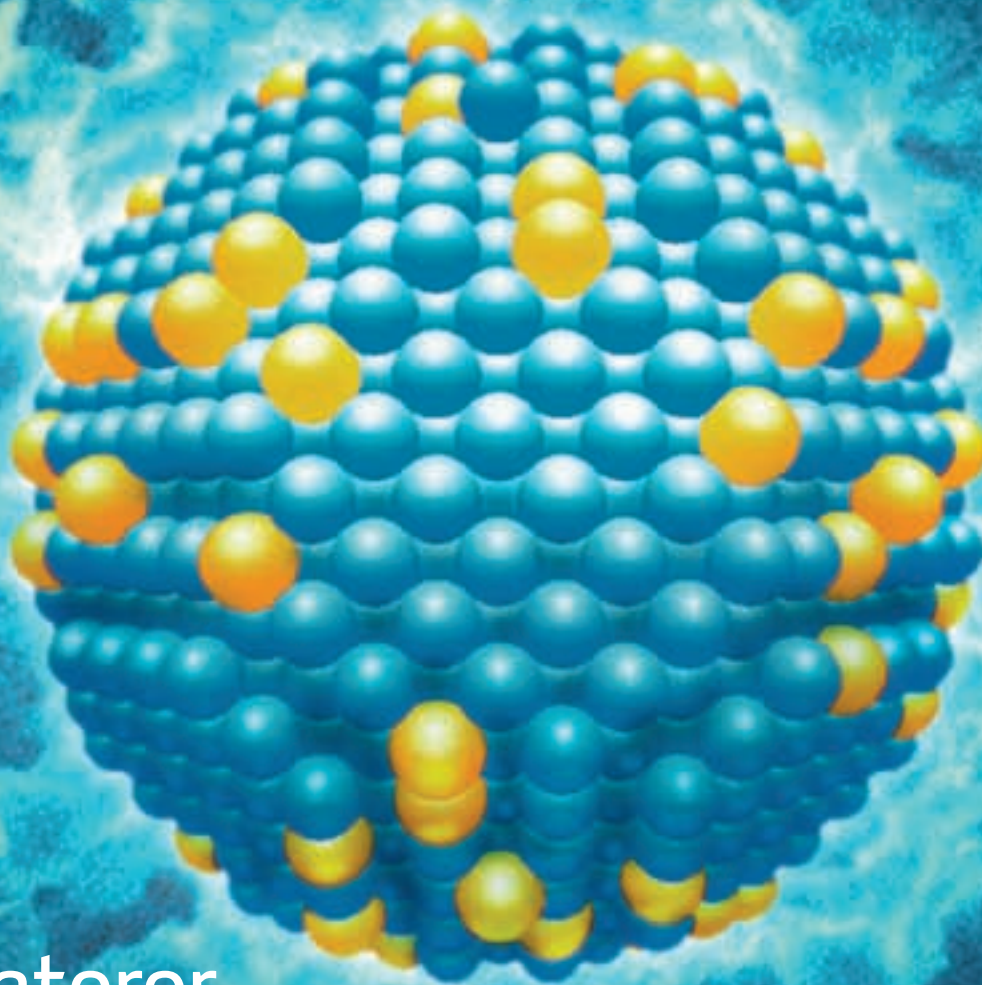


DYNAMO

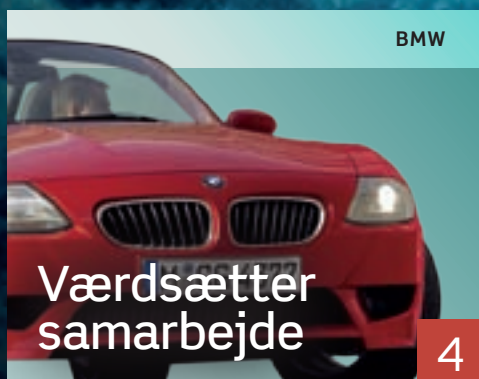
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > FEBRUAR 2007 > NR. 8

DTU



32

Danske
katalysatorer
arbejder jorden rundt



BMW

Værdsetter
samarbejde

4



SUNDERE FEDT

Mindre
transfedtsyre

36



MICROSOFT IMPONERET

Robot
lærer nonstop

10

INDHOLD >

EUROPÆISK ALLIANCE

4 Europæisk superliga München - Lyngby

PRODUKTUDVIKLING

8 Iskoldt samarbejde

TEMA:

FORSKERUDDANNELSE

10 Robotten lærer uden stop

14 Gevinst ved bedre indeklima: 100.000 ekstra medarbejdere

16 Forskeruddannelsen fremtidssikrer samfundet

19 Ph.d.-projekter flytter tingene

22 Miljøvurdering stoppede affaldssortering i Århus

24 Flæskestegen ind i it-alderen

26 I bioteknologiens maskinrum

30 Optik rettet mod hudkræft

HALDOR TOPSØE

32 Katalysator for samarbejde

SUNDE FEDTSTOFFER

36 Gennembrud for dansk fedtteknologi

FRA HISTORIEBØGERNE

40 Tog til (for)tiden

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

42 DTU's ledelse og organisation

44 Institutter

DET SKER PÅ DTU

47 Kalender

DTU ALUMNI

48 Hele verden som undervisningslokale

50 Civilingeniøruddannelsens struktur

50 Diplomingeniør

51 Kort nyt



8

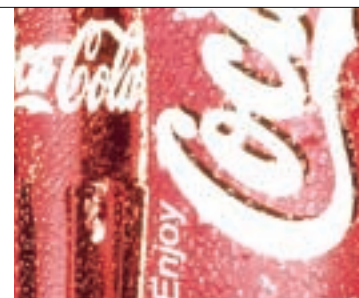


FOTO DANFORS, STEEN BRØGAARD, HALDOR TOPSØE, SCANIPIX, MARK-EDERRE



14



26



32



40



DET 4. BEN OG FORSKNINGSFRIHED



Uddannelse og forskning. Det har traditionelt været de to stærke ben, hvorpå universiteter har stået stabilt i mange år.

I de senere år er innovation kommet til som en eksplicit tredje aktivitet. For DTU har samspillet med erhvervslivet nu altid betydet meget, men fokus på innovationsaktiviteterne er øget, og aktivitetsniveauet er steget betydeligt de senere år.

Via den netop gennemførte fusion, hvor DTU er lagt sammen med en række sektorforskningsinstitutioner, er myndighedsbetjening kommet til som et fjerde ben. Det er med til at understrege den rolle, et moderne trendsættende universitet har i samfundets udvikling.

Skeptikere har udtrykt bekymring for forskningsfriheden og spurgt, om man virkelig kan udføre myndighedsbetjening på et universitet.

Svaret er et klart "ja".

Tidligere var der også kritikere, der så med bekymring på forskeres kontakt til erhvervslivet. Men denne skepsis er gjort til skamme. I dag er der ingen, der sætter spørgsmålstegn ved, at et universitet – og ganske særligt et teknisk universitet – skal have tæt kontakt til erhvervslivet og bidrage innovativt. Tilsvarende er der nu røster, der mener, at det nye fjerde ben er vanskeligt foreneligt med videnskabelig uafhængighed, og at

myndighedsbetjening kan give anledning til interessekonflikter.

På DTU ser vi ikke dette som et problem. Myndighedsbetjening er en forskningsbaseret konsultativ ydelse, der bliver udført på basis af videnskabelige arbejdsmetoder, helt på linje med den øvrige forskning.

Kan forskere på DTU så modsige andre forskere på DTU?

Ja, selvfølgelig kan de det.

De videnskabelige metoder, der lægges til grund, kan naturligvis diskuteres, og vi har ikke noget imod debat, så længe den foregår på en sober måde og bliver fremført af personer med fornøden indsigt i området.

Historien har vist, at væsentlig nyudvikling sker, hvor der er plads til fri, faglig debat. DTU glæder sig derfor til at tage et medansvar for samfundets udvikling og yde sit til, at vigtige politiske eller administrative initiativer og beslutninger bygger på forskningsbaseret viden, hvor det er muligt og relevant.

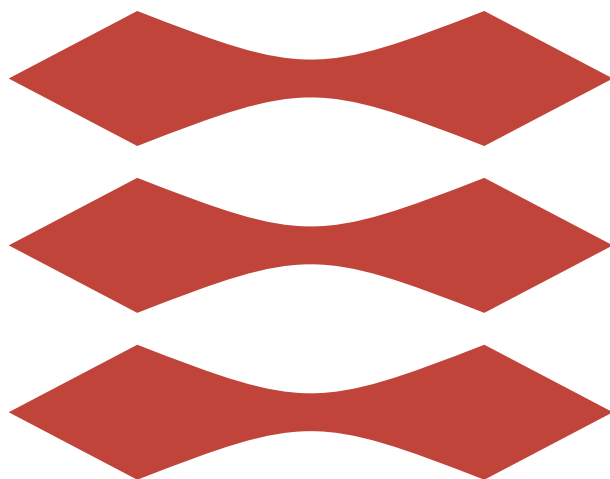
Lars Pallesen
Rektor

EUROPÆISK SUPERLIGA MÜNCHEN - LYNGBY

Stærk konstellation mellem verdens førende forskere kan give dønninger langt ud gennem laboratoriernes vægge og ind i den europæiske industri

The logo for Technische Universität München (TUM), consisting of the letters 'TUM' in a bold, blue, sans-serif font.

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

The logo for Danmarks Tekniske Universitet (DTU), consisting of the letters 'DTU' in a bold, grey, sans-serif font.

TINE KORTENBACH >

Når nogle af verdens førende forskere får lov til at gå i clinch med hinanden, er der for alvor chance for, at forskningen kan føre til kraftfulde resultater og udsende bølger, der vil kunne mærkes langt uden for laboratorierne mure.

Det er situationen, efter at DTU og Technische Universität München (TUM) har indgået en strategisk alliance om at være partneruniversiteter. Stort set alle universitetsdiscipliner er omfattet, og aftalen har et klart strategisk sigte.

TUM regnes for at være et af Tysklands bedste, senest understreget af at forbundsregeringen har udpeget TUM som et af tre excellence-universiteter. TUM har over 20.000 studerende og adskillige forskningsmiljøer i den internationale elite. DTU er noget mindre, men har også flere og store forskningsmiljøer i den absolutte elite.

"Der er tale om det hidtil tætteste universitetssamarbejde på tværs af landegrænser i Europa," vurderer TUM's vicepræsident, professor, dr. Ernst Rank.

"Inden for eksempel vis topologi-optimering vil vi sammen kunne tilbyde industrielle samarbejdspartnere som BMW og Airbus både forskning og efteruddannelse," tilføjer Ernst Rank.

Alliancen vil gøre det endnu mere interessant for BMW at samarbejde med de to universiteter.

I den store tyske bil-koncern har man da også lagt mærke til alliancen:

"BMW Gruppen ser meget positivt på partnerskabet mellem TUM og DTU. Det vil motivere unge forskere på begge sider til at gennemføre interessant forskning med relation til industriens behov," udtaler dr. Josef Meinhardt og Konrad Kempinger til DYNAMO. De er chef for hhv. udvikling af produktionsudstyr og afdelingen for chassis-design.

Hilser velkommen

Også den danske industri vil kunne få glæde af samarbejdet. Haldor Topsøes forskningsdirektør, Bjerne Clausen, hilser et tættere samarbejde velkomment.

Bjerne Clausen vurderer, at der er klare synergier mellem de to universiteter, hvilket giver en enestående mulighed for, at begge universiteter på sigt udvikler endnu bedre forsk-

nings- og undervisningsmiljøer. Virksomhederne i Danmark, som aftager kandidater fra DTU og har forskningssamarbejder med universitetet, får dermed mere kvalificerede medarbejdere, og kvaliteten i forskningsresultaterne får ligeledes et løft.

"Det vil uden tvivl få stor positiv effekt for bl.a. Haldor Topsøes konkurrenceevne på et globaliseret marked, hvor produktlevetiden bliver stadig kortere og kravet til ny innovation stadig stærkere."

"Vi har et stort netværk til universiteter, også mange uden for landets grænser, og vi går kun efter samarbejder med de allerbedste miljøer i verden, konstaterer han og fortsætter:

"Haldor Topsøe har samarbejdet i årtier med professor Jens K. Nørskov på DTU, og der er ingen tvivl om, at hans forskningsarbejde inden for den teoretiske forståelse af nano-

materialer, og især forståelsen af katalyse og katalytiske reaktioner, er i verdensklasse."

"Professor Ulrich Stimming og hans forskningsgruppe i München er klart >>

"BMW Gruppen ser meget positivt på partnerskabet mellem TUM og DTU."

Konrad Kempinger, chef for chassis-design



COURTESY: BMW

DYNAMO NR.8, FEBRUAR 2007

Fire DTU-forskere, som er verdensførende på deres områder, er spydspidser i nogle af de konkrete samarbejdsprojekter. Fra venstre: Professor Jens Kehlet Nørskov, professor Ib Chorkendorff, professor Ole Sigmund og professor Martin Bendsøe.

blandt de bedste i verden, når det gælder forskning i bl.a. brændsels-celler. Vi har også haft et årelangt samarbejde med ham og TUM – også på andre områder end brændsels-celler – og har meget stor respekt for og nytte af hans videnskabelige arbejde.”

Naturligt

Professor, dr. Ulrich Stimming, der især er berømt for sin forskning inden for nanostrukturer på overflader og brændselsceller, leder TUMs aktiviteter inden for nanoområdet, samlet i NANO-TUM. Dette center har deltagere fra 40 forskellige grupper på det tyske universitet, i alt knap 300 forskere.

”Som leder af Nano-TUM er det naturligt, at jeg gennem mange år har haft kontakt med professor Jens K. Nørskov, der leder parallellen i Lyngby, Nano-DTU. Vi blev enige om, at vi ville indgå et mere intenst samarbejde, som bl.a. indebærer udveksling af forskere, herunder ph.d.-studerende, lærere og et fælles studieprogram på master-niveau.”



Professor, dr. Ulrich Stimming fra Technische Universität München

”I samarbejde med DTU-professor Ib Chorkendorff på Institut for Fysik arbejder vi med forslag til en uddannelse på masterniveau, hvor de studerende kan få en grad i fysik og nanoteknologi fra begge universiteter. Forhåbentlig kan de første studerende starte allerede til efteråret.”

Ib Chorkendorff er samtidig leder af DTU's Grundforskningscenter for Individual Nanoparticle Functionality (CINF), og det var ved indvielsen af dette center i september sidste år, at den tyske professor for alvor mærkede seriositeten på DTU.

”Jeg er meget imponeret over, hvordan tingene kører på DTU,” beretter Ulrich Stimming, der husker, at professor Ib Chorkendorff havde beklaget sig over, at han ikke kunne arbejde helt så nøjagtigt, som han gerne ville. Underlaget under et nyt, avanceret instrument (et kombineret scanning elektron mikroskop (SEM) og et scanning tunneling mikroskop (STM), red.) var mindre stabilt, end han kunne ønske sig. Det lyttede ledelsen til, og der gik kun et halvt år, så stod der en ny tilbygning med det rette fundament klar til forskerne.”

”Det var helt fantastisk og ville aldrig ske i Tyskland. Her skulle man først diskutere i lange baner, og så var det ikke engang sikkert, at der ville ske noget som helst.”

”Det er nok en af fordelene i et lille land. Man kan handle hurtigt, være fleksibel og på den måde komme foran de andre.”



Ulrich Stimmings vision er at skabe en stærk akse af europæiske universiteter.

”I Europa har vi brug for at arbejde sammen. Strategisk ville det være klogt, hvis en håndfuld universiteter, der ligner hinanden i struktur og mentalitet, kunne finde sammen. Det ville give en særdeles slagkraftig alliance.”

Handling bag

At aftalen ikke blot er hensigtserklæringer og smukke ord til brug ved festlige lejligheder fremgår tydeligt af, at samarbejdet allerede kører på flere fronter.

I november underskrev de to universiteter de første konkrete aftaler

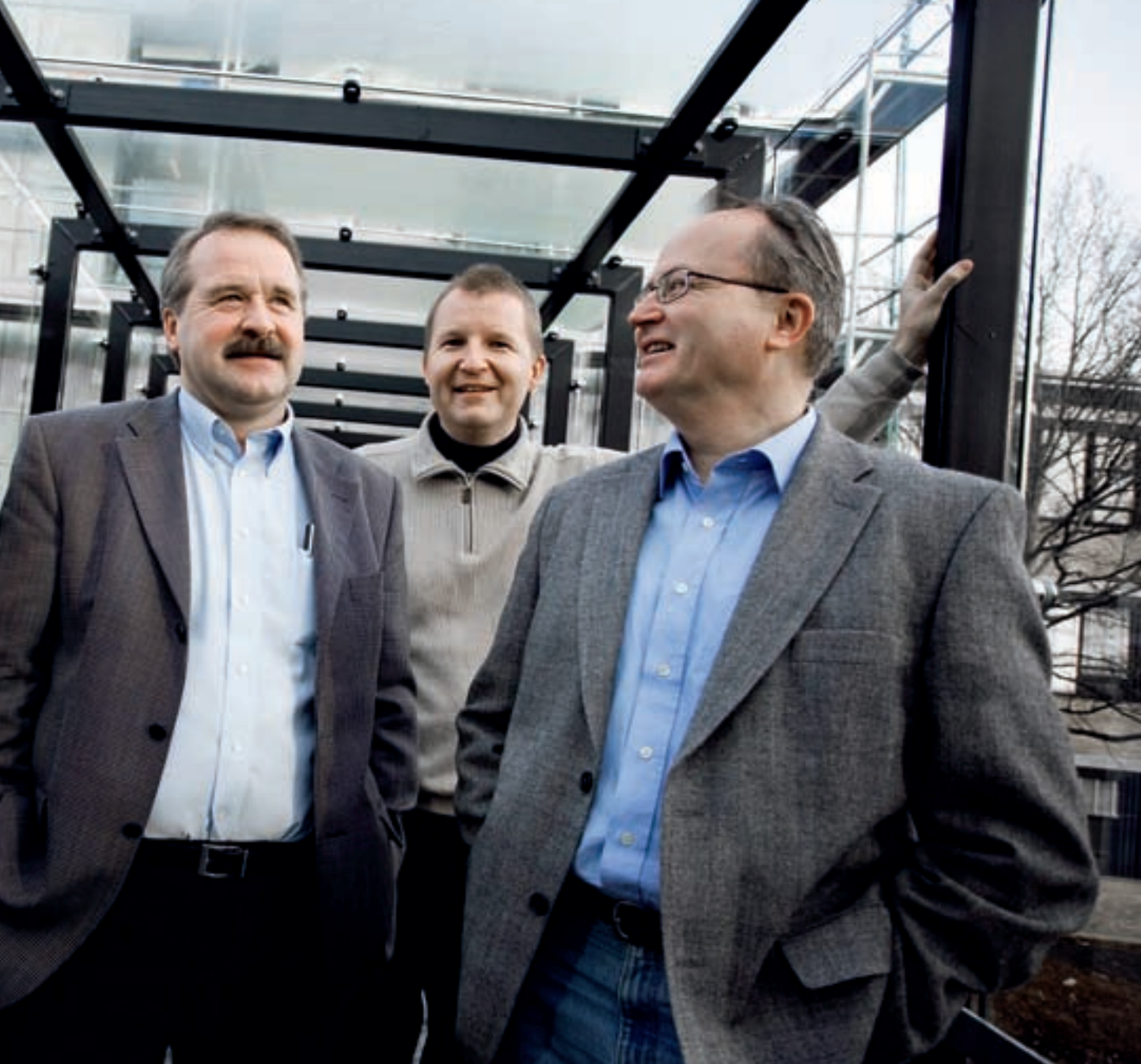


FOTO STEEN BRØGGAARD

om forsknings- og forskeruddannelsessamarbejde. Ud over nanofysikområdet drejer det sig om en aftale mellem forskerskolerne Danish Center for Applied Mathematics and Mechanics, DCAMM, og det tyske Center for Simulation Technology in Engineering (CeSIM). Aftalen indebærer bl.a., at universiteterne udveksler ph.d.-studerende, og foruden de konkrete ph.d.-projekter er det hensigten hvert år at udveksle 5-10 ph.d.-studerende og lærere til både studieforløb og forskningsforløb. De første projekter er allerede igangsat inden for optimalt design og specielt topologioptimering, som dækker over den meget vigtige ingeniørdisciplin at designe en ting, så

den netop opfylder ønskede krav ved brug af mindst muligt materiale, f.eks. til fremstilling af biler og vindmøller. Det er netop optimering af kompositmaterialer i vindmølevingers skaller, der er emnet for det første ph.d.-projekt mellem DTU og TUM, og flere projekter er i støbeskeen, bl.a. gennem DCAMM Forskerskolens internationale stipendier fra Forskeruddannelsesudvalget.

Professor Martin Bendsøe på DTU's Institut for Matematik og professor Ole Sigmund på DTU's Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion er internationalt anerkendte for deres forskning inden for topologioptimering. Toyota er et af de mange firmaer, som har sendt folk til DTU, så

de kunne få en ph.d.-uddannelse her. Samtidig dækker DCAMM forskerskolen en lang række andre centrale discipliner, hvor både DTU og TUM er i den internationale førertrøje.

"Der er stort potentiale i samarbejdsaftalen, både i det grundvidenskabelige og i det anvendelsesmæssige sigte," vurderer Martin Bendsøe. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Nano-DTU: www.nano.dtu.dk

Nano-TUM: www.tum.de

CINF: www.cinf.dtu.dk

Lundbeckfondens Center for Atomic-scale Materials Design (CAMD): www.camd.dtu.dk

DCAMM: www.dcamd.dk

CeSIM: www.igsse.de/cesim

Kompositprojekt: Lektor Mathias Stolpe, m.stolpe@mat.dtu.dk

Ny standard for kølesystemer gør dem billigere at masseproducere og vedligeholde

PETER HOFFMANN >

For tre år siden begyndte læskedrikproducenten Coca Cola at efterspørge nye standarder for køling. Firmaet ville have større konkurrence på området og opfordrede branchen til at udvikle fremtidens køleanlæg.

Det nye anlæg skulle, i modsætning til i dag, blandt andet være udformet, så fordamper og kondensator er samlet i en enhed – kølekassetten. Og så var der meget specifikke krav til kølekassetten dimensioner og til interface mellem kølekassette og selve kabinettet. Idéen var, at der skulle udvikles en fælles standard, så prisen på enhederne kunne bringes ned.

Dette oplæg fik Danfoss til at kaste sig ud i et treårigt projekt. Sammen med Institut for Produktudvikling (IPU) har firmaet udviklet et nyt sys-



FOTOS: DANFOSS

ISKOLDT SAMARBEJDE

Hvert kølesystem kan tilpasses kundens behov med hensyn til f.eks. ydeevne, strømforbrug og kølemiddel. Samtidig er kølekassetten mere effektiv end de traditionelle systemer,” siger global projektleder Michael Antoniussen, Danfoss.

tem til at holde drikkevarer kolde. Det har resulteret i en kølekassette, der både kan puttes i automater og køleskabe, og som hurtigt kan skiftes, hvis noget går galt.

Plug and Cool

”Det nye system er ikke banebrydende rent køleteknologisk. Men det er utrolig fleksibelt, og det betyder, at det er nemt at arbejde med – også selv om man ikke er faglært,” siger Michael Antoniussen. Han er global projektleder hos Danfoss i Flensborg.

Umiddelbart springer det i øjnene, at det nye system fylder så lidt. Kølekassetten er på størrelse med en øl-kasse og kan holde hele sodavandsautomaten eller køledisken kold. Danfoss kalder systemet for ”Plug and Cool”.

Det nye system er mere effektivt, så kunderne kan få bedre køling, uden at det går ud over strømforbruget. Det er nu ved at blive udviklet til at fungere med mere miljøvenlige kølemidler.

Nem reparation

”Samtidig er det så nemt at udskifte, at alle kan gøre det,” siger Michael Antoniussen.

Det er den udvikling, der gør kølekassetten meget fleksibel i forhold til almindelige kølesystemer.

”Hidtil har det været nødvendigt at reparere tingene på stedet. Hvis det ikke kunne lade sig gøre, har man været tvunget til at køre hele enheden

til reparation. Det er både dyrt og besværligt,” fortæller senioringeniør Steen Andreasen fra IPU. Han har samarbejdet med Danfoss om udviklingen af det todelte kølesystem.

Besværet med reparation slipper man for med det nye system. I stedet for at skulle finde frem til fejlen trækker man simpelthen kølekassetten ud og putter en ny i.

Et hovedmål med at foretage standardiseringer er at give mulighed for at øge styktallene hos producenten. Samtidig skal udviklingen på sigt især nedbringe prisen på service og reparation af enhederne.

Fleksibel

Det nye system er meget fleksibelt, fordi hvert kølesystem kan tilpasses nøjagtigt til kundens behov.

”Kunden kan, afhængig af pris, selv bestemme ydeevne, strømforbrug og kølemiddel. Samtidig er kølekassetten mere effektiv end de traditionelle systemer, der er på markedet i dag,” siger Michael Antoniussen.

”På Danfoss har vi den tekniske viden til at løse denne opgave, men vi havde også behov for en partner, der kunne produktudvikle på ingeniørniveau. Derfor faldt valget på IPU,” forklarer Michael Antoniussen.

IPU er en selvstændig virksomhed, der samarbejder med DTU, og som løser en lang række opgaver for erhvervslivet.

Hos Danfoss er man ikke tvivl om værdien i det samarbejde.

”Det er gået rigtig godt. IPU har arbejdet professionelt. Steen Andreasen, der var projektleder, har været meget grundig og sikret sig, at tingene fungerede allerede første gang,” siger Michael Antoniussen.

Kølekassetten skal efter planen bruges i bl.a. flaskekølere og sodavandsautomater over hele verden. De første field tests starter i løbet af de kommende måneder. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER
Steen Andreasen, sa@ipu.dk



Kølekassetten er på størrelse med en øl-kasse, og den kan holde hele sodavandsautomaten eller køledisken kold. Danfoss kalder systemet for ”Plug and Cool”.

ROBOTTEN LÆRER UDEN STOP

Microsoft har fået øje på den lille danske robot-virksomhed Camelot

AF PETER HOFFMANN >

Camelot laver software og arbejdsprogrammer til robotter, der bruges i industrien. Det er der sådan set ikke noget nyt i. Det nye og geniale er, at Camelot kan lave arbejdsprogrammerne, imens robotterne står på fabriksgulvet og arbejder med noget andet.

"Vi kalder det offline programmering. Fordelen ved at bruge dette system er, at virksomhederne sparer rigtig mange penge, når de skal installere eller opdatere deres robotter," siger virksomhedens direktør, Lars Fleckenstein.

Det lyder smart, og det samme mener verdens største softwareproducent Microsoft, der blev opmærksom på den lille virksomhed med en direktør og to medarbejdere sidste år.

Microsoft-partner

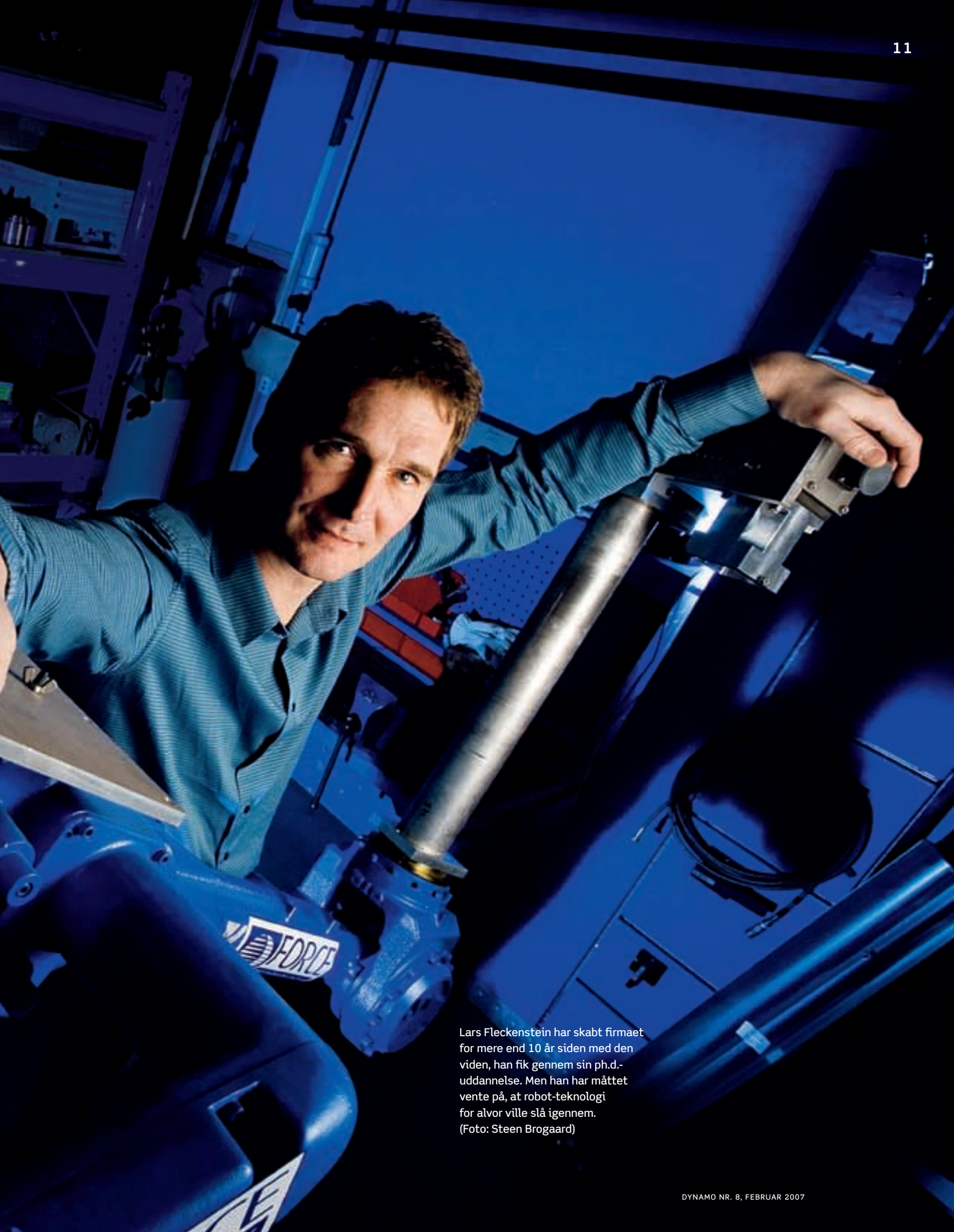
I november præsenterede Lars Fleckenstein sit produkt, Ropsim, for kontakter hos Microsoft i Vedbæk. Det imponerede tilsyneladende, for allerede i december indgik Camelot en samarbejdsaftale med Microsoft Robotics.

"Det er en fantastisk mulighed for at opfylde vores ambitioner om at

være en global spiller," siger direktør Lars Fleckenstein. Men ellers virker han ikke synderligt påvirket af, at han har indgået en samarbejdsaftale med verdens største producent af pc-software. For selv om aftalen sandsynligvis vil give hans virksomhed et fantastisk økonomisk løft, mener han, at aftalen er gavnlig for begge parter.

"Microsoft vil gerne ind på robotmarkedet. De kan udvikle teknologi og software til alle former for robotter: legetøj, støvsugere og andre robotter til hjemmet eller industrirobotter. Der har vi noget teknologi, som kan bruges til det formål. Microsoft er til gengæld interessante for os, fordi de vil udvikle en ny standard for programmering af robotter. Det vil gøre robotter nemmere at programmere og udvikle, og det vil være med til at gøre robotterne langt mere almindelige og udbredte. Den udvikling vil vi naturligvis gerne være en del af," siger Lars Fleckenstein.

Hvor stor vækst Camelot kan forvente, har han ikke noget bud på, men han er ikke i tvivl om, at 2007 vil byde på stor vækst og store forandringer for virksomheden. >>



Lars Fleckenstein har skabt firmaet for mere end 10 år siden med den viden, han fik gennem sin ph.d.-uddannelse. Men han har måttet vente på, at robot-teknologi for alvor ville slå igennem. (Foto: Steen Brogaard)

Ropsim står for Robot Offline Programming and Simulation. Det går ud på at lave en computermodel af den arbejdsstation, hvor robotten skal stå.

Undgår "nedetid"

Det kræver naturligvis, at der samles data nok til at lave en computermodel. Ved hjælp af Ropsim-programmet kan man så programmere robotens bevægelser på computeren. Med den metode undgår virksomheden, at robotten får "nedetid", mens den programmeres. Samtidig hjælper programmet med at afsløre, om der er plads nok til robotten, eller om der findes en mere hensigtsmæssig arbejdsrutine for den. Fejl, som er ærgerlige og dyre at opdage, når den først er installeret.

"Vi bruger også metoden, når kunderne skal have nye robotter eller skal have opdateret softwaren. Hvis der er behov for det, kan vi også opdatere en robot via netværk," fortæller Lars Fleckenstein

Klar til vækst

Teknologien bag firmaets produkt er ikke ny. Allerede i begyndelsen af 1990'erne begyndte Lars Fleckenstein og en medstuderende på DTU at udvikle modellerne. Og selv om virksomheden Camelot har eksisteret siden 1997, er udviklingen på markedet gået langsomt.

"Der har da været noget garage-start over det. Jeg måtte arbejde som it-konsulent, fordi der ikke var kunder nok i butikken," husker Lars Fleckenstein.

"Det har krævet en stor indsats, og det har da været nogle hårde

år, vi har kæmpet os igennem. Men vi har også lært en masse, som gør, at vi er solidt rustet til den vækst, vi skal igennem nu," siger han.

Et af de største tilbageskridt på markedet skete efter bombningen af World Trade Center den 11. september 2001.

"Virksomhederne var ellers begyndt at vise interesse for vores produkt, men alting gik i stå. Det er først de seneste to år, at markedet er begyndt at komme sig," fortæller Lars Fleckenstein.

Klar til vækst

Virksomheden har brugt den mellem-liggende tid på at konsolidere sig og er nu klar til væksten.

"Nu går udviklingen den rigtige vej, og det understreger Microsofts entre på markedet jo også," siger han.

Indtil videre går planerne ud på at få opbygget en salgsorganisation i løbet af 2007, og så skal fremtidens robotteknologi også lige udvikles med Microsoft.

Camelot startede som et eksamensprojekt på DTU i 1989. Her lykkedes det Lars og en medstuderende at programmere en computer med et 386 chipset (med hastigheder omkring 16-40 MHz, hvor vi i dag er oppe på 2-3 GHz, red.).

Undervejs i projektet fandt de frem til de grundlæggende algoritmer eller matematiske formler, der skulle til for at vise robotens bevægelse i 3-D.

"Det var spændende at arbejde med, så vi valgte at fortsætte med et ph.d.-projekt om emnet. Her blev matematikken lidt mere avanceret, fordi vi blandt andet begyndte at tage

faktorer som robotens vægt og inertitet med i computermodellerne," siger Lars Fleckenstein.

Ph.d.-projektet blev afsluttet i 1992, og så var grundstenen til Camelot lagt.

At virksomheden og ideen har overlevet så længe skyldes i høj grad de redskaber, Lars Fleckenstein fik på DTU.

"Ph.d.-projektet har betydet, at jeg er blevet i stand til at holde komplekse problemstillinger i luften. Jeg har samtidig fået redskaber til at drive teknologien frem inden for et område med mange forskellige discipliner som datalogi, matematik, fysik og mekanik," siger han og fortsætter:

"Selv om jeg ved, der ligger uløste problemer og venter, er jeg ikke bange for at kaste mig ud i nye områder. Jeg har tillid til, at jeg nok skal finde løsningerne undervejs," siger han.

Software er fremtiden

Lars Fleckenstein mener, at man i fremtiden vil fokusere mere på software.

Den udvikling er især tydelig på computermarkedet, hvor forbrugerne efterhånden forventer, at deres computere kan håndtere mange forskellige typer af software uden problemer.

Også set i det lys er Camelots samarbejdsaftale med Microsoft vigtig. Dels for kunderne, der gerne skulle få lettere og billigere robotløsninger, dels for Camelot der vil være med helt i front, når der udvikles nye standarder. Standarder, der har Microsofts kapital og netværk i ryggen, og som dermed vil komme til at spille en stor rolle på verdensmarkedet. <

Camelot kan programmere robotens bevægelser på computeren, mens den arbejder. Derved undgås spildtid i produktionen.



GEVINST VED BEDRE INDEKLIMA: 100.000 EKSTRA MEDARBEJDERE

En håndfuld store virksomheder lægger medarbejdere til forsøg, der skal vise gevinsten i kroner og øre ved at forbedre indeklima

MORTEN ANDERSEN >

Op mod 100.000 velkvalificerede ekstra medarbejdere er klar til dansk erhvervsliv – og de behøver ikke at få løn! Sådan kan man oversætte resultatet af at gøre indeklimaet bedre.

Der kan være mange gode grunde til at aktivere langtidsledige og integrere indvandrere på arbejdsmarkedet. Men hvis formålet er at skaffe tiltrængt arbejdskraft til dansk erhvervsliv, er der et alternativt virkemiddel, som bliver overset: Gør indeklimaet bedre. Så vil de nuværende medarbejdere blive mere effektive.

Den pointe underbygger det rådgivende ingeniørfirma Birch & Krogboe nu i samarbejde med Center for Indeklima og Energi på DTU's Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion.

En håndfuld store virksomheder blandt Birch & Krogboes kunder har

sagt ja til at medvirke i et forsøg, hvor medarbejderne i perioder arbejder under forbedret indeklima og i andre perioder under det sædvanlige indeklima. Forbedringerne vil især bestå i øget ventilation og sænkning af temperaturen.

Undervejs skal medarbejderne udføre små test over internettet. På baggrund af tilsvarende forsøg i udlandet og DTU-forsøg i folkeskolen forventer ingeniørfirmaet, at produktiviteten vil blive forbedret i størrelsesordenen 5-6 procent. Det vil i så fald svare til op mod 100.000 ekstra medarbejdere på landsplan.

Vel at mærke uden de store investeringer. De medvirkende virksomheder har allerede klimaanlæg, men bruger dem bare ikke optimalt.

"Ud over forbedret produktivitet forventer vi, at antallet af fejl vil falde. Fejl har stor økonomisk betydning i mange virksomheder. Endelig forventer vi et fald i sygefraværet, som også har direkte effekt på virksomhedernes bundlinje," siger afdelingsleder Lars D. Christoffersen, Birch & Krogboe.

Den ansvarlige for forsøget er civilingeniør Kasper Lyng Jensen, der er ansat som ErhvervsPhD-studerende i Birch & Krogboe med centeret på DTU som sit akademiske bagland.

"80 procent af omkostningerne i en typisk dansk virksomhed er til løn. Det betyder, at hvis vi kan forbedre medarbejdernes produktivitet bare med en enkelt procent, så har vi vundet, hvad der svarer til hele virksomhedens strømforbrug," siger Kasper Lyng Jensen.

Forsøg på almindelige kontorer

Virksomhederne, som deltager i forsøget, har valgt indtil videre at være anonyme. Kasper Lyng Jensen kan dog fortælle, at det drejer sig om virksomheder, der ikke har særlige problemer med indeklimaet:

"Det duer ikke at lave forsøgene på virksomheder, hvor de ansatte jævnligt klager over dårligt indeklima. Så kunne man risikere, at medarbejderne med vilje laver fejl i testene eller på anden måde forsøger at påvirke resultaterne. Forsøgene foregår på helt almindelige danske kontorarbejdspladser."

I det hele taget udføres forsøget på et rent forskningsmæssigt grundlag.

"Det er afgørende for os at have instituttet på DTU i ryggen. Det er garanti for, at alt udføres efter de samme metoder, som er anerkendt internationalt i indeklimateknologien," siger Lars D. Christoffersen, der i 1991 blev ansat som den første



Birch & Krogboe har altid mindst fire ph.d.-studerende ansat. "Det styrker foretningens faglige udvikling. Dygtige ingeniører sætter pris på at være i et stærkt fagligt miljø, hvor de kan udvikle sig," siger adm. direktør Ingelise Bogason



"Mange virksomheder har ventilationsanlæg, men de udnytter og vedligeholder dem ikke optimalt," siger ErhvervsPhD-studerende Kasper Lyng Jensen.

ErhvervsPhD hos Birch & Krogboe.

Ud over de ph.d.-studerendes egne kompetencer sætter ingeniørfirmaet pris på den kontakt til forskningen, som de repræsenterer.

"Så sent som her i formiddag stod jeg og manglede noget viden, som vi ikke havde i huset. Kasper kunne ikke selv hjælpe mig, men via hans kontakter på DTU fik vi problemet løst meget hurtigt," siger Lars D. Christoffersen.

Ingeniørfirmaet ejes af Birch & Krogboe Fonden. I dag har fonden en vedtagelse om, at der til stadighed skal være mindst fire ph.d.-studerende finansieret af fonden.

Adm. direktør Ingelise Bogason: "Ph.d.-studerende bidrager med en væsentlig styrkelse af forretningens faglige udvikling og er med til at sikre, at vi til stadighed kan levere unikke løsninger. Men den høje faglighed betyder også, at vi har mange stærke faglige miljøer." <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Jørn Toftum, jt@mek.dtu.dk

FORSKERUDDANNELSEN FREMTIDSSIKRER

Tiden, hvor en ph.d.-uddannelse kun handlede om at gå i professorens fodspor, er endegyldigt forbi. Den nye trend er, at langt de fleste vil få job uden for universiteterne. Dermed bidrager de direkte til at skabe velfærd og øge samfundets potentiale for velstand

MORTEN ANDERSEN >



FOTO: CARSTEN DAMSTEDT

SAMFUNDET

Dobbelt så mange ph.d.-studerende på DTU. Det er bundlinjen for en ny aftale mellem Videnskabsministeriet og DTU.

"Jeg har ingen bekymringer for, om vi vil have kapacitet nok til at vejlede det dobbelte antal. I USA er der i gennemsnit fire ph.d.-studerende for hver professor. Hvis man overførte det forhold til os, skulle vi have et par tusinde ph.d.-studerende," kommenterer DTU's forskningsdekan Kristian Stubkjær.

Det nyfusionerede DTU har ca. 750 ph.d.-studerende i øjeblikket.

Med til billedet af de amerikanske ph.d.-studerende hører, at mange af dem i realiteten arbejder som forskningsassistenter for professoren, mens de danske ph.d.-studerende altid er ansvarlige for deres egne projekter.

"I den danske ph.d.-uddannelse er hvert enkelt studieforbånd meget individuelt. Det skal vi holde fast ved," fortsætter Kristian Stubkjær.

På den anden side er det en fordel med flere ph.d.-studerende inden for samme emneområde. Herved skabes gode forskningsmiljøer. Samtidig er

det vigtigt, at hvert enkelt studium har sin egen vinkel, så ph.d.-uddannelsen ikke ender som en pølsefabrik," understreger Kristian Stubkjær.

"Desuden skal vi undgå, at den ph.d.-studerende bliver for snæver i sin tilgang til forskningen. Det er en win-win situation for samfundet og den studerende, at ph.d.-uddannelsen bliver sat mere i system, så kandidaten lærer at have det store overblik og ikke kun fokuserer på det problem, der ligger lige for."

Sundt at lytte til aftagere

Kristian Stubkjær blev selv færdig som ph.d. i 1981.

"Dengang var det lidt firkantet sagt målet med ph.d.-uddannelsen, at man skulle ligne professoren så meget som muligt. Succeskriteriet var, at man fik en stilling på universitetet og ultimativt selv blev professor."

Siden er det blevet stadig mere almindeligt, at de nyuddannede forskere får job uden for universiteterne.

"Ph.d.-graden kan selvfølgelig stadig være indgangen til en karriere på et universitet, men langt de fleste får job udenfor. Det vil blive endnu mere udtalt, når vi nu forøger antallet markant. Fra at være en form for mesterlære hvor det var op til den enkelte professor at definere indholdet, skal

vi have en større kvalitetssikring af, hvad en ph.d.-uddannelse fra DTU er garanti for."

Ca. en tredjedel af de nuværende ph.d.-studerende er betalt af DTU selv, mens de andre to tredjedele har medfinansiering fra virksomheder, forskningsråd og/eller Videnskabsministeriet. Det drejer sig primært >>

"I den danske ph.d.-uddannelse er hvert studieforbånd meget individuelt. Det skal vi holde fast ved."

Kristian Stubkjær, forskningsdekan



"Vi forventer, at den største vækst vil være inden for de erhvervsrettede ph.d.-projekter. Dette vil være med til at åbne uddannelsen, og det er sundt at lytte til aftagerne," mener forskningsdekan Kristian Stubkjær.

om ErhvervsPhD'er, der er ansat i en virksomhed, og ph.d.'er, der indgår i et erhvervsrettet projekt under en forskerskole.

De senere år er der dog opstået en spændende trend:

"Jeg forventer, at den største vækst vil være inden for de erhvervsrettede ph.d.-projekter. Derved fortsætter en udvikling, som vi har set gennem de seneste år, hvor ph.d.'erne bidrager direkte til skabelsen af velfærd og øger samfundets potentiale for velfærd."

"Samtidig er det med til at åbne uddannelsen. Det er sundt, at vi lytter til aftagerne – ikke dermed sagt, at vi skal rette fuldstændigt ind efter dem," siger Kristian Stubkjær.

Fortaler for forskerskoler

Et af kravene fra omverdenen er bedre "varedeklaration" for de nyuddannede forskere, mener han:

"Så længe ambitionen blot er, at kandidaten skal ligne professoren, behøver man ikke have så mange formelle krav til uddannelsen. Men i fremtiden er vi nødt til at specificere

ph.d.-uddannelsen i højere udstrækning. Aftagerne skal kunne stole på, at en ph.d.-uddannet fra DTU har en række kvalifikationer med."

"Man skal tænke på, at mange ph.d.'er ikke nødvendigvis kommer til at arbejde med lige det fagområde, de har lavet deres projekt indenfor. Men det kendetegner dem alle, at de har lært at løse tunge opgaver. Det er den kvalifikation, der er så vigtig i det moderne samfund."

I sin tid var Kristian Stubkjær med til at starte en af landets første forskerskoler, og han er fortsat ivrig fortaler for forskerskoler:

"Forskerskolerne er en god måde for ph.d.-studerende at have kontakt til virksomhederne. Jeg ved godt, at vi i år får en ny universitetslov, hvor alle ph.d.'ere vil komme ind under såkaldte graduate schools efter amerikansk forbillede. Forskerskolerne vil blive et centralt element i disse graduate schools. Jeg er overbevist om, at tanken med skolerne vil blive ført videre – herunder den tætte kontakt til virksomhederne."

En rapport fra et udvalg under Videnskabsministeriet fra april 2006

efterlyser generelt en større andel af udlændinge blandt ph.d.-studerende ved de danske universiteter. Det synspunkt er Kristian Stubkjær enig i.

29 procent udlændinge

"Rapporten nævner, at 25 procent bør være udlændinge. DTU har allerede en procentdel på 29. Vi er helt med på, at man skal se ph.d.-uddannelsen i et globalt perspektiv. Forskere måler sig ikke på en national skala. Det er vigtigt at være i kontakt med den store verden."

Sidst men ikke mindst skal man huske, at ph.d.-uddannelsen er mere end en uddannelse:

"Jeg læser selv alle bedømmelserne af projekterne igennem, og jeg synes, det er helt fantastisk, hvor meget forskning, der bliver produceret i løbet af de tre år, som et ph.d.-projekt varer. Så først og fremmest glæder jeg mig selvfølgelig over al den nye erkendelse, vi nu kan producere som følge af den nye aftale. Så må jeg leve med, at jeg måske dårligt kan nå at læse alle bedømmelserne igennem i fremtiden!" <

ERHVERVSRETTEDE PH.D.ER

DTU's udviklingskontrakt med Videnskabsministeriet for perioden 2006-2008 indeholder en række afsnit om ph.d.-uddannelse. To fællesnævne er en høj grad af innovation og internationalt udsyn.

"DTU målretter sine ph.d.-uddannelser til forløb, der retter sig mod en efterfølgende forskerkarriere, ligesom uddannelserne indeholder et betydeligt innovations- eller erhvervsrettet sigte. Kvaliteten af ph.d.-uddannelserne er under løbende tilsyn for at sikre, at de alle omfatter en solid forskeruddannelse."

"DTU har som målsætning at øge serviceringen af erhvervslivet ved – i et omfang der afhænger af finansieringen – at øge antallet af erhvervs- og innovations-ph.d.-studerende."

"Alle ph.d.-projekter skal have mindst én anerkendt udenlandsk forsker som censor."

"DTU har både strategisk og politisk indsat innovation som et med forskning og uddannelse ligestillet område. I forbindelse med innovations- og teknologioverførsels-aktiviteter spiller innovations- og ErhvervsPhD-projekter en betydelig rolle. Dertil skal lægges, at DTU skaber størst værdi for det danske samfund ved at vægte skabelsen af arbejdspladser frem for f.eks. licensindtægter. Arbejdspladserne kan skabes i nye eller i eksisterende virksomheder ved entrepreneur eller intrapreneur aktiviteter."

Hele DTU's udviklingskontrakt for 2006-2008 kan læses på www.dtu.dk under "Om DTU" – "DTU's officielle dokumenter. Læs mere om ph.d.-uddannelsen på www.dtu.dk under "Uddannelser".

PH.D.-PROJEKTER FLYTTER TINGENE

Søren Isaksen, koncerndirektør for teknologi i NKT Holding og selv tidligere ErhvervsPhD, glæder sig over den snarlige fordobling af antallet af ph.d.-studerende på DTU

MORTEN ANDERSEN >

Søren Isaksen har noget at have det i, når han siger, at ph.d.-uddannelse skaber værdi for samfundet.

NKT Holdings koncerndirektør for teknologi var i sin tid en af de første ErhvervsPhD'er i landet. Projektet, der blev afsluttet i 1981, var med til at lægge grunden for NKT's produktion af optiske fiberkabler. En aktivitet, som senere blev solgt til AT&T/Lucent og i dag ejes af japanske OFS Fitel. Produktionen, der nu giver arbejde til ca. 150 medarbejdere, ligger fortsat i Brøndby.

Parallelt med dette projekt startede NKT et andet ErhvervsPhD-projekt omkring udvikling af højhastigheds-transmissionsudstyr. Dette projekt blev forløberen for NKT Elektronik og for Giga, som NKT solgte i 2000 til amerikanske Intel for ca. 10 mia. kr.

"Ser man tilbage, er det jo faktisk fantastisk, hvad projekterne førte med sig. Der har selvfølgelig været mange andre kolleger med i udvikling af begge aktiviteter, men eksemplet viser alligevel, at ph.d.-projekter kan være med til at flytte tingene," siger Søren Isaksen.

Derfor er koncerndirektøren da også glad for, at DTU nu skal ud-danne dobbelt så mange ph.d.-studerende.

"Den tekniske forskning i Danmark halter langt bagud i forhold til eksempelvis Sverige og Finland, så styrkelsen af ph.d.-uddannelsen ved DTU vil give Danmark et tiltrængt løft."

Erhvervslivet står klar

"For tre-fire år siden ville nogle nok have været skeptiske over for at tage flere ph.d.-studerende, men lige nu er der jo et stort behov for kompetente medarbejdere og en ekstrem optimisme. Vi rider nærmest på en bølge. Det >>

"Det handler ikke kun om at tiltrække udenlandske forskertalenter, men også om at holde på dem."

Søren Isaksen, koncerndirektør for teknologi, NKT

er klart, at der også vil komme nedgange i fremtiden, men det står fast, at der vil være betydelig efterspørgsel efter de kompetencer, som ph.d.-graden giver. Der er ingen tvivl om, at de opgaver, vi får, stiger i kompleksitet, og at behovet for medarbejdere med ph.d.-baggrund stiger.”

Det glæder Søren Isaksen, at der er øget fokus på, at nye ph.d.-projekter ved DTU skal ske i samarbejde med virksomheder:

”Hvis jeg selv skulle være ph.d.-studerende igen, ville jeg klart foretrække at være ErhvervsPhD. Når det gælder de ph.d.-studerende, der kommer ud i de fotoniske virksomheder, mener jeg bestemt, at de forskningsmæssigt kommer til at arbejde med state-of-the-art teknologi på mindst lige så højt niveau, som de kunne gøre på DTU. Samtidig bliver en ErhvervsPhD i højere grad en del af et team i forhold til en ren universitets-ph.d. For de fleste er det også sjovere at være med til at løse opgaver, hvor man ved, at hvis det her lykkes, så er det altså noget, der gør en forskel.”

Apropos rekruttering er NKT-direktøren bekymret for, om der er grundlag for at finde de mange ekstra

forskertalenter blandt de studerende på DTU. Derfor opfordrer han DTU til at kigge ud i verden.

Vi må holde på udlændinge

”Det er selvfølgelig fint, hvis DTU kan motivere et lidt større antal af sine studerende til at blive ph.d. Men realistisk set tror jeg, at DTU vil være nødt til at tiltrække broderparten af de nye forskere fra andre institutioner både i Danmark og i udlandet.”

Med 29 procent af de ph.d.-studerende fra udlandet ligger DTU allerede højt i forhold til de fleste andre danske universiteter. Det kræver naturligvis en indsats at fastholde procentdelen, når det samlede antal ph.d.-stillinger fordobles.

”Det vil både være en pligt og en nødvendighed for DTU. Vejlederne bliver tvunget til at profilere sig selv mere på andre institutioner både i Danmark og i udlandet for at fremstå som attraktive. Det er sundt,” siger Søren Isaksen og tilføjer, at det ikke kun handler om at tiltrække udenlandske forskertalenter, men også om at holde på dem:

”Mange af de nuværende udenlandske ph.d.-studerende forlader

desværre Danmark, når de har fået deres grad. En løsning kunne være, at vi tiltrak dem allerede som studerende. Jo tidligere vi får fat i dem, jo større er chancen for, at de kan finde sig til rette med vores kultur.”

Det gælder især studerende fra Fjernøsten, understreger han:

”Typisk vender de enten tilbage til deres hjemland eller rejser videre til USA, hvor de kan få bedre vilkår. Her tænker jeg ikke kun på forhold som løn og skat, men også på at Danmark på mange måder desværre ikke er et udlændingevenligt land.”

Plads til det sprælske

NKT koncernen består af 8 direkte ejede og 70 indirekte ejede selskaber. En del af selskaberne er udsprunget af NKT Research & Innovation, som ledes af Søren Isaksen.

”Inklusive mig selv er vi 10 akademiske medarbejdere i NKT Research, og vi har faktisk alle en ph.d.-grad. Det er nok et generelt billede inden for fotonik. Hvis ikke det forskningsmæssige niveau var så højt, ville vi slet ikke have en fotonisk industri i Danmark.”

Søren Isaksen var i sin tid med til at starte forskerskolen NKT

GODT PÅ VEJ MOD PH.D.-FORDOBLING

Aftalen med Videnskabsministeriet om øget optag af ph.d.-studerende indgår i DTU's udviklingskontrakt for perioden 2006-2008. Nærmere bestemt siger aftalen, at det hidtidige optag på ca. 160 nye ph.d.-studerende per år skal øges til mindst 350 ved udgangen af perioden.

Beregningerne har taget udgangspunkt i en fordobling af antallet af ph.d.-studerende per 1. januar 2006, som var 645. Det vil sige, at den fremtidige bestand af ph.d.-studerende på DTU

bliver knap 1.300. Det øgede optag er under forudsætning af tilsvarende øgede bevillinger.

Siden udviklingskontrakten blev indgået i juni 2006, har DTU øget sit optag, samtidig med at de nye i DTU-familien: Forskningscenter Risø, Danmarks Fødevarerforskning, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Danmarks Rumcenter og Danmarks Transportforskning, har bragt flere ph.d.-studerende med sig.

I alt har DTU nu ca. 750 ph.d.-studerende.

Academy, der er baseret på DTU. Forskerskolen har siden skiftet navn til Photonics Academy Denmark, da flere virksomheder nu er gået ind i akademiet:

”Det er en glædelig udvikling, at forskerskolen nu fungerer som et miljø, der samler alle de fotoniske virksomheder i DTU’s nærområde. Det er med til at gøre forskerskolen endnu mere attraktiv.”

Forretningsmuligheder

”Den samlede portefølje af projekter i forskerskolen hænger godt sammen set fra vores side. Jeg er overbevist om, at nogle af dem vil blive til forretningsmuligheder for os i fremtiden. Der er en god balance mellem projekter, der er fokuserede på noget, som vi eller andre virksomheder kan udnytte, og andre projekter der er mere sprælske, men stadig holder høj kvalitet. Dem skal der også være plads til.”

”Hvis jeg skal være ærlig, tror jeg ikke, at forskerskolen har betydet så meget med hensyn til at rekruttere forskertalenter. Det kunne vi godt have gjort alligevel. Men akademiet er en god ramme. I princippet er det nok, at hvis den akademiansvarlige person hos os og den tilsvarende person på DTU er enige om, at et projekt er godt, så kan man sætte det i gang, fordi de overordnede aftaler allerede er på plads.”

”Desuden har forskerskolen haft en yderligere værdi for os. En del af de ph.d.-studerende tager nemlig en del af deres forløb ved universiteter ude i verden. Gennem dem har vi fået kontakt til forskningsmiljøer i blandt andet Tyskland og Sverige. Det er til stor gavn for os – og i øvrigt også for DTU.” <

VIRKSOMHEDER I FRONTLINJEN

I fremtiden skal endnu flere ph.d.-projekter ved DTU gennemføres i samarbejde med virksomheder. DTU har dog allerede en solid kontaktflade til virksomhederne. Her er en liste over de virksomheder, som DTU har kontrakt med om ph.d.-projekter (per 4. januar 2007).

Agroferm	Hvidovre Hospital
Aker Kvaerner	Interactive Sports Games
ALK-Abelló	IRD Fuel Cell
American Power Conversion	KOHERAS
Amminex	Kort- og Matrikelstyrelsen
Arla foods	Kræftens Bekæmpelse
Atomistix	Lafarge (Frankrig)
Babcock & Wilcox Vølund	Landbrugsraadet
Bang & Olufsen Operations	Lego
Biomar	LM Glasfiber
Bioneer	Lundbeck
Birch & Krogboe	MAN B&W
B-K Medical	Mejeriernes Forsknings Fond
Brødrene Hartmann	Motorola
Capres	Mærsk olie og Gas
Carlsberg	NCC Construction Danmark
Chr. Hansen	NIRAS
Coloplast	NKT
COWI	Nokia
Crystal Fibre	Norut teknologi (Norge)
Danfoss	Novo Nordisk
Danisco	Novo Nordisk Engineering
Dansk Fundamental Metrologi	Novozymes
Dansk Gasteknisk Center	NSGenes
Dansk Industri	OFS Fitel Denmark
Dansk Maritim Fond	Oticon
Dantec Dynamics	Radiometer
Direktoratet for FødevarerErhverv	RFS Denmark
DHI Water & Environment	Rigshospitalet
DMI	Rådgivende Ingeniører & Planlæggere
DONG Energy	Scan.Jour
Dralle	Siemens
Danish Research Centre for Magnetic Resonance	Slagteriernes Forskningsinstitut
DSB S-tog	Sonion
ECO-DAN	Sonion MEMS
Energinet.dk	Statens Byggeforskningsinstitut
Energistyrelsen	Statoil
EU SEAFOODplus	Symphogen
Firmenich SA (Schweiz)	Taijin Twaron
Fiskernes Fiskeindustri	Teknologisk Institut
FLSmith	Terma
Fluxome Sciences	Texas Instruments Denmark
FORCE Technology	Thrane & Thrane
Foreningen for Danmarks	TICRA Fond
Fiskemel- og Fiskeolieindustri	Topsil
Forsvarets Forskningstjeneste	Triple Nine
Foss Analytical	Vattenfall
GN ReSound Danmark	Velux
GPV	WEEE System
Grundfos	Weibel
Haldor Topsøe	Welltec
Hempel	Widex
	Xergi

Flere af virksomhederne finansierer mere end ét projekt. Listen her omfatter kun projekter med egentlig kontrakt. Derudover er en række virksomheder involveret i ph.d.-projekter på mere uformel basis.

Dette er historien om, hvorfor Århus Kommune valgte at droppe affaldssortering. De 18 mio. kr., som kommunen årligt brugte på det nye affaldssystem, gav nemlig ikke bonus i form af bedre miljø

MILJØVURDERING

STOPPEDE AFFALDSSORTERING I ÅRHUS

PETER HOFFMANN >

Affaldssorteringen blev indført i Århus Kommune i 2001. Borgerne skulle sortere deres affald i to poser: sorte til almindeligt affald og grønne poser til biologisk affald.

De sorte poser røg i forbrændingsanlægget, bioaffaldet i de grønne poser blev kørt til et biogasanlæg og forvandlet til biogas.

"Der var en klar forventning om, at dette system ville være bedre for miljøet. Blandt andet fordi bioaffaldet blev udnyttet til gas i stedet for bare at brænde op," siger afdelingsingeniør Dorthe Hamann fra Århus Kommune.

Men i 2002 bad kommunen professor Thomas Højlund Christensen fra Institut for Miljø og Ressourcer på DTU om at lave en miljøvurdering for at finde ud af, hvor meget ordningen præcis betød for miljøet.

Ingen miljøgevinst

Thomas Højlund Christensen gik sammen med to ph.d.-studerende i gang med at undersøge alle aspekter af affaldshåndteringen i Århus Kommune.

De undersøgte, hvor meget affald der blev behandlet, hvor langt skraldevognene kørte, hvor meget biogasanlægget producerede, og en lang række andre forhold der har betydning for miljøvurderingen.

Det viste sig, at det faktisk ikke kunne betale sig at sortere affaldet. Den miljøgevinst, alle forventede, var der simpelthen ikke.

"18 mio. om året var forskellen på at sortere affaldet og køre det usorterede affald direkte til forbrænding. Det er mange penge, og når der ikke var nogen miljøgevinst, så kunne kommunen ikke forsvare at fortsætte affaldssorteringen," fortæller Dorthe Hamann.

Tykke plastikposer

Hun fremhæver, at der var en lang række faktorer, der trak fra i miljøregnskabet. Én af disse faktorer var de sorte og grønne plastposer.

For at forhindre at affaldet blev blandet i processen, var de affaldsposer, borgerne fik udleveret af kommunen, nødt til at være ekstra robuste og tykke.

"Vi har f. eks. flere bebyggelser med affaldsskakter, og det er hårdt for poserne. Det ville ikke gøre så meget, hvis det hele skulle til forbrænding, men vi skulle netop holde affaldet i de grønne og sorte poser adskilt," fortæller hun.

Det viste sig, at fremstillingen af de tykke affaldsposer belastede miljøet for meget i forhold til gevinsten.

Samtidig havde Århus modernise-

ret sit forbrændingsanlæg, så det nu forurenede mindre og brændte langt mere effektivt.

"I det store og hele kunne det simpelthen ikke betale sig at sortere affaldet, sådan som Århus gjorde. Det viser, hvor vigtigt det er at foretage disse miljøvurderinger," mener Thomas Højlund Christensen.

Hertil siger Dorthe Hamann: "Vi handlede ud fra de oplysninger, der var til rådighed for os, da beslutningen blev truffet. Men heldigvis får borgerne glæde af de 18 mio. kr., der spares om året," siger hun.

Århus Byråd besluttede nemlig, at en del af pengene stadig skal bruges til at forbedre miljøet.

Hvert år går 10 mio. kr. nu til ned-sættelse af renovationsgebyret, så det bliver billigere for borgerne at få fjernet affald. Fire mio. bliver brugt til udvidet åbningstid på kommunens genbrugsstationer.

De sidste fire mio. bruges til at lave forbedringer i kommunens måde at håndtere affald på.

DTU skal vurdere miljøet

Århus Kommune har besluttet, at DTU's forskere skal undersøge konsekvenserne, inden der bliver foretaget ændringer i affaldssystemet.

"Lige nu har vi flere DTU stude-

rende, der er ved at undersøge en række aspekter i dele af vores system. DTU skal kigge på de forskellige ændringsforslag og vurdere, hvad konsekvenserne bliver på en lang række områder. Det giver os en mulighed for at kigge ind i fremtiden og vurdere, hvilke løsninger der vil være bedst både for miljø, økonomi og service-niveauet,” siger Dorthe Hamann.

Ekspert i affaldshåndtering

”Det var vores første større projekt inden for miljøvurdering af affaldssystemer, og DTU kom ind i samarbejdet, fordi Århus Kommunale Værker, som står for affaldshåndtering, kontaktede mig,” siger Thomas Højlund Christensen.

”Dette eksempel har netop vist, hvor vigtigt det er at få undersøgt affaldshåndtering til bunds. Det drejer sig jo om et kompliceret system, som bliver påvirket af forhold som service, ressource-effektivitet, effekten på miljøet og kommunens eller virksomhedens økonomi,” siger han.

Det er en af årsagerne til, at han i 2005 tog initiativ til en forskerskole, Residual Resources Research (3R), hvor 16-17 ph.d.-studerende beskæftiger sig indgående med affaldshåndtering. <

YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Thomas Højlund Christensen,
thc@er.dtu.dk

”Eksemplet viser, hvor vigtigt det er at få undersøgt affaldshåndtering til bunds. Det drejer sig jo om et kompliceret system, som bliver påvirket af mange forhold,” siger professor Thomas Højlund Christensen. Sammen med to ph.d.-studerende har han undersøgt alle aspekter af affaldshåndteringen i Århus Kommune.

FOTO: PETER HOFMANN/BO JARNER



FLÆSKESTEGEN IND I IT-ALDEREN

Med avanceret billedbehandling kan slagterierne automatisere udskæringen af slagtesvin. Det bevarer danske arbejdspladser

MORTEN ANDERSEN >

Automatisering er vejen til at bevare danske arbejdspladser på svine-slagterierne, der tegner sig for halvdelen af den danske landbrugseksport. Samtidig kan konkurrence-dygtige slagterier spare levende dyrs transport til udlandet for slagtning. Det er samtidig en stor fordel dyreetisk.

Derfor har formanden for Danske Slagterier, Bent Claudi Lassen, som også er vicepræsident i Landbrugsraadet, store forventninger til et samarbejde mellem Slagteriernes Forskningsinstitut og Institut for Informatik og Matematisk Modellering (IMM) på DTU:

”Jeg er meget optimistisk. For få år siden sagde man, at det ville være helt umuligt at automatisere opskæring af slagtekroppe, fordi hvert individ jo er forskelligt. Det her projekt viser, at it-teknologi faktisk kan løse problemet,” siger Bent Claudi Lassen.



FOTO: SCANPIX

De fleste stykker kød kan bruges til forskellige formål, og det gælder om at optimere udskæringen.

Projektet går ud på at CT-scanne slagtekroppe på svineslagterier. Ud fra scanningerne kan man fastslå fedtprocenten og andre faktorer af betydning for kvaliteten af kødet meget nøjagtigt. Kort sagt får man et mere detaljeret kendskab til slagtekroppene. Det kan man i første omgang bruge til at forbedre udviklingen af slagteri-robotter og som reference for det mere robuste måleudstyr, man bruger som standard i dag. På lidt længere sigt kan man bruge resultaterne til at planlægge, hvordan den enkelte slagtekrop skæres optimalt op.

En CT-scanning er en røntgen-

optagelse, hvor røntgenapparatet kører rundt om emnet. Med korte intervaller – eksempelvis for hver 1,5 mm – tages et nyt billede. I modsætning til et almindeligt røntgenbillede, der viser strukturer i forskellig dybde som skyggevirksomheder i forhold til hinanden, kan CT-scanningen benyttes til at generere et tredimensionelt billede, så et vilkårligt tværsnit kan vises på skærmen.

Bacon eller kamsteg?

Slagteriernes Forskningsinstitut har bygget en mobil CT-scanner, som kan opstilles på forskellige slagterier. Ind-

til videre er omtrent 500 hele slagtekroppe eller delstykker scannet.

"Næste generation af klassificeringsudstyr på slagterierne bliver baseret på den teknologi. Det er allerede taget i brug i de maskiner, vi har stående i England til at slice bacon," siger Bent Claudi Lassen og fortsætter:

"Slagterierne vil fortsat være en arbejdstung sektor, men hvis vi skal fastholde arbejdspladser i Danmark, er vi nødt til at automatisere mere end i dag. Forskningsprojekterne viser, at det er der en fremtid i."

Lektor Rasmus Larsen, IMM, er vejleder for de tre ph.d.-studerende, som står for projektet. På sin computer kan han vise, hvordan han med musen kan vende og dreje et såkaldt mellemstykke fra en gris, der er CT-scannet. Mellemstykket er det mest værdifulde.

"Alt efter det aktuelle stykkes beskaffenhed kan mellemstykket enten bruges til såkaldt back bacon, som er meget efterspurgt i England, til kamsteg eller andre produkter. Faktisk kan vi sætte kvalitetsmål på de enkelte skiver, hvis man vælger at skære stykket op til bacon. Scanningen afslører for eksempel også, hvis der gemmer sig en fedtklump et sted inde i stykket. Så kan man sortere det fra," forklarer Rasmus Larsen.

Højere pris for kødet

Resultatet er, at slagteriet kan skære stykket op på den måde, som samlet set indbringer den højeste pris. Samtidig er det muligt at garantere kunderne, at bestemte kvalitetsmål er opfyldt.

Dansk landbrug producerer 25 mio. slagtesvin om året. På de største

slagterier stikkes der en gris hvert 5. sekund. Det tempo skal CT-scanning og billedanalyse følge.

Rasmus Larsen vurderer, at teknologien vil være i praktisk anvendelse på de danske slagterier inden for halvandet til to år.

Projektet hører under forskerskolen ITMAN, der samler alle IMM's ph.d.-studerende.

"Forskerskolens navn er valgt for at understrege, at vi gerne vil løfte os op over den snævre forståelse af it som computere og software. Vi betragter vores område som optimering af relationen mellem maskine og menneske," fortæller lektor Rasmus Larsen, IMM, der leder forskerskolen. Aktuelt har ITMAN 73 ph.d.-studerende. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Rasmus Larsen, rl@imm.dtu.dk

SLAGTERIERNES FORMAND

STØTTER FORSKERUDDANNELSE

Bent Claudi Lassen, formand for Danske Slagterier og vicepræsident i Landbrugsrådet, glæder sig over, at DTU nu skal uddanne flere ph.d.-studerende:

"Det er vigtigt at uddanne flere forskere til universiteterne, så flere forskningsmiljøer opnår kritisk masse. Det er nødvendigt, for at universiteterne kan bruge de øgede midler, som sektoren nu får tildelt, på en fornuftig måde. Samtidig vil der blive brug for flere veluddannede folk ude i erhvervene, som kan tilegne sig den videnskabelige viden, der bliver skabt på universiteterne. Det er en forudsætning for det samspil mellem universiteterne og erhvervene, der kan skabe innovation og føre til nye produkter," siger Bent Claudi Lassen og fortsætter:

"På mejerisiden er Arla Foods allerede en stor aftager af videnskabeligt uddannede medarbejdere. I kødsektoren er det først og fremmest Slagteriernes Forskningsinstitut, der har 16 ph.d.-studerende i øjeblikket, men vi vil også se flere med en relativ høj uddannelse ude på de enkelte slagterier. Især har forskerskolen FOOD (et samarbejde mellem DTU og KU's Biovidenskabelige Fakultet, red.) naturligt vores store interesse."



Bent Claudi Lassen,
formand for
Danske Slagterier

"Én ting er jo at få en bioteknologisk proces til at fungere i laboratoriet, noget helt andet at få den til at køre godt i en produktion i stor skala. Vel at mærke så det gøres billigt," fortæller forskningsdirektør Per Falholt.



I BIOTEKNOLOGIENS MASKINRUM

På forskerskolen Novozymes Bioprocess Academy lærer kandidaterne at overføre resultater fra laboratoriet til industriel skala. Skolen har samtidig højnet områdets anseelse, mener Novozymes' forskningsdirektør

MORTEN ANDERSEN >

"Jeg er enormt glad for, at det lykkedes at få forskerskolen sat i gang. Først og fremmest fordi der nu bliver uddannet nogle meget dygtige kandidater og udført fremragende forskning. Samtidig har forskerskolen været med til at synliggøre hele området på en måde, som man ikke havde fået, hvis der i stedet blot havde været en række enkeltstående ph.d.-projekter."

Forskningsdirektør Per Falholt, Novozymes, var i sin tid med til at fostre ideen om forskerskolen, som ledes fra Institut for Kemiteknik på DTU.

"Baggrunden var, at der ganske vist blev udført fremragende fundamental forskning på Biocentrum-DTU, men interfacet i forhold til industriel processteknik var forsømt," husker han.

"Én ting er jo at få en bioteknologisk proces til at fungere i laboratoriet, noget helt andet at få den til at køre godt i en produktion i stor skala. Vel at mærke så det gøres billigt. Det er helt afgørende for os, men samtidig var det et område, som var nærmest usynligt for de studerende."

"Det er blevet meget bedre nu, og det tror jeg da har noget at gøre med forskerskolen, som har skabt et miljø, hvor man tænker netop i de baner. Senest har jeg med glæde noteret mig, at området nu også tiltrækker nogle af de dygtigste forskere fra udlandet. Det synes jeg er særdeles spændende."

En stor pose penge

Novozymes er repræsenteret i bestyrelsen for forskerskolen, men Per Falholt understreger, at det ikke skal ses som et forsøg på at styre indholdet af forskningen:

"I sin tid var vores rolle primært at komme med en stor pose penge. Vi har ikke noget ønske om at styre forskningen. Ideen var netop at give grundforskningen inden for vores område bedre vilkår. Den specialiserede forskning skal vi nok selv klare. Hvis man forsøger at styre grundforskningen for meget, kvæler man innovationen."

Enzymer findes i alle levende organismer: Mennesker, dyr, planter og mikroorganismer. Enzymer er naturens værktøj. De klipper og >>

klitrer alle former for biologiske materialer. Enzymer sætter gang i enhver livsvigtig biologisk proces. I maven sørger enzymer f.eks. for, at maden bliver klippet i små stykker, der kan omsættes til energi i kroppen. Overalt i naturen hvor ting skal omdannes fra et stof til et andet, er der enzymer til stede.

Denne viden om enzymeres egenskaber har i over 50 år været brugt i industrien til fremstilling af f.eks. vaskemidler, tekstiler, foder og fødevarer. I industrien erstatter enzymer kemikalier og minimerer forbruget af vand, råvarer og energi.

For eksempel er enzymer årsagen til, at vi i dag kan vaske tøj ved 40 grader i stedet for at bruge kogevaske. Det er en stor fordel for både miljøet

og for vores tøj, som holder længere og bevarer farverne bedre.

Normalt forsøger Novozymes at finde et enzym, der egner sig til det konkrete formål, i naturen. Når man finder et sådant, ved man, at det er udviklet over millioner af år til netop det miljø. Der er stor sandsynlighed for, at enzymet vil være robust.

Hvis for eksempel en af Novozymes' kunder efterspørger enzymer, der kan indgå i en vaskeproces, hvor man typisk har en høj pH-værdi og en høj temperatur, så vil virksomheden måske gå efter at finde enzymet i en organisme, der lever et varmt sted, hvor jordbunden er basisk.

Omvendt hvis der er tale om en kunde fra mejerisektoren, hvor man typisk har lave pH-værdier og lav

ENZYMER OVERALT

Billigere og bedre for tekstilerne

Enzymer erstatter skrappe kemikalier i forbehandlingen af bomuld. Takket være enzymer kan man fremstille tekstiler med meget mindre forbrug af vand end tidligere. En stor del af verdens produktion af tekstiler sker i ulande, hvor der er knaphed på vand.

temperatur, vil Novozymes måske gå efter at finde enzymer i Grønland eller Sibirien.

Kunstig evolution

Det skal dog ikke forstås sådan, at præcis det enzym, som findes i naturen, også er det, der kommer ud til Novozymes' kunde.

For eksempel har enzymer det generelt ikke særlig godt i en vaskemaskine. Faktisk er det jo netop et af formålene med at vaske tøj, at proteinerne i pletterne på tøjet skal gøres ustabile, så de bliver fjernet, og tøjet bliver rent. Men netop enzymerne – som jo også er proteiner – skal helst ikke blive ødelagt for hurtigt. Derfor tager Novozymes enzymet fra naturen og forsøger at forbedre det, så det

bliver mere stabilt under de forhold, som råder i vaskemaskinen.

Proteinkemikerne er et af de første led i kæden. De fremstiller et stort antal nye enzymer, der minder meget om det, der blev fundet i naturen. De nye enzymer testes ved hjælp af et såkaldt assay. Et assay er en efterligning af den sammenhæng, det færdige enzym skal indgå i, for eksempel i en vaskemaskine. I testen – som kaldes en screening, når man tester mange forskellige forbindelser – ser man, hvilke af de nye enzymer der klarer sig bedst. Dem arbejder man videre med.

I fagsproget kalder man metoden kunstig evolution. Ved at fremstille et meget stort antal nye enzymer og derefter udvælge de bedste efterlig-

! NOVOZYMES

Novozymes omsatte i 2005 for 6,3 mia. kr. og beskæftigede ca. 4.000 medarbejdere, heraf ca. halvdelen i Danmark. Novozymes har forskningsafdelinger i USA (to), Kina, Japan og i Bagsværd, hvor også hovedkontoret ligger.

ner Novozymes den evolution, som foregår i naturen. I naturen tager det bare millioner af år, mens det i laboratorierne tager nogle måneder. I de heldigste tilfælde endda kun nogle uger.

Tilbage står endnu en del arbejde, før man har et salgsklart produkt. Men den samlede udviklingstid kan være nede på et par år. <

Rent tøj ved 30 grader C

Med enzymer i vaskemidlet kan man vaske tøjet rent ved bare 30 grader C og derved spare både penge og energi.

Fyld planteaffald i tanken

Biler, der kører på fossilt brændstof, lukker drivhusgasser ud. Novozymes arbejder på at fremstille enzymer, der kan lave miljørigtig "biobenzin" af planteaffald og strå.

Giv opvasken en gang koldt vand

Opvaskemidler med enzymer klarer både opvasken ved lave temperaturer og fjerner stivelsen, der giver tallerkenerne et mat udseende.

Blidt for læderet og naturen

Garverier bruger skrappe kemikalier til at blødgøre læder. Med enzymer bruges der færre kemikalier uden at gå på kompromis med kvaliteten.

Smag på vinen – ikke på proppen

Nogle korkpropper giver vinen en ubehagelig lugt og smag. Problemet kan fjernes med et enzym.

Miljøvenligt brændstof

Enzymer laver plantestivelse fra f.eks. majs, hvede og ris om til alkohol, der bruges som miljøvenligt brændstof til biler.

OPTIK

RETTET MOD HUDKRÆFT

Optisk biopsi kan betyde gennembrud for diagnostikeringen af både hudkræft og øjensygdomme

CARSTEN BRODER HANSEN >

En teknik, der hurtigt og smertefrit opdager og genkender forstadier til hudkræft, er inden for rækkevidde. Med OCT (optisk kohærens tomografi) er det muligt at danne et tredimensionelt billede af dybtliggende lag i huden. Dermed kan lægerne afsløre verdens mest udbredte kræftform helt uden de besværlige og ubehagelige vævsprøver (biopsier), der normalt bruges i diagnosticeringen.

En række forskningshospitaler og DTU-institutter med Risø i spidsen har i fællesskab udviklet OCT. Ud over det fiberbaserede optiske system og den håndholdte scanner, der sender infrarødt lys ind i huden, anvender OCT avancerede matematiske algoritmer og specialudviklet

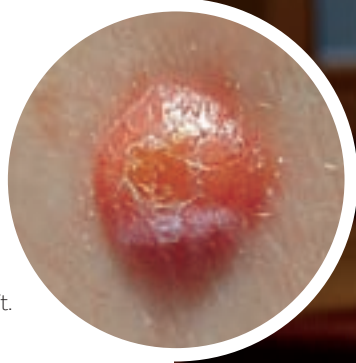
billedanalytisk software. Dette oversætter de indkomne signaler og data til oplysninger, der umiddelbart kan fortolkes af hudlægerne. Udstyret og fiberoptikken er designet og implementeret på Risø, og COM har udviklet specielle lyskilder, der bl.a. anvendes i OCT-systemer.

Udviklingen af systemet er et af resultaterne i Center for Biomedicinsk Optik og Nye Lasersystemer (BIOP), der samler ingeniører, fysikere, kemikere og læger om nye optiske måleteknologier. Samarbejdet omfatter også en forskerskole.

På Roskilde Hospital er ledende overlæge, dr.med. Gregor Jemec fra Dermatologisk afdeling sammen med læge og ph.d.-studerende Mette



Forsøgsleder og ph.d.-studerende Mette Mogensen med OCT-udstyr. Når huden er scannet, kommer det færdige billede frem på computerskærmen. Det viser de øverste to millimeter af huden. Den underliggende software gør, at billedet umiddelbart kan fortolkes af hudlægen.



Nærbillede af område med hudkræft.



FOTOS: CARSTEN BRODER-HANSEN/METTE MOGENSEN

Mogensen i fuld gang med at teste metoden og undersøge, hvordan OCT fungerer i den virkelige verden.

"Lige fra starten havde vi et meget dynamisk samarbejde med forskerne. Vi havde indledende møder med COM og Risø, og vi fik stor indflydelse på, hvad apparatet skulle kunne. Vi oplevede også udbredt velvilje hos udviklerne, som virkelig gjorde, hvad de kunne for at imødekomme de medicinske ønsker og behov."

Selve OCT-apparatet blev hovedsageligt udviklet på Risø, så i det efterfølgende arbejde med patienterne har dermatologisk afdeling på Roskilde Hospital mest haft dialog med forskere derfra. Mette Mogensen arbejder fortsat på Risø en gang om ugen som en del af projektet. Hun forklarer: "Det er en langsommelig proces at uddrage sikre resultater, når man arbejder med data fra mennesker. Jeg skal eksempelvis undersøge 100 patienter med samme symptomer for at opnå en tilstrækkelig datamængde til at korrigere for den variation, der altid vil være inden for en befolkningsgruppe."

Alle 100 skal have diagnosen hudkræft eller have forstadier til hudkræft, så det tager en vis tid, før materialet er klar. Foreløbigt har Mette Mogensen undersøgt 75 patienter.

Projektet på Roskilde Hospital skal vise, om det nuværende OCT-apparat og de bagvedliggende teknikker er tilstrækkelige til at lave en optisk biopsi, der helt overflødiggør traditionelle diagnosticeringsmetoder.

Store perspektiver

Gregor Jemec fortæller: "Den nuværende procedure er særdeles besværlig. Den bygger på en vævsprøve, der skal behandles i et laboratorium, før den til sidst bliver genstand for en menneskelig fortolkning. Tiden fra en læge ser på et stykke hud og vurderer, at det ser mistænkeligt ud, til diagnosen kan be- eller afkræftes, er i bedste fald fem dage i dag. Processen involverer mindst to læger, flere sygeplejersker, en laborant samt en sekretær, og der er mulighed for fejl undervejs."

"Hvis målet kan realiseres, og vi opnår et apparat, der måske er på størrelse med en hårtørrer, og som omgående, på stedet og med stor sikkerhed kan sige, om et scannet hudområde er ondartet eller godartet,

vil det have overordentlig stor betydning. Det vil føre til en hurtigere, sikrere og billigere procedure, der oven i købet er langt mere behagelig for patienten."

"I første omgang testes OCT kun på almindelig hudkræft, som hvert år rammer over 7000 danskere. Indtil videre anvendes systemet ikke til diagnosticering af modermærkekæft (malignt melanom), men videreudviklingen af systemet vil muligvis også kunne anvendes på denne kræftform og til at diagnosticere en række andre sygdomme, f.eks. kræft i mundhulen, og med endoskop ligeledes i mavesækken, lunger og tarmen. Det testes nu på andre hospitaler, og øjenlægerne har allerede kommercielt tilgængeligt udstyr i brug, der er baseret på samme bagvedliggende teknologi." <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER
Seniorforsker Peter E. Andersen,
peter.andersen@risoe.dk

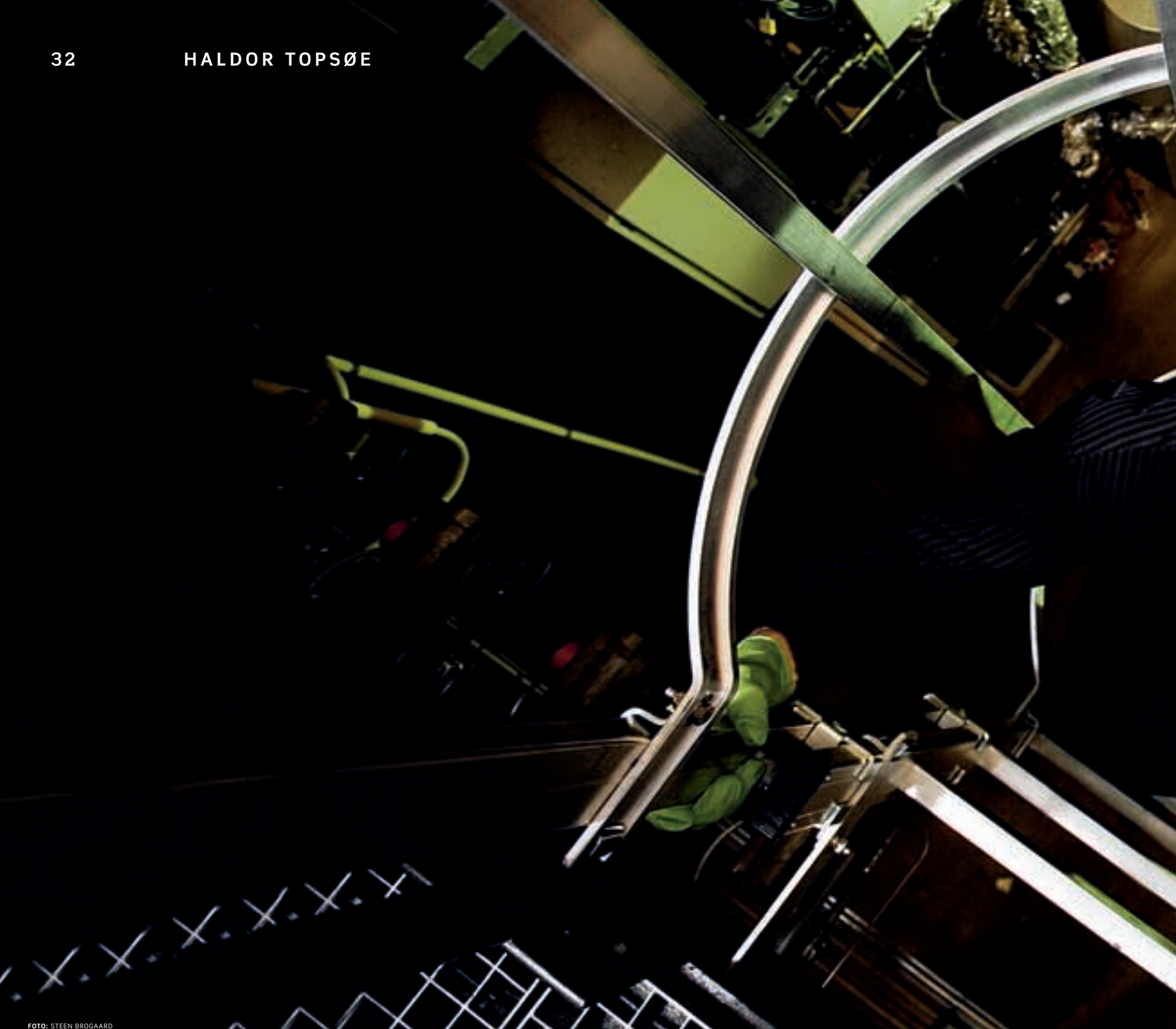


FOTO: STEEN BROGAARD

KATALYSATOR FOR SAMARBEJDE

Katalysator-virksomheden Haldor Topsøe har besluttet at finansiere et professorat og yderligere to forskerstillinger på DTU. Virksomheden bebuder endnu flere fælles forskningsprojekter



MORTEN ANDERSEN >

Et professorat betalt af en virksomhed uden andre bindinger end selve fagområdet er ikke så almindeligt i Danmark. Læg dertil, at Haldor Topsøe bekoster to andre forskerstillinger på DTU's Institut for Kemiteknik inden for området "chemical engineering". Og så er det endda kun en begyndelse, mener virksomhedens forskningsdirektør:

"Jeg kan udmærket forestille mig et endnu tættere samarbejde, hvor vi også lægger specifikke forsknings-

projekter på DTU," siger Bjerne S. Clausen.

Lige siden grundlæggelsen i 1940 har virksomheden været en af dem, der har investeret mest i forskning set i forhold til omsætningen. Produktet er katalytiske processer og katalysatorer, som bruges til at fremme kemiske processer, bl.a. på raffinaderier og til rensning af røgen fra kraftværker. En katalysator indgår ikke i selve den kemiske reaktion, men hjælper den på vej. Typisk ved at bryde bindingerne i

et eller flere af de molekyler, der skal reagere med hinanden.

Omkring 60 procent af verdens kunstgødning indeholder ammoniak, der er fremstillet ved hjælp af teknologi fra Topsøe. En række af de udfordringer, verden står over for i energiforsyning og beskyttelse af miljøet, kan kun løses ved brug af katalysatorer.

"En væsentlig grund til, at vi i det hele taget er en spiller på verdensmarkedet, er, at vi har en meget dyb >>

Forskningsdirektør Bjerne S. Clausen vil knytte Haldor Topsøe endnu tættere til forskningen på DTU.

Haldor Topsøe A/S har leveret



... syntesegas-teknologien til et anlæg i Qatar, hvor gassen omdannes til et flydende dieselbrændstof. Produktionen svarer til hele Danmarks forbrug af diesel

indsigt i katalyse. Vores forskningsdivision kan sagtens matche konkurrenternes – også selvom vi er oppe mod nogle af de største koncerner i verden. Men det kræver selvfølgelig en stor indsats hele tiden at holde sig et hestehoved foran. Vi må nok indse, at vi ikke har kræfter til at lave al den forskning, vi har brug for, inden for huset. En oplagt mulighed kunne være at outsource en del af forskningen gennem et partnerskab med DTU,” siger Bjerne S. Clausen og tilføjer:

”Det skulle naturligvis især dreje sig om nogle af de mere langsigtede projekter.”

Det er en del af kulturen i virksomheden, at alle akademiske medarbejdere uanset deres faktiske uddannelse bliver kaldt for ingeniører. I Bjerne S. Clausens tilfælde er betegnelsen helt korrekt. Han er civilingeniør fra DTU, hvorfra han også har en licentiatgrad. Specialet er materialeforskning.

”Katalyse er jo et meget tværfagligt område. Vi har brug for både fysikere, kemikere, materialefolk, produktionsfolk – og sågar matematikere, fordi der er meget modellering.”

Men blandt DTU's fagområder er kemiteknik trods alt favoritten. Derfor er ”Haldor Topsøe Chair” i form af

et professorat og to andre stillinger placeret her.

”Selvfølgelig håber vi da, at professoratet vil føre til, at flere studerende får lyst til at uddanne sig i de fag, der har vores interesse. I det hele taget er det vigtigt for os at have en tilstedeværelse på DTU, som vi anser for vores primære base for rekruttering af medarbejdere,” kommenterer Bjerne S. Clausen.

”Jeg har aldrig nogensinde fortrudt, at jeg tog arbejde hos Haldor Topsøe. Det handler især om afvekslingen. Der sker bare noget nyt hver dag!”

Bjerne S. Clausen har deltaget i udviklingen af nye analysemetoder,



FOTOS: HALDOR TOPSØE

I dag går ca. tre procent af verdens naturgas til spilde. Haldor Topsøe har for nylig leveret procesudstyret til et stort anlæg i Qatar, som omdanner gassen til syntesegas, der derefter omdannes til et brugbart dieselbrændstof. Anlæggets produktion svarer til det samlede forbrug af diesel i Danmark.

» ... teknologien, der fremstiller omkring 60 pct. af ammoniakken til verdens kunstgødning

som betyder, at Haldor Topsøe i dag kan forudsige, hvordan en katalysator vil opføre sig – mens man tidligere var overladt til at forsøge sig frem.

"I de 27 år, jeg har været i virksomheden, har jeg tit tænkt, at nu må vi da snart have nået grænsen for, hvor effektiv en bestemt type katalysator kan blive. Men hver gang har det vist sig, at man faktisk kan forbedre dem yderligere. Samtidig bliver der ved med at komme nye områder til," siger Bjerne S. Clausen.

Et af de nye områder er rensning af udstødningen fra dieselmotorer for dels kvælstofoxider, dels fine sodpartikler. Her forsker Haldor Topsøe i samarbejde med DTU-institutterne Mekanik, Energi og Konstruktioner (MEK) samt Kemiteknik.

Redder "strandet" naturgas

Et andet nyt område er at omdanne gas til flydende brændsel, også kaldet GTL – Gas To Liquid fuels. Mange steder i verden bliver naturgas, der udvindes som et sideprodukt til olieproduktion, bare brændt af, fordi det ville være for dyrt at anlægge en transportledning for gas. I fagsproget taler man om "strandet gas".

Sammenlagt er det i dag ca. tre procent af verdens naturgas, der går til spilde. Haldor Topsøe har for nylig leveret procesudstyret til et stort anlæg i Qatar, som omdanner gassen til syntesegas, der derefter omdannes til et brugbart dieselbrændstof. Anlæg-

gets produktion svarer til det samlede forbrug af diesel i Danmark.

Nopret overflade

Forskningen hos Haldor Topsøe sigter både på at finde katalysatorer, der kan bruges til helt nye processer, og på at gøre traditionelle katalysatorer mere effektive. Det kan man for eksempel gøre ved at øge arealet af de indre overflader. Jo større aktiv overflade katalysatoren har, jo mere effektiv er den. Derfor gælder det om at have så "nopret" en overflade som muligt. Det gælder helt ned på nanoniveau. Det har netop været Bjerne S. Clausens kerneområde – især i samarbejde med Institut for Fysik på DTU.

Resultaterne har han publiceret i videnskabelige tidsskrifter sammen med de offentlige forskere og kolleger fra virksomheden.

"I dag har jeg ikke længere ansvar for projekter, men jeg er stadig med til at skrive videnskabelige artikler. Det kan jeg ikke undvære. Det gælder om at holde sin faglighed ved lige."

Bjerne S. Clausen blev forfremmet til forskningsdirektør i begyndelsen af 2006. Stillingen indebærer en pligt til at blande sig i samfundsdebatten, mener han:

"Vi kan ikke bare rulle gardinerne ned! Ganske vist eksporterer vi næsten hele vores produktion og har ikke noget hjemmemarked af betydning, men alligevel er det vigtigt, at vi er synlige i Danmark. Først og fremmest fordi vi elementært er afhængige af

» ... teknologi til 25 procent af verdens produktionsanlæg til brint



HALDOR TOPSØE A/S

Virksomheden har ca. 1.600 ansatte og en omsætning på 3,1 mia. kr (2005). Hovedsæde i Ravnholm ved Lyngby. Produktion af katalysatorer på fabrikker i Frederikssund samt Houston, USA. Virksomheden blev grundlagt i 1940 af dr. Haldor Topsøe, der fortsat er aktiv i virksomheden som arbejdende bestyrelsesformand. Haldor Topsøe ejer 50 procent af aktiekapitalen, mens den anden halvdel ejes af italienske Snamprogetti Management Services S.A.



fortsat at kunne tiltrække dygtige unge mennesker. Samtidig har vi fabriksanlæg i Danmark. Derfor skal vi have en synlighed i nærområdet. Det er vigtigt, at folk kan se, at det, vi laver, er til gavn for samfundet. <



GENNEMBRUD FOR DANSK FEDTTEKNOLOGI

Stærk grundforskning er baggrund for, at Novozymes i dag leverer enzymer til verdens største producenter af planteolier. Højere udbytte og ingen transfedtsyrer er de to store fordele

MORTEN ANDERSEN >

Efter mere end tyve års forskningsindsats er det lykkedes Novozymes at få verdens største producenter af spiseolier og fedtstoffer, Bunge og ADM (Archer Daniels Midland Company), som kunder. Dermed er der danske enzymer bag store mængder sojaolie, rapsolie og andre fedtprodukter.

"Vi har længe kunnet vise, at enzymer har en række fordele ved fremstil-

ling af planteolier i forhold til den traditionelle metode. Hidtil har det været relativt dyrt, men nu er det lykkedes os i samarbejde med Bunge og ADM at få prisen per produceret ton ned på niveau med den traditionelle metode. Det har skabt gennembruddet," siger civilingeniør Hans Christian Holm, der er global marketing manager for fedt- og oliedivisionen i Novozymes.



FOTO: STEEN BROGAARD

Novozymes står på spring for at levere enzymerne til produktion af sundere fedtstoffer i det øjeblik, de store markeder begynder at åbne for det. Danmark har indført regler, som begrænser mængden af transfedtsyrer. Det samme har staten New York gjort for restauranter. Hans Christian Holm håber, at EU også vil gøre noget.

turer. For at opnå fast fedt har man i mere end hundrede år brugt en hårdningsproces. En metode, som stadig er dominerende i USA, går ud på at bombardere produktet med brint. Denne metode er imidlertid kommet i modvind inden for de seneste år, fordi den giver anledning til dannelse af transfedtsyrer, som øger risikoen for hjerte-kar-sygdomme.

Erstatter kemisk proces

De europæiske producenter af planteolier har gennem de seneste 25 år i stedet brugt kemikalier til om-estring. Det giver ikke transfedtsyrer, men har til gengæld andre ulemper. Dels får man en række uønskede biprodukter, som både giver et spild af råvaren og fører til forurening. Dels kræver processen en relativ høj temperatur og medfører dermed et betydeligt forbrug af energi. Endelig sker der en mørkfarvning, som gør det nødvendigt at rense fedtstoffet bagefter.

De enzymer, som Novozymes har udviklet til formålet, virker langt mere specifikt end kemisk om-estring og giver derfor ikke anledning til biprodukter.

En anden form for behandling af spiseolier er såkaldt raffinering. Når man presser olie ud af f.eks. sojabønner eller rapsfrø, får man en blanding af hovedsageligt to typer lipider, fosfor-lipider og tri-glycerider. Fosfor-lipiderne binder metaller, der senere kan føre til oxidation og dermed harskning af planteolie. Novozymes producerer enzymet fosfor-lipase,

som nedbryder fosfor-lipider. Dermed forbedres raffineringen af planteolier, så udbyttet forbedres.

For Bunge, som er verdens største producent af flydende planteolier, har enzymerne betydet 1,2 procent større udbytte i fremstillingen af sojaolie.

"Fordelene gavner især vores kunder, producenterne af planteolier. Men det er da også en god nyhed, at man nu kan lave planteolie mere effektivt. Det betyder, at man både sparer mange tusinde hektar landbrugsjord og slipper for et betydeligt bidrag til drivhuseffekten," siger Hans Christian Holm.

Holistiske forskere

Baggrunden for gennembruddet kan føres tilbage til flere årtiers dansk grundforskning, som blandt andet er udført ved Biocentrum-DTU og Danmarks Fiskeriundersøgelser (der netop er fusioneret med DTU).

"Der er selvfølgelig også forskere i andre lande, som interesserer sig for lipider, men den danske forskning udmærker sig ved at være mere holistisk. Man ser under ét på de ernæringsmæssige egenskaber, på de mere tekniske egenskaber samt på, hvordan man behandler råvarerne fornuftigt i produktionen," siger Hans Christian Holm.

Blandt andet har Biocentrum-DTU udført et erhvervsforsker-projekt for Novozymes inden for enzymbaseret om-estring.

"Det er vigtigt at sikre sig, at kvaliteten af produktet er opretholdt med >>

Forbrugerne efterspørger fedtstoffer, der har forskelligt smeltepunkt afhængigt af, hvad produktet skal bruges til: Flydende fedtstoffer til stegning, salater og majonæse. Og faste fedtstoffer til margarine, der bruges til at smøre på brødet eller til bagning.

At ændre smeltepunktet kaldes i fagsproget om-estring. Her omfordelles de enkelte fedtsyrer mellem det faste fedt og den flydende olie, så det færdige produkt får den ønskede smelteprofil.

De fleste planteolier har fra naturens side mange dobbeltbindinger. Disse fedtstoffer kaldes umættet fedt. De er flydende selv ved lave tempera-

den nye proces,” forklarer professor Jens Adler-Nissen, som har været vejleder på projektet.

Også lektor Xuebing Xu, Bio-centrum-DTU, og lektor Charlotte Jørgensen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, har udført en række forskningsprojekter inden for lipider i samarbejde med Novozymes.

Hjerte-kar-sygdomme

Koblingen til fiskeriforskningen skyldes især en opdagelse gjort af to danske læger for ca. 30 år siden. De påviste, at den lave forekomst af hjerte-kar-sygdomme hos grønlanderne kunne forklares med deres høje indtag af fisk og andre produkter fra havet. Senere viste en lang række undersøgelser, at den forebyggende effekt over for hjerte-kar-sygdomme især skyldes to bestemte

fedtsyrer i fiskeolie, de såkaldte omega3-fedtsyrer.

Samtidig kom der større fokus på ernæringsværdien af de enkelte fedtsyrer og specielt den skadelige effekt af transfedtsyrer.

”Vi troede dengang på, at der ville komme et marked for sunde produkter fri for transfedtsyrer, og derfor satsede vi store forskningsressourcer på at udvikle enzymer, der kunne bruges til at om-estere fedt og olie,” husker Hans Christian Holm.

Udviklingsarbejdet lykkedes faktisk, men markedet var ikke parat til at tage imod det nye produkt.

”Fedt er jo generelt en udsældt ingrediens, og der var dengang ikke rigtigt forståelse for, at fedt kunne være mere eller mindre sundt. Derfor blev det let de billigste produkter, der blev valgt, og prisen for den enzymatiske proces var dengang højere end for den kemiske proces,” forklarer Hans Christian Holm.

Det billede er nu ved at vende. Samtidig er de skadelige effekter af transfedtsyrer for alvor kommet i søgelyset:

”Heldigvis. Man kan ikke komme uden om, at fedt er og fortsat vil være den største kilde til vores energioptag i kosten. Derfor er det bestemt ikke ligegyldigt, hvilke former for fedtstoffer vi indtager.”

”Heldigvis. Man kan ikke komme uden om, at fedt er og fortsat vil være den største kilde til vores energioptag i kosten. Derfor er det bestemt ikke ligegyldigt, hvilke former for fedtstoffer vi indtager.”

Bruges også i vaskepulver

”Faktisk har vi længe tjent penge på de enzymer, vi udviklede dengang, bare på et andet marked. Det viste sig nemlig, at vores lipaser med fordel kunne bruges i vaskepulver, hvor de fjerner fedt og dermed for eksempel læbestift.”

NOVOZYMES OG DTU-FORSKNINGEN

Novozymes finansierer en række offentlige forskningsprojekter. Dels via forskerskolen Novozymes Academy, der administreres af DTU, dels via innovationskonsortiet LipoTech, der også koordineres af DTU.

”De offentlige forskningsprojekter er ikke noget, vi umiddelbart kan omsætte til forretning, men især DTU ligger godt i svinget, fordi der er en tanke på, at tingene skal kunne bruges til noget en dag,” siger Novozymes’ Hans Christian Holm, der er medlem af styregruppen for LipoTech.

Senest har Forskningsstyrelsen bevilget et større forskningsprojekt om industriel behandling af fiskeolier. Projektet ledes af Danmarks Fiskeriundersøgelser på DTU.

”Det er jo særdeles godt dokumenteret, at omega3 er sundt, og at folk burde spise meget mere af det. Desværre har der været produktionstekniske forhold at tackle, og forbrugerne har ikke taget produkterne til sig, men nu sker der noget i markedet. Derfor er jeg utrolig glad for, at denne forskning kan fortsætte,” siger Hans Christian Holm.



FOTO: SCANPIX

Enzymer er proteiner, der ikke indgår i det endelige produkt men fremmer en proces. I tilfældet med rapsolie er det målet at nedbryde et bestemt lipid, fosforlipid, i olien. Det gøres med enzymet fosforlipase. Oprindeligt udvandt Novozymes enzymet fra bugspytkirtlen hos svin. Det viste sig imidlertid, at de tilgængelige mængder var for små. Desuden udelukkede brugen af svin som råvarer muslimske og jødiske markeder. Løsningen blev at tilpasse den version af lipase, som Novozymes har udviklet til vaskepulver, så den kunne bruges som fosforlipase til raffinering af rapsolie.

"For mig viser historien, at der nogle gange går lang tid, før man får udbytte af sin forskning – for vores lipidforskning altså tyve år – men også, at forskningen tit kan udnyt-

tes anderledes, end man oprindeligt havde forestillet sig," siger Hans Christian Holm.

Den lange tid fra forskningsmæssigt til kommercielt gennembrud handler også om, at planteolier fremstilles i meget store mængder med relativt få producenter som de store spillere.

"Én ting er at have nogle flotte forskningsresultater, noget helt andet at få så store virksomheder som Bunge og ADM til at indføre en så radikalt ny teknologi i fuld industriel skala. Vi troede hele tiden selv på, at vi kunne få teknologien til at køre på en økonomisk fornuftig måde. Heldigvis var Bunge og ADM villige til at tage chancen sammen med os."

"Der findes forskellige specialprodukter, hvor sundere udgaver af lipider indgår, men vi går kun efter

markeder, hvor vi har udsigt til at sælge et stort volumen af enzymer. De store markeder har hidtil ikke været modtagelige for argumenter om sundhed, men på det seneste er der begyndt at ske en masse. Blandt andet har Danmark jo indført regler, som begrænser mængden af transfedtsyrer. Det samme har staten New York for restauranter, og vi håber, at EU også vil gøre noget," siger Hans Christian Holm.

Af samme grund bliver virksomheden ved med at forske i området, understreger han:

"Vores fosforlipase til raffinering af rapsolie må siges at være udviklet tilstrækkeligt. Men der sker meget på markedet for tiden, så vi sætter løbende forskning i gang. Især for at være klar til andre former for planteolier." <



Tog til (for)tiden

Dansk ingeniørkunst bandt Mellemøsten sammen med broer og jernbaner

TORE PLOUGHELD >

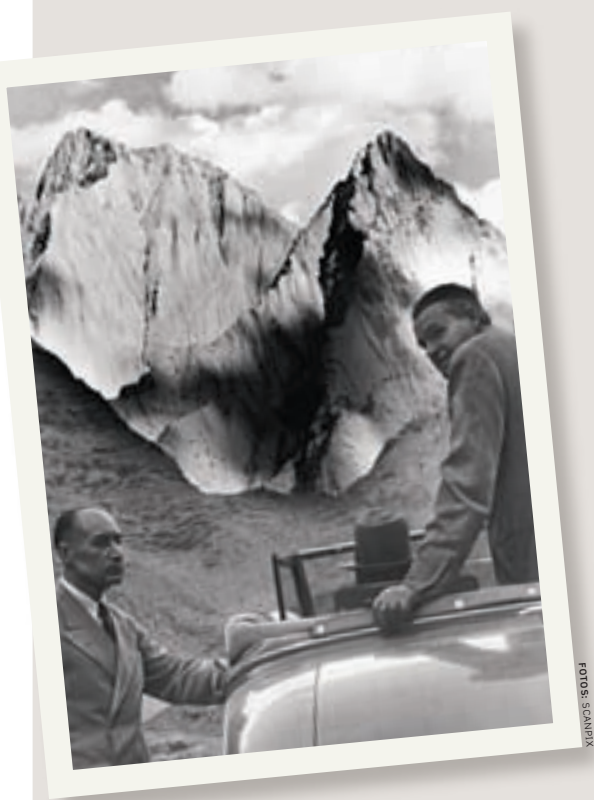
I midten af 1920'erne drømte den iranske hersker, Reza Shah, om at rykke sit feudalstyrede, middelalderlige land ud af dets fortid og ind i den moderne tidsalder. En af de afgørende nyskabelser skulle være anlæggelsen af en jernbane, som skulle forbinde det vældige iranske rige fra nord til syd.

I 1926 beordrede Shahen derfor arbejdet i gang på det, der blev kendt som den transiranske jernbane. Den skulle strække sig fra Den Persiske Golf til Det Kaspiske Hav, i alt mere end 1.000 km gennem ørkenlandskab, højsletter, sumpe og bjergkæder, hvor der hverken fandtes vej eller sti.

Det blev den danske ingeniør Jørgen Saxild (uddannet bygningsingeniør i 1914 ved Polyteknisk Læreanstalt), der i kraft af sin erfaring med bygning af jernbaner og broer i Tyrkiet og sit gode ry blev bedt om at stå i spidsen for det vældige arbejde.

Efter lange forhandlinger og efter – med Jørgen Saxilds egne ord – "... intriger med anvendelse af de mest perfide midler ..." fra udenlandske konkurrenter, blev kontrakten på jernbanen underskrevet den 28. april 1933. Kravet var, at jernbanen med alle dens broer, tunneller og øvrige anlægsarbejder skulle være færdig på seks år. Det satte Jørgen Saxild og hans medarbejdere under et umådeligt pres, idet arbejdet foregik under ekstremt primitive vilkår i et land, hvor vintertemperaturen i bjergene krøb ned under 35 minusgrader, og ørkentemperaturen om sommeren var over 50 grader i skyggen. "... Og skygge var der ikke meget af i ørkenen", som Jørgen Saxild mange år senere fortæller i sine erindringer.

Linjen blev opdelt i 50 parceller, som blev udliciteret til specialister fra lande som Norge og Italien på de vanskeligste strækninger og til den uerfarne, men lærevillige lokalbe-



Jørgen Saxild (t.v.) inspicerer anlægsarbejdet på den transiranske jernbane. På store dele af strækningen måtte man anlægge provisoriske veje, da der ikke fandtes ordentlige køreveje. Hvor det var umuligt at anlægge veje, skete transporten på hesteryg.

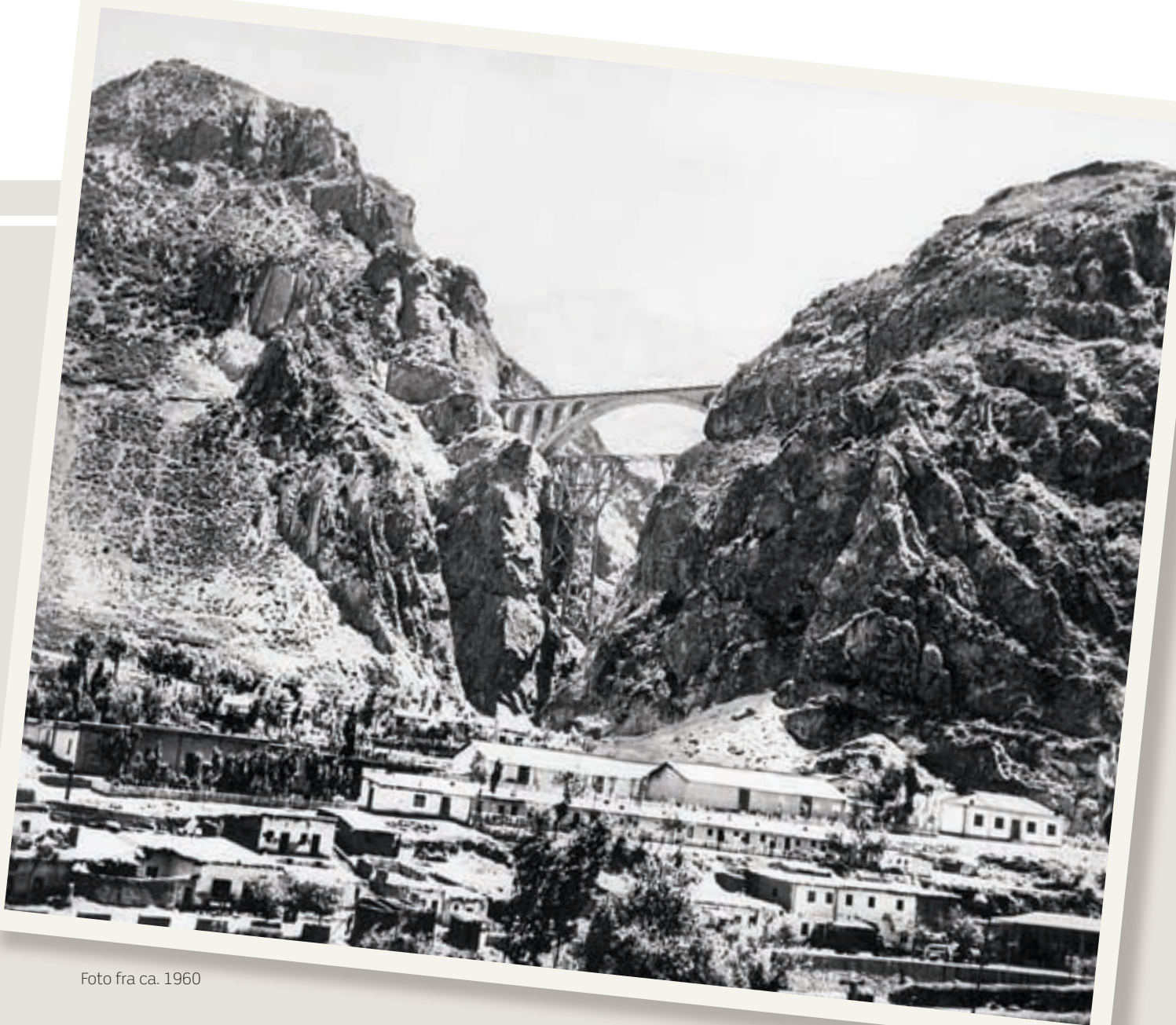


Foto fra ca. 1960

folkning på de flade højsletter. På det travleste var 55.000 personer i arbejde, og jernbanen stod færdig efter blot fem år og fire måneders arbejde. Der var da bygget 251 store og 4000 mindre broer og 245 tunneller på i alt 80 kilometers længde.

Den transiranske jernbane er et godt eksempel på en periode, hvor danske ingeniører med bygning af jernbaner, broer og veje var førende i arbejdet med at knytte Europa sammen med Mellemosten i vældige anlægsarbejder af hidtil uset omfang.

Jørgen Saxild var en af de tre oprindelige partnere i det rådgivende ingeniørfirma Kampsax, der i dag er en del af COWI. <

Kilder:

Jørgen Saxild: "En dansk Ingeniørs Erindringer" (Lindhardt og Ringhof, 1971)

DVD: "Vi byggede Danmark" (DR Produktion 2005)

! JUBILÆUM

Uddannelsen til den civile bygningsingeniør startede i Danmark for 150 år siden. I den anledning har DTU arrangeret en gratis månedlig forelæsning med et internationalt kendt navn inden for byggeverdenen. Den første er torsdag den 1. marts med Ian Ritchie. Information om jubilæumsåret og hele viften af begivenheder på www.b150.dtu.dk

DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

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 har en institutdirektør eller centerdirektør.

DIREKTION



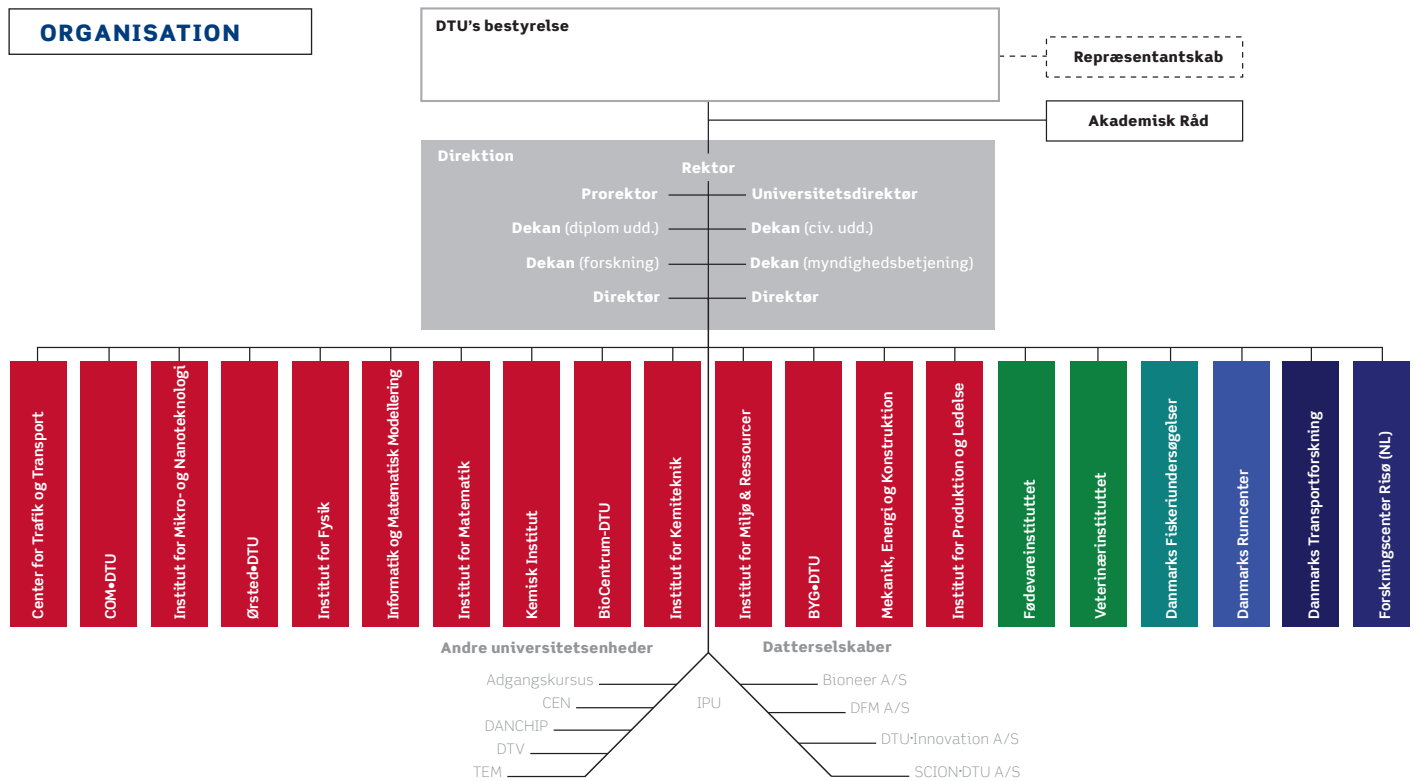
Forreste række fra venstre: Uddannelsesdekan Gunnar Mohr, prorektor Knut Conradsen, rektor Lars Pallesen, uddannelsesdekan Helge Elbrønd-Jensen.
Bagerste række fra venstre: Direktør Niels Axel Nielsen, dekan for myndighedsbetjening Jan Mousing, universitetsdirektør Claus Nielsen, forskningsdekan Kristian Stubkjær og direktør Jørgen Kjems.

BESTYRELSE



Forreste række fra venstre: Dan Rosbjerg, Greta Jakobsen, Mogens Bundgaard-Nielsen (formand), Ann Mirjam Fugl-Meyer, Alf Duch-Pedersen, Birgit W. Nørgaard. Bagerste række fra venstre: Finn Helmer, Erik Bisgaard Madsen, Merete Bolgann, Allan Hornstrup, Henrik Ringgaard Pedersen, Mads Krogsgaard Thomsen, Anne Marie Lassen-Nielsen, Jens Rostrup-Nielsen, Elsebeth Budølfson.

ORGANISATION



INSTITUTTER M.M.

BIC · BIOCENTRUM-DTU

Biobrændstoffer: energi fra biomasse ·
Fødevareproduktion, -bioteknologi, -kvalitet og
-sikkerhed · Industriel bioteknologi: cellen som
kemisk fabrik · Bioinformatik og systembiologi,
herunder nutrigenomics og immunologi ·
Udvikling af nye lægemidler mod infektionssygdomme



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

CTT · CENTER FOR TRAFIK OG TRANSPORT

Intelligente trafiksystemer ·
Design af transportnetværk ·
Logistik og transport · Trafik- og transportmodeller ·
Geografiske informationssystemer ·
Beslutningsmodeller og vurderingsmetoder ·
Kollektiv trafik · Jernbaner · Trafikinformatik ·
Trafikteknik · Trafikplanlægning ·
Vejteknik · Trafiksimulationsmodeller



OLI G. MADSEN, centerdirektør
ogm@ctt.dtu.dk · Tlf.: 45 25 15 26

BYG·DTU · INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG

Bygningsprojektering · Konstruktioner i beton, stål, træ, glas
og tegl · Byggematerialer · Geoteknik og ingeniørgeologi ·
Brandteknik · Bygningsinstallationer, -fysik og -energi ·
Solvarme · Byledelse · Planlægning og ledelse af byggeri ·
Facilities Management · Arktisk teknologi



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

DANCHIP

Offentligt, nationalt laboratorium inden
for mikro- og nanoteknologi med adgang for
både akademiske og industrielle brugere ·
Aktiviteter er rettet mod både forskning, uddannelse,
udvikling og produktion, ligesom der er vægt
på innovation og teknologioverførsel



MOGENS RYSHOLT POULSEN, direktør
mrp@danchip.dtu.dk · Tlf.: 45 25 57 02

CEN · CENTER FOR ELECTRON NANOSCOPY

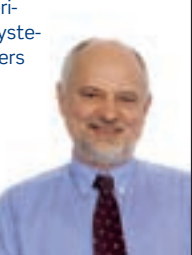
CEN vil rumme en unik klynge af 7 elektronmikroskoper.
Centeret etableres i en ny specialdesignet bygning 314.
CEN's faciliteter skal primært støtte ultraavanceret
forskning og uddannelse inden for nanoteknologi og
materialeteknologi på DTU.



RAFAL DUNIN-BORKOWSKI, direktør
rd@cen.dtu.dk

DFU · DANMARKS FISKERIUNDERSØGELSER

Bæredygtig udnyttelse af havet og de ferske vandes leven-
de ressourcer · Bestandsvurdering og -prognoser · Fiskeri-
teknologi og miljøskånsomme redskaber · Metoder og syste-
mer til bæredygtig akvakulturproduktion · Fiskeprodukters
sikkerhed, kvalitet og holdbarhed · Kvalitetssikrings-
systemer og sporbarhed · Forvaltning af rekreativt
fiskeri · Forskningsbaseret rådgivning til Fødevare-
ministeriet og andre offentlige myndigheder



NIELS AXEL NIELSEN, direktør
nan@difres.dk · Tlf.: 33 96 33 01

COM·DTU · INSTITUT FOR KOMMUNIKATION, OPTIK OG MATERIALER

Kommunikationsteknologi · Billed- og liniekodning samt
modulation · Netværk og teletrafikteori · Systemer, optisk
kommunikation · Optiske lysledere og specialfibre · Optisk
signalbehandling, ulineær optik · Nanofotonik, optisk
karakterisering, kvanteoptik · Biomedicinske og industrielle
anvendelser af optik · Optiske sensorer og sensorsystemer



ANDERS BJARKLEV, institutdirektør
ab@com.dtu.dk · Tlf.: 45 25 38 09

DRC · DANMARKS RUMCENTER

Nationalt center for rumforskning, geodæsi og rumfartstek-
nologi 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, direktør
efc@spacecenter.dk · Tlf.: 35 32 57 07

DTF · DANMARKS TRANSPORTFORSKNING

Transportøkonomi og -politik · Trafikpsykologi og trafik-sikkerhed · Modellering af passager- og godstransport samt trafikantadfærd · Bæredygtig transport · Markeder og regulering · Værdisætning af rejsetid · Cost Benefit analyse · Ulykkesanalyse og forebyggelse · Unge bilisters risikofaktorer · Sikker mobilitet for ældre · Alkohol i trafikken · Jernbanesikkerhed

NIELS BUUS KRISTENSEN, direktør
nbu@dtf.dk · Tlf.: 45 25 65 00

**FYS · INSTITUT FOR FYSIK**

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

JØRN BINDSLEV HANSEN, konstitueret institutdirektør
jbh@fysik.dtu.dk · Tlf.: 45 25 32 42

**DTV · DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER**

Informations- og forskningsformidling, herunder Universitetsbiblioteket samt lærings- og studiemiljø · Systemudvikling (udvikling og drift af systemer for videnskabelig information), didaktik og pædagogik for undervisere (herunder anvendelse af it i undervisningen) · Metodisk arbejde med kvalitetsudvikling, herunder uddannelsesevaluering, forskningsanalyse og benchmarking · Teknologihistorie

ANNETTE WINKEL SCHWARZ, direktør
aws@dtv.dk · Tlf.: 45 25 73 20

**IMM · INFORMATIK OG MATEMATISK MODELLELING**

Scientific computing · Matematisk statistik · Grafik og billedanalyse · Intelligent signalbehandling · Operationsanalyse · Indlejrede software- og hardware-systemer · Sikre og pålidelige it-systemer · Software engineering · Algoritmik, logik og videnbaserede systemer · Økonomi og marked · Kommunikation, organisation og computerstøttet samarbejde · Multimedier og kommunikation

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

**FOOD · FØDEVAREINSTITUTTET**

Forskning inden for mikrobiologisk og kemisk fødevarer-sikkerhed, human ernæring, samt miljø og sundhed · Risiko-vurdering og rådgivning for myndigheder og erhverv · Overvågning og diagnostik · Uddannelse og træning · Nationalt og internationalt referencelaboratorium for bl.a. EU og Verdenssundhedsorganisationen · Nationalt fødevarer-sikkerhedsberedskab.

HENRIK CASPAR WEGENER, institutdirektør
hcw@food.dtu.dk · Tlf.: 72 34 74 11

**IPL · INSTITUT FOR PRODUKTION OG LEDELSE**

Materialeteknologi og -udvikling · Mikro/Nano produktion og procesudvikling · Produktions- og virksomhedsledelse · Innovation og bæredygtighed

LEO ALTING, institutdirektør
alting@ipl.dtu.dk · Tlf.: 45 25 47 44

**FORSKNINGSCENTER RISØ**

Nationallaboratorium · Forfølger strategiske, nationale og internationale mål inden for bæredygtig energi. Målene udvikles i tæt samarbejde med eksterne partnere · Har endvidere fokus på sundhedsrelateret teknologi, innovation og uddannelse.

JØRGEN KJEMS, direktør
joergen.kjems@risoe.dk · Tlf.: 4677 4600

**KI · KEMISK INSTITUT**

Analytisk kemi · Biouorganisk kemi · Nanoskalakemi · Fysisk og biofysisk kemi · Materiale- og saltsmeltekemi · Brændselsceller · Organisk kemi · Strukturkemi · Katalyse · Bæredygtig og grøn kemi

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



KT · INSTITUT FOR KEMITEKNIK

Kemisk og biokemisk procesteknik ·
 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

**M&R · INSTITUT FOR MILJØ & RESSOURCER**

Vandressourcer · Jord-og grundvandsforurening ·
 Miljøteknologi · Miljømikrobiologi · Fast affald ·
 Spildevand · Vandforsyning · Geokemi ·
 Afværgeteknologi · Økotoxikologi · Miljøkemi ·
 Energi og mineralstoffer · Udvikling og
 bæredygtighed · Bioenergi · Mikrobiel økologi

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

**MAT · INSTITUT FOR MATEMATIK**

Geometri ·
 Dynamiske systemer ·
 Kodningsteori · Kryptologi ·
 Topologioptimering ·
 Anvendt funktionalanalyse

MARTIN P. BENDSØE, institutdirektør
 m.p.bendsoe@mat.dtu.dk · Tlf.: 45 25 30 45

**VET · VETERINÆRINSTITUTTET**

Forskning og udvikling af diagnostiske tests og vacciner,
 forskning i sygdomsudvikling, mikrobiologi, immunologi, vac-
 cinologi og epidemiologi · Huser internationalt forsknings-
 center for veterinær epidemiologi (International EpiLab) ·
 Nationalt og EU/OIE referencelaboratorium for husdyr-
 sygdomme · Koordinerer den nationale overvågning af
 veterinær medicinanvendelse (Vetstat) · Ansvarlig for
 det laboratoriemæssige veterinære beredskab

KRISTIAN MØLLER, institutdirektør
 krm@vet.dtu.dk · Tlf.: 72 34 61 89

**MEK · INSTITUT FOR MEKANIK, ENERGI OG KONSTRUKTION**

Faststofmekanik · Fluidmekanik ·
 Energisystemer · Energiomsætning ·
 Indeklima · Konstruktion ·
 Produktudvikling · Maritime konstruktioner ·
 Vandbygning

PREBEN TERNDROP PEDERSEN, institutdirektør
 ptp@mek.dtu.dk · Tlf.: 45 25 13 86

**ØRSTED·DTU**

Akustisk teknologi · Automation ·
 Elektronik og elektromagnetiske systemer ·
 Elteknologi · Medikoteknik

ERIK BRUUN, institutdirektør
 eb@oersted.dtu.dk · Tlf.: 45 25 39 06

**MIC · INSTITUT FOR MIKRO- OG NANOTEKNOLOGI**

Mikroelektromekaniske systemer ·
 Procesteknologi · Optiske sensorer ·
 Biosensorer · Teoretisk nanoteknik ·
 Laboratorium på chip · Bioteknologi ·
 Nanoteknologi

PIETER TELLEMAN, institutdirektør
 pt@mic.dtu.dk · Tlf.: 45 25 57 57



DET SKER PÅ DTU

TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
1. marts kl. 16-17 DTU, bygning 116 auditorium 81	Ian Ritchie: Glass as structural Material Første offentlig forelæsning i anledning af b-retningens 150-års jubilæum. Ian Ritchie er medstifter- og ejer af ingeniørfirmaet Rice Francis Ritchie (RFR) i Paris. Herudover har han en tegnestue i London. Det sidste årti har frembragt en række bygningsværker, hvor glas bruges som en aktiv del af konstruktionen.	BYG•DTU	www.b150.dtu.dk gratis adgang
1. marts kl. 11-16 bygning 117	Teknologisk innovativ brug af glas Workshop i tilknytning til forelæsningen. Rettet mod ingeniører, entreprenører og arkitekter, som arbejder med glas, samt forskere med glasrelaterede forskningsprojekter.		Tilmelding: Merete Holmer-Bretlau: tlf. 45 25 17 23, mhb@byg.dtu.dk
28.-29. marts	DSE-messe 2007 De Studerendes Erhvervskontakt Danmarks største job- og karrieremesse med 115 virksomheder og en række organisationer fordelt på 3.200 m2 messeareal	DSE	Mads Galatius, dselyngby@studerende.dk www.dsemesse.dk
12. april DTU, Oticonsalen kl. 11	DTU RoboCup 2007 Finale Konkurrence med store pengepræmier for selvkørende robotbiler.	Ørsted•DTU	Birgitte Sundwall bsu@oersted.dtu.dk www.dtu.dk/subsites/ robocup.aspx
22.-24. maj Risø, Auditorierne	International energikonference Energy solutions for sustainable development	Risø	Vivi Nymark Morsing Tlf. 4677 5151 vivi.nymark@risoe.dk www.risoe.dk/konferencer/ Energyconf07
12. juni kl. 10-16 DTU, Oticonsalen	CIPU-konference	CIPU	Tim McAlloone tm@mek.dtu.dk
17.-21. juni Danmarks Fiskeri-undersøgelser, Silkeborg	Konference 7. internationale konference for fisketelemetri	DFU Silkeborg	Lene Jacobsen lj@difres.dk www.fishtelemetry.eu
22.-24. august DTU, bygning 308	Konference The 14th International Static Analysis Symposium, SAS 2007	IMM	Christian W. Probst probst@imm.dtu.dk www.imm.dtu.dk/sas2007
28.-31. august	Konference The Science of making Torque from the Wind	MEK	Kurt S. Hansen ksh@mek.dtu.dk
3.-6. september Risø, Niels Bohr Auditorium	Symposium 28th Risø International Symposium on Materials Science: Relations Between Fibre/Matrix Interfaces and Mechanical Properties and Manufacturing of Polymer Matrix Composites	Risø	Bent F. Sørensen Tlf. 4677 5806 bent.soerensen@risoe.dk www.risoe.dk/afm/symp28

Ingeniøruddannelserne er ved at gennemgå store ændringer.
Læs her, hvordan studierne er skruet sammen nu

HELE VERDEN SOM

PETER HOFFMANN >

Ingeniørfaget har altid været beregnet på at kunne bruges i hele verden, og ingeniører er blevet uddannet til at arbejde under alle forhold.

Nu gør globaliseringen verden mindre, mens kravene til ingeniørens kompetencer og viden vokser. Derfor har DTU i en årrække arbejdet på at tilpasse udbuddet af uddannelser, så studerende kan bruge hele verden som undervisningslokale.

Det er blandt andet sket ved at indføre Bologna modellen, der også kaldes 3+2+3, hvor alle uddannelser opbygges med en 3-årig bachelor, 2-årig kandidat og 3-årig ph.d.

Ramme for uddannelsen

Civilingeniøruddannelsen overgik i 2004 fra en femårig udelt kandidatuddannelse til en delt bachelor- og kandidatuddannelse. De første bachelorstuderende blev optaget sommeren 2004 og bliver optaget på den nye kandidatuddannelse til sommer 2007. De første civilingeniører efter den nye struktur kommer ud på arbejdsmarkedet i 2009.

"Omlægningen har givet anledning til en grundig faglig og strukturel revision af DTU's hidtidige civilingeniør-uddannelse," siger dekan for civilingeniøruddannelserne, Helge Elbrønd.

Revisionen sikrer den fornødne faglige progression samt en entydig og overskuelig ramme.



Til gavn og glæde for mere end 30.000 alumner fra DIA, DTH og DTU

UNDERVISNINGSLOKALE

"På den måde opnår DTU, at der såvel internt som eksternt er klarhed over, hvad DTU uddannelsesmæssigt står for, og hvad de kommende studerende samt aftagersiden kan forvente af henholdsvis et studium og en kandidat fra DTU," siger Helge Elbrønd.

Den nye struktur sikrer øget mobilitet i uddannelsen, fordi DTU's studerende får lettere ved at tage dele af deres uddannelse på et universitet i udlandet. Samtidig oprettes der engelsksprogede kandidatuddannelser, der letter udenlandske studerendes adgang til DTU.

"Vi har dermed tilpasset vores uddannelser til globaliseringens krav. Studerende får en uddannelse, der kan måle sig med de internationalt bedste, og samtidig er uddannelserne blevet mere gennemskuelige," siger Helge Elbrønd.

Kompetenceuddannelse

Der er udviklet en model for strukturen både for bacheloruddannelsen i teknisk videnskab og for kandidatuddannelsen, som begge tager udgangspunkt i en såkaldt "flagmodel".

Hensigten med at sammensætte en uddannelsesstruktur med disse elementer er 1) at vise klart over for omverdenen og de kommende studerende, hvordan uddannelserne er struktureret, og hvad der kan for-

ventes af den færdiguddannede; 2) at sikre at alle studerende på DTU kommer ud med en solid faglig og personlig ballast opnået ved at følge de krav, der er lagt ind i strukturen.

Der ligger således i høj grad "kompetencetankegang" bag flagmodellerne, men med det strukturelle sigte at få sammensat en uddannelsesstruktur, der klart opridser uddannelsens mål indadtil som udadtil.

Adgangsbegrænsning

DTU har igennem en årrække oplevet en stærkt stigende interesse for at studere på universitetet. Det har betydet, at det på flere retninger har været nødvendigt at indføre adgangsbegrænsning.

Der blev optaget 667 bachelorstuderende og 469 diplomingeniørstuderende i 2006.

På syv af 13 bachelorlinjer var der flere kvalificerede ansøgere end pladser. På diplom gjaldt det for 1 af 8.

Adgangsbegrænsningen gælder på 38 procent af DTU's uddannelser, og på civilingeniøruddannelsen er der begrænsning på 54 procent af uddannelserne.

Social balance

Selv om de studerende går på en uddannelse, der stiller store krav til faglighed og kompetence, skal der også være plads til det sociale.

Her sørger de studerendes Polyteknisk Forening for at tilbyde både social og faglig vejledning.

"Vi har for eksempel vektorer/rusvejledere til at tage sig af nye studerende. Det begynder allerede på rusturen," siger socialudvalgsformand i Polyteknisk Forening, Bianca Davidsen.

Vektorerne hører til på civilingeniøruddannelsen. På diplomingeniøruddannelsen kaldes de vejledere og er også her ældre studerende, som tager sig af de nytilkomne.

Ud over at hjælpe til med at opbygge et socialt netværk kan de vejlede de nye om studiestarten.

DTU lægger vægt på de sociale aktiviteter, og derfor stiller universitetet både lokaler og ressourcer til rådighed for de studerende. Det gælder for eksempel for PF's studentehus, der er samlingspunktet på DTU med mange koncerter og klubarrangementer.

Klubber i massevis

Studerende har også mulighed for at dyrke deres hobby på DTU. Mange af klubberne hører under Polyteknisk Forening, og der er alt fra træ- og metalværksted, til rugby, korsang og klatreklub.

YDERLIGERE OPLYSNINGER
www.dtu.dk/uddannelse
www.pf.dtu.dk

>>

CIVILINGENIØRUDDANNELSENS STRUKTUR

Også indholdsmæssigt har uddannelsen ændret sig. Den treårige bacheloruddannelse er en teknisk videnskabelig grunduddannelse, som giver de studerende basal viden inden for naturvidenskab og teknologi. Bacheloruddannelsen kvalificerer først og fremmest til optagelse på den toårige kandidatuddannelse, der fortsætter der, hvor bacheloruddannelsen slap, og giver den studerende en dybere viden om sit fagområde.

Den studerende bliver trænet i teamwork og samarbejde, så kandidaten er forberedt til den arbejdsform, der er fremherskende i virksomhederne. Det afsluttende kandidatspeciale giver den studerende mulighed for at arbejde selvstændigt med et udvalgt emne og komme helt tæt på den nyeste forskning inden for området.

Bachelor i teknisk videnskab

DTU har naturligvis stadig de fire klassiske retninger: byg, kemi, elektro

og maskinretningen, men flere uddannelser er kommet til:

Der er 13 bachelorlinjer, hvor Sundhed og Produktion er den nyeste af uddannelserne:

- Bioteknologi
- Byggeteknologi
- Design og Innovation
- Elektroteknologi
- Fysik og Nanoteknologi
- Kemi og Teknologi
- IT og Kommunikationsteknologi
- Matematik og Teknologi
- Medicin og Teknologi
- Miljøteknologi
- Produktion og Konstruktion
- Softwareteknologi
- Sundhed og Produktion (Human Life Science Engineering)

Kandidatuddannelsen

Kandidatuddannelserne er implementeret fra 2006, men det er først i 2007, at det første store optag forventes, idet bacheloruddannelserne er startet i 2004.

Der er 17 kandidatretninger og tre kandidatprogrammer med særlig struktur.

- Anvendt Kemi
- Bioteknologi
- Byggeteknologi
- Design og Innovation
- Elektroteknologi
- Fysik og Nanoteknologi
- Informationsteknologi
- Kemisk og Biokemisk Teknologi
- Konstruktion og Mekanik
- Levnedsmiddelvidenskab
- Matematisk modellering og computing
- Materialeteknologi
- Medicin og Teknologi
- Miljøteknologi
- Produktion og Ledelse
- Telekommunikation
- Transport og Logistik
- Engineering Acoustics*
- Petroleum Engineering*
- Systems Biology*

*Særlige programmer

DIPLOMINGENIØR

Foruden den akademiske civilingeniøruddannelse udbyder DTU otte diplomingeniøruddannelser. Diplomingeniøruddannelsen er praksisrettet og varer 3½ år inkl. ½ års praktik i en virksomhed.

De otte retninger er:

- Arktisk Teknologi
- Bygning
- By- og bygning (Architectural Engineering)
- Elektro

- IT
- Kemi
- Maskin
- Teknologi og Økonomi

! YDERLIGERE OPLYSNINGER
www.dtu.dk/uddannelse



ARKIVFOTOS: NIKKEL AOSBØL

KORT NYT

Jubilæumstræf

- 40-års jubilæum for alle, som er dimitteret i 1967:
Den 8. maj 2007.
- 60+-års jubilæum for alle, som er dimitteret i 1947 eller tidligere:
Den 21. juni 2007
- 10-års jubilæum for alle, som er dimitteret i 1997:
Den 28. september 2007.
- 25-års jubilæum for alle, som er dimitteret i 1982:
Den 9. november 2007.
- 50-års jubilæum for alle, som er dimitteret i 1958:
Den 24. januar 2008

Jubilæerne planlægges med repræsentanter fra årgangen og lægger op til en dag med faglig inspiration, netværk og gensyn med gamle studiekammerater.

Dimittendreceptioner

- Dimittendreception for nye diplomingeniører:
Den 22. marts 2007.
- Dimittendreception for nye civilingeniører:
Den 19. april 2007.

! YDERLIGERE OPLYSNINGER
www.alumne.dtu.dk/arrangementer

