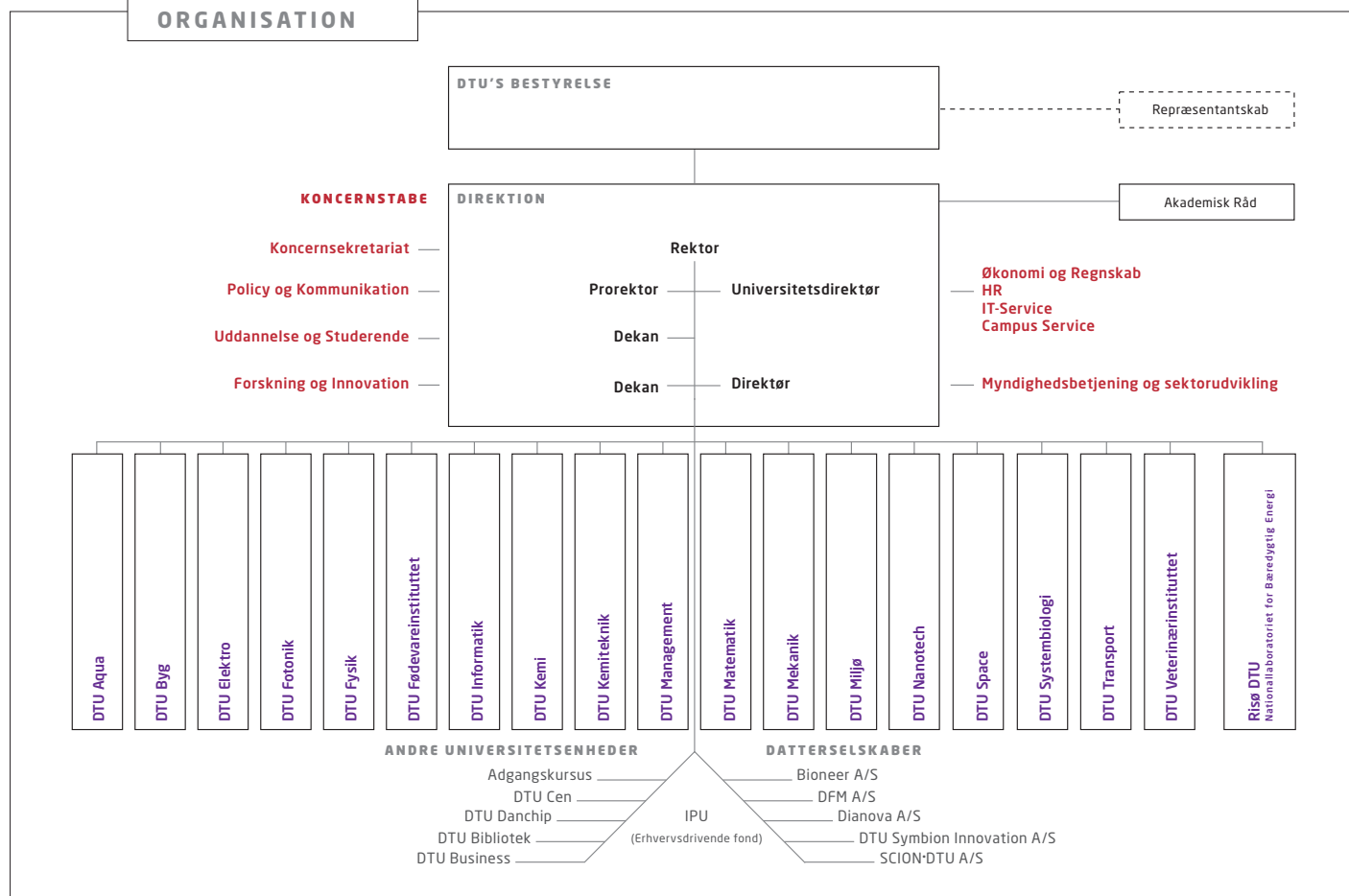
### BESTYRELSE

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@aqua.dtu.dk · Tlf. 21 45 69 77

**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

**JACOB STEEN MØLLER**, institutdirektør  
jasm@byg.dtu.dk · Tlf. 45 25 17 46

**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 · Mikrobølge-teknologi · Fysisk elektronik · Effektelektronik · Automation · Robotteknik · Industriel it · Styling og regulering · Elteknologi · Elektrisk energiforsyning · Medikoteknik · Ultralydbilledannelse · 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 videnbaserede 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, ulinear 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 ·  
 Miljøkemi og miljømikrobiologi: økotoxikologi og miljøkemi,  
 analytisk miljøkemi, 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 · Procesteknologi ·  
 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 · 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** · Danchip

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



# DANMARKS STØRSTE

Fredag den 21. august stod i gensynets tegn, da over 1.300 ingeniører var samlet til Gensynsdag 2009 på DTU i Lyngby. Gæsterne var alle DTU-alumner, og der var tilrejsende fra bl.a. Malaysia og Qatar. I alt kom der alumner fra 16 forskellige lande. Det er anden gang, der er gensynsdag på DTU – første gang var i 2004.

AF BENTE SCHNEIDER FOTOGRAF: THORKILD AMDI CHRISTENSEN >

**1** Copenhagen Jazz After Midnight bød alumnernes velkommen på DTU.

**2** En UNICEF-bod var stillet op i bygning 101. Rektor Lars Pallesen er i år UNICEF By-ambassadør udpeget af Lyngby-Taarbæk Kommune ved borgmester Rolf Aagaard-Svendsen. Donationer til UNICEF By går til pigers skolegang på Madagaskar.

**3** Gensynsdagen fik besøg af nogle af DTU's ældste alumner, bl.a. Svend Borrit, som blev bygningsingeniør i 1946.

**4** Polyteknisk Boghandel inviterede alumnernes indenfor og gav i dagens anledning 20 procent rabat på alle bøger.

**5** "Vi har mistet en generation af videnskabsfolk og ingeniører, fordi ingeniørerne har haft et kedeligt image i nogle år. Sådan behøver det ikke være i fremtiden. Tværtimod," sagde forfatter og videnskabsjournalist Tor Nørretranders, der var gensynsdagens anden gæstetaler. Han leverede et provokerende og muntert indlæg om, hvordan ingeniøren igen kan blive fremtidens helt, hvis han/hun håndterer de store og nye udfordringer, som fremtiden ifølge ham byder på. "Alting skal genopfindes," sagde han og forklarede, at det betyder enorme muligheder for både teknologer, forretningsfolk og miljøinteresserede. Fremtidens helt er tilpasset sit levemiljø illustreret ved personen i højre side.





Rektor Lars Pallesen åbnede Gensynsdagen med en tale over temaet "DTU - teknisk og naturvidenskabelig dynamo for samfundet".



5



6



7



8

# INGENIØRTRÆF



9



10



11

**6** Dekan Martin Vigild holdt sammen på trådene som konferencier ved fællesdelen af festlighederne.

**7** Administrerende direktør og DTU-alumne Jørgen Bardenfleth fra Microsoft var en af gæstetalerne ved Gensynsdagen. "Festliggørelse af relationen mellem tidligere studerende og DTU er rigtig godt," indledte han sin tale over temaet forskning og viden til produktion af nye produkter.

**8** Den tredje taler, professor Henrik Hautop Lund, Center for Playware, DTU, introducerede det efterfølgende musikalske indslag af Funkstar De Luxe, der fremfører robotmusik ved hjælp af 'byggeklodser' med indbyggede computere, iBlocks. Konceptet er udviklet på Center for Playware, hvor robotteknologi, legekultur, moderne kunstig intelligens og pædagogik forenes. Centeret blev indviet på DTU i april 2009.

**9** Funkstar De Luxe er Martin Ottensens kunstnernavn. Han er dj og blev kendt verden over, da han i 1999 toppede verdens hitlister med et remix af Bob Marleys "Sun Is Shining". Her præsenterer han alumnerne for en musikoplevelse ved hjælp af iBlocks. iBlocks indeholder magneter, der kan sættes sammen i tre dimensioner, og de kommunikerer trådløst med hinanden og med en musikstation.

**10** Gensyn og snak over kaffen.

**11** Fotografen fangede en alumne i gang med at læse folderen om DTU's jubilæumsfond. Fonden blev oprettet i 2004 og har til formål at støtte aktiviteter for studerende og ansatte på DTU.



**12** Demonstration af robotter ved et af de 42 foredrag, som blev afholdt ved institutterne på DTU.

**13** "Den innovative studerende" var en af foredragsoverskrifterne.

**14** En nyudklækket kandidat fra DTU's MBA-uddannelse, Master in Management of Technology. "Kanontiltag med Gensynsdag, både socialt og netværksmæssigt," sagde han.

**15** Medlem af DTU's Alumne-netværks Advisory Board og alumne Jacob Yttesen.

**16** "Sådan skal svinet skæres." Her demonstrerer seniorforsker Lars Bager Christensen fra Slagteriernes Forskningsinstitut, hvordan man på baggrund af CT-skanning kan lave præcis de udskæringer, som kunderne på et bestemt marked foretrækker. Svineskanneren er udviklet af ph.d.-studerende ved DTU i samarbejde med Slagteriernes Forskningsinstitut.

**17** Buffeterne rigges til.

**18** I Kælderbaren hyggede alumnerne sig til sent på aftenen. I Oticonsalen på DTU spillede beatleskopi-bandet Rubber Band.



**GEN  
SYNS  
DAG**  
21. AUGUST



