

# DYNAMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > FEBRUAR 2006 > NR. 4

18

## Energibundt

Danmark kan blive et kraftcenter på energiområdet  
Interview med DONG-direktør Anders Eldrup



JERNSTØBERI FIK ...



Gnisten  
til at spare

4

FRA SMÅ KÅR TIL ...



Toppen  
af erhvervslivet

8

FRA HALM TIL BRÆNDSTOF



Store  
perspektiver

32

## INDHOLD >

<b>LEDER</b>	3	Tak, godt!
<b>STØBELAYOUT</b>	4	Jernstøberi sender elforbrug på slankekur
<b>BILMOTOR</b>	6	Smart software sparer benzin
<b>HENNING DYREMOSE</b>	8	Forskning + uddannelse + erhverv = konkurrenceevne
	10	Ingeniøruddannelsen var et springbræt
<b>TEMA: ENERGI</b>	12	Efterlyser strategi for 1000 mia. ekstra
	13	Sådan kan vi få fat i ekstra olie
	16	Fremtidens kaffemaskine er flink mod el-nettet
	18	Spillet om energien
	22	I værkstedet hos røgens troldmænd
	25	Stålet til verdens bedste kraftværker
	28	Sund økonomi i nye byggereregler
	29	Energikrav kan give os førertrøjen tilbage
	30	Solfangerne hitter ude i verden
	31	Inde i varmen
	32	Halm bliver til brændstof
	33	Statoil vil lave dansk bioethanol
	34	Stoffet der ånder benzinen i nakken
	35	Stor dansk ordre på DME-anlæg
	36	God idé fik flyvende start
<b>PÆDAGOGIK</b>	39	Pædagogik i fokus
<b>MEDICOTEKNOLOGI</b>	40	Scannere giver genlyd i markedet
<b>KORT NYT</b>	42	DTU får verdens kraftigste mikroskop
	42	Nyt center for energi-teknologi
	42	Produktpris til medicinsk miniatureapparat
<b>FRA HISTORIEBØGERNE</b>	43	Da pulverkaffen blev født
<b>DET SKER PÅ DTU</b>	44	
<b>DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION</b>	45	DTU's ledelse og organisation
	46	Institutter
<b>ALUMNENYT</b>	48	Alumni Abroad
	50	Netværket batter



6



12



25



28



36



## TAK, GODT !

Ritualet har vi vist importeret fra USA – at man indleder enhver samtale, også med fjerne bekendte og nye forretningsforbindelser, med at spørge: "Hvordan går det?" Hvortil den adspurgte pr. konvention svarer: "Tak, godt!"

Svaret er altid: "Tak, godt!" Man *kan* simpelthen ikke svare andet, så bryder ritualet sammen. Hvis den adspurgte replicerer: "Forfærdeligt dårligt" eller "bedre end ord kan beskrive", så handler ordvekslingen pludselig om, hvordan den adspurgte har det, og det er fundamentalt ikke meningen. Nej, spørgsmålet er et ritual, og det er det tilhørende svar også.

Med jævne mellemrum gennemspilles et lignende ritual på forsknings-området. Pressen, en myndighed eller et antal eksperter undersøger, om danske universiteter er dygtige nok til at gøre deres forskning nyttig for samfundet, særligt erhvervslivet. Det er universiteterne ikke, konkluderes det. Det er underordnet, hvad der nøjagtigt måles på. Konklusionen er pr. konvention ikke opløftende. Enten er det samlede billede negativt, eller også halter bestemte forskningsmiljøer bagefter, eller eventuelt er nogen i den store verden indiskutabelt mange hestehoveder foran os. Med andre ord kan det rituelle spørgsmål: "Hvordan går det?" besvares med et lige så rituel: "Tak, dårligt".

Jeg kan godt forstå, hvorfor borgere og virksomheder engang havde en noget skeptisk opfattelse af, om universiteterne leverede "value for money", og at det svar, der lå først for, var: "Tak, dårligt". Men jeg forstår dem ikke i dag. Vel er der kolossal forskel på, hvor kontant de enkelte institutioners indsats kan mærkes på samfundshusholdningen, men det bør ikke skygge for, at mange gør det bedre end godt.

Risø, DTU og en række andre danske videninstitutioner er lige så stille rykket op i international klasse, og der indgås flere samarbejdsaftaler mellem danske virksomheder og universiteter end nogensinde før.

For vores eget vedkommende blev 2005 et rekordår med ca. 360 indgåede aftaler mellem mindre, mellemstore og store virksomheder på den ene side og DTU på den anden side. Det er en vækst på ca. 30 pct. på et enkelt år, fra et i forvejen højt niveau. Også på andre områder oplever vi markante ryk, der indikerer, at dansk erhvervsliv i stigende omfang gør brug af højteknologisk forskning til at skærpe konkurrenceevnen. Det tankesæt, at Danmark skal konkurrere på at gøre det "bedre, ikke billigere" – for det er innovation, der er vores styrke i et globalt perspektiv – bliver i høj grad omsat til handling.

Så hvis nogen spørger mig, hvordan det går med samarbejdet mellem universiteter og erhvervsliv, må jeg desværre bryde konventionen. Svaret er: "Tak, godt!"



Lars Pallesen  
Rektor





# JERNSTØBERI SENDER EL-FORBRUG PÅ SLANKEKUR

Dania i Aars indfører nyt design til støbelayout. Det har markant reduceret mængden af metal, der skal sendes til gensmeltning

METTE MINOR ANDERSEN >

”Her i støberibranchen arbejder vi ofte med gamle systemer og har en konservativ indstilling til tingene. Derfor har det været sundt at få Søren ind i vores virksomhed for at ruske op i de gamle, indgroede forestillinger. Samtidig har han fået god sparring med hensyn til, hvilke metoder der er mest hensigtsmæssige i forhold til støberierne og deres kunder,” fortæller Danias afdelingsleder, maskintekniker Per Lysdahl.





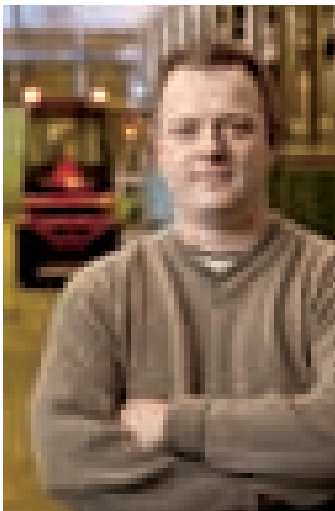
**!** DANIA A/S

Uafhængigt dansk jernstøberi med mange års erfaring i serieproduktion af emner i støbejern, også kaldet støbegods. Virksomheden har 239 medarbejdere og havde i 2005 en omsætning på 222 mio. kr.

Støbegodset fremstilles i gråjern og SG-jern. Virksomhedens force er hydraulikgods. Støbegodsets emnevægt er fra 0,1 kg til 65 kg og leveres til flere brancher, bl.a. hydraulik, pumper, vindmøller og dieselmotorer.



PHOTOS ENERGYS



"Jo mindre jern, der skal gensmeltes, jo mindre energi bruger vi, og der er mange penge at spare," siger afdelingsleder Per Lysdahl, Dania.

Søren Skov-Hansen, ph.d.-studerende på DTU's Institut for Produktion og Ledelse, har arbejdet med designregler til støbelayouts, der kan reducere energiforbruget i støberier, og Dania har lagt virksomhed til ph.d.-projektet.

"Jo mindre jern, der skal gensmeltes, jo mindre energi bruger vi, og der er mange penge at spare," siger Per Lysdahl, der fortsætter:

"Typisk sendes 20-50 pct. af metalretur til gensmeltning. Det giver

derfor god mening at udvikle et system, der kan reducere mængden af det, vi kalder omgangsjern. Det er ikke muligt at opnå en udnyttelsesgrad af smelten på 100 pct., da støbegods både skal have et indløbssystem, som fører det smeltede metal ind i formen, og efterfødere, der tilfører støbegodset den mængde smelte, der er nødvendig for at kompensere for svind under selve størkningen. I denne proces vil der uundgåeligt blive en mængde jern til overs, og det skal sendes retur til smelteovnen. Men det er netop her i indløbssystemet og i efterføderne, at der kan spares penge på elregningen."

#### Integreret modellering

Projektet gennemføres ved hjælp af såkaldt integreret modellering af materialer og processer. Metoden går i korthed ud på at computersimulere hele produktionskæden. Herved opnår man en væsentligt bedre optimering end ved kun at optimere de enkelte delelementer hver for sig.

"Vi har gennemført forsøget på et ventilhus," fortæller Søren Skov-Hansen og fortsætter: "Ved hjælp af computermodeller har vi reduceret mængden af metal i ventilhuset og designet et indløbssystem, der fylder støbegodset bedst muligt med den mindst

mulige smeltemængde. Desuden har vi reduceret størrelsen af efterfødere samt opstillet et sæt designregler for gode og resursebesparende støbelayouts. Og det hele har vi selvfølgelig afprøvet i praksis."

Projektet gennemføres i samarbejde med Dania A/S, Frese Metal- og Stålstøberi A/S, Disa Industries A/S samt ELFORSK, der finansierer hovedparten af projektet.

#### Økonomisk gevinst i sigte

Selv om projektet ikke er helt afsluttet, kan Dania allerede nu få øje på den økonomiske gevinst.

"Forsøget med ventilhuset til en armaturfabrik viser, at vi med den type indløbssystemer, som Søren har udviklet, sparer knap 4,5 kg jern på hver form. Det betyder, at vi skal smelte betragteligt mindre jern nu. Den oprindelige formvægt var på 19,7 kg, og nu er vi nede på 15,5 kg. Men mindst lige så vigtigt er det, at vi kan arbejde videre med det nye system og overføre det til brug for vores øvrige støbeforme. Så bliver der for alvor tale om en besparelse, der kan ses på den økonomiske bundlinje," slutter Per Lysdahl. <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER  
Ph.d.-studerende Søren Skov-Hansen  
ssh@ipl.dtu.dk



FOTO BO JARNER

Lektor Elbert Hendricks er stærk modstander af chiptuning af en bilmotor. Metoden går ud på, at man piller ved den computer, der styrer indsprøjtningen af brændstof. Derved ødelægges den fine balance, som motorudviklerne har arbejdet på gennem årtier.

## SMART SOFTWARE SPARER BENZIN

En lang række kendte bilmærker har indbygget software til styring af motoren, som er udviklet af DTU-forskere i samarbejde med bilindustrien

MORTEN ANDERSEN >

Audi, BMW, Peugeot, Hyundai, KIA. Fem eksempler på bilmærker, hvor de nye modeller er udstyret med vigtige dele af et system for motorstyring udviklet på DTU.

Det har længe været standard, at indsprøjtningen af brændstof styres af en computer. DTU's motorforskere har udviklet software, som bruges i et parallelt system, som løbende måler en række nøgleparametre i motoren.

Måleresultaterne bliver bearbejdet og sendt over i computeren, der styrer indsprøjtningen. På den måde får man hele tiden det optimale miks med hensyn til brændstoføkonomi, lav udledning af forurening og glat motorgang. Alle tre forhold kan ikke være optimale på samme tid, men computeren kan hele tiden finde det bedst mulige kompromis, uanset hvilken belastning motoren aktuelt er udsat for.

"Forskningen på DTU har skabt det paradigme inden for modellering af motorer, som bilindustrien arbejder ud fra i dag: modelbaseret motor kontrol," siger ph.d. Christian Vigild, senior research engineer ved Ford Motor Companys forskningscenter i Aachen, Tyskland.

"Det grundlæggende arbejde fra DTU blev publiceret på et tidspunkt, da det blev klart, at motorkontrol måtte forenkles og opfattes som et multivariabelt kontrolproblem i stedet for et kortlægnings- og måleproblem," fortæller Christian Vigild.

### Ford og Toyota

Han tilføjer, at forskningen ved DTU påviste, at det var muligt at forsimplere styringen:

"Ved at bruge simple fysiske modeller var det muligt at kalibrere sty-

ringen effektivt. Og ikke mindst kunne modellerne let forstås og anvendes. Bilindustrien arbejder nu videre med metoderne, som blev udviklet på DTU," siger Christian Vigild.

Systemet er udviklet af to institutter på DTU, Ørsted•DTU og MEK (Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion), i samarbejde med Ford og Toyota. I dag forhandles det af amerikanske Delphi Automotive Systems, som har solgt det til en lang række bilfabrikanter. Dele af systemet er anvendt i styreenheder fra Bosch, der er en af verdens førende producenter af styreenheder til motorer.

Når andre ikke har lavet systemet for længst, skyldes det, at der ikke er lineære sammenhænge mellem de vigtigste parametre. Derfor har man hidtil baseret styringen på simpelthen at lave meget omfattende målinger

i laboratoriet og omsætte dem til en tabel. Når bilen kører, slår computeren hele tiden op i tabellen og læser, hvor meget brændstof den skal sprøjte ind.

"Ved at bruge vores viden er vi i stand til at beskrive motoren med nogle simple matematiske funktioner. Derved har vi reduceret de 150 målepunkter, som man bruger i laboratoriet, til kun 12 målepunkter. Det er tilpas få til, at databehandlingen kan håndteres af computeren i bilen," forklarer lektor på Ørsted•DTU, Elbert Hendricks, der har ledet projektet. Softwaren er lavet på Ørsted•DTU, mens de fysiske målinger er lavet på MEK i samarbejde med docent Spencer Sorenson.

"Der er en lang tradition for motorforskning i Danmark, blandt andet på baggrund af samarbejdet mellem MAN B&W Diesel og DTU. Derfor er faciliteterne på MEK faktisk i verdensklasse," siger Elbert Hendricks, som pludselig ser meget bister ud, da spørgsmålet kommer, om man kan kalde DTU-systemet for tuning:

"Bestemt ikke! Tuning er et begreb for amatører".

I den forbindelse vil Hendricks gerne opfordre til, at der skrides mere konsekvent ind over for chiptuning. Chiptuning går ud på, at man piller ved den computer, som styrer

indsprøjtningen af brændstof. Derved kan man få sprøjtet mere brændstof ind, end tabellerne anbefaler. Man opnår en bedre evne til acceleration, men med store omkostninger:

"Brændstoføkonomien bliver dårligere, og udslippene fra udstødningen går markant i vejret. Man ødelægger simpelthen den fine balance, som motorudviklerne har arbejdet på gennem årtier for at finde den bedste styring af en bilmotor." <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER  
Lektor Elbert Hendricks,  
eh@oersted.dtu.dk



# DI-FORMAND: FORSKNING ✦ UDDANNELSE ✦ ERHVERV = KONKURRECEEVNE



Danmark har brug for, at forskning, uddannelse og erhvervsliv spiller sammen, mener Henning Dyremose

TINE KORTENBACH >

”Excellent forskning. Uddannelser, der sikrer, at vi har højt kvalificeret arbejdskraft til at skabe værditilvækst i vore produkter. Og det meget fleksible danske arbejdsmarked. Disse tre ingredienser er tilsammen en af grundene til, at Danmark i øjeblikket er en af de vesteuropæiske økonomier, der har den højeste vækst.”

Samspillet mellem forskning, uddannelse og erhvervsliv er afgørende for, at Danmark fortsat kan klare sig i konkurrencen med de andre lande i en globaliseret verden. Det mener Dansk Industris nye formand, Henning Dyremose.

”Det bliver helt genialt, når den innovation, der foregår i det teknologiske rum, bliver parret med den, der udvikler sig i det markeds-mæssige rum mellem virksomhederne og deres kunder,” tilføjer han.

I øjeblikket sker der kolossalt meget i forholdet mellem erhvervsliv

og universiteter. Der er kommet erhvervsfolk i bestyrelserne, og der er stærk fokus på at kombinere den offentlige sektors uddannelse og forskning med den private sektors udvikling og markedsføring af produkter.

Henning Dyremose nævner forskerparken SCION-DTU som et fremragende eksempel på et vellykket samarbejde, der har styrket samspillet mellem den praktiske erhvervsforskning og den mere teoretiske universitetsforskning på DTU.

### Ikke gnidningsfrit

Den stigende interesse for samarbejde betyder dog ikke, at det altid foregår gnidningsløst.

For Henning Dyremose er det vigtigt, at begge parter har afstemt forventningerne på forhånd. Nogle gange drejer det sig om, at virksomhederne understøtter, at der inden for deres område skabes mere basal

viden, som kan anvendes generelt. Og nogle gange hjælper universitetet virksomheden med noget produkt-specifikt og fortroligt. Noget, der i virkeligheden skal føre til et produkt-patent, som den pågældende virksomhed kan udnytte.

”Man skal have klart definerede spilleregler, og man skal have en klar forståelse for, hvornår man bevæger sig den ene vej, og hvornår man bevæger sig den anden vej,” forklarer han.


”Jo mere brillante idéer man får, desto sværere kan det være at håndtere spilleregler bagefter. Men det ændrer ikke på, at spillereglerne selvfølgelig skal være der.”

”Jeg oplever, at der er en vilje til at få samarbejdet til at fungere, fordi der grundlæggende er en positiv holdning til, at forskning, uddannelse og erhvervsliv skal spille sammen. Det har Danmark nemlig brug for.”

Som formand for DI kunne Henning Dyremose godt ønske sig, at der blev uddannet flere ingeniører.

”Ingeniører har utrolig mange roller at spille for udviklingen af vor konkurrencekraft i en globaliseret verden. Det er dem, der skal binde den teknologiske og markeds-mæssige forståelse >>





**”Ingeniører har utrolig mange roller at spille for udviklingen af vor konkurrencekraft i en globaliseret verden.”**

Henning Dyremose

>> sammen i den egentlige produktudvikling.”

Når Henning Dyremose taler om produkter, mener han ikke nødvendigvis et fysisk produkt. Det kan også være en serviceløsning. Det er nærliggende for ham at tage et eksempel fra TDC, som han er koncernchef for.

”Vi leverer ikke blot en telefon eller en pc. Vi leverer kommunikationsløsninger til f.eks. virksomheder, så de kan kommunikere mere effektivt med hinanden og med deres kunder.”

”Jeg tror, at vores vækstmuligheder skal kendetegnes af, at vi er bedre til at udvikle løsninger, godt design og indbygge kreativitet i løsningerne. Det skal adskille os fra de lande, vi konkurrerer med.”

Når Danmark bliver vurderet internationalt, viser alle undersøgelser, at vi er et foregangsland inden for it- og telesektoren. Vi har f.eks. en højere tilgængelighed til bredbåndsløsninger, end man har i mange andre lande, mener han.

Også når vi bevæger os ind på det felt, som Henning Dyremose tidligere har beskæftiget sig med, nemlig produktionen af enzymer, er Danmark helt i front med to af verdens største firmaer. Det samme gør sig f.eks. også gældende inden for visse grene af pharmaceutica, vurderer han.

For ham et bevis på, at det i kraft af dygtig teknologisk innovation og god markedsføring, økonomi, personaleledelse eller organisation – sådan som han selv har gjort.

Samtidig erkender han, at der naturligvis også er brug for ingeniører, der ønsker at arbejde som specialister inden for et af de mere traditionelle polytekniske områder.

Der var helt konkrete grunde til, at Henning Dyremose blev ingeniør.

# INGENIØR- UDDANNELSEN VAR ET SPRINGBRÆT

Henning Dyremose måtte en tur på DTU for at leve sine ambitioner ud

Henning Dyremose er opvokset i et socialdemokratisk hjem i Holstebro. Som søn af en murerarbejdsmand leder hans karriere tanken hen på den amerikanske drøm, der blev virkelighed.

”Ja, det er der nogle, der siger.”

”Og det er ingeniøruddannelsen, der har ført mig dertil,” tilføjer han.

”Man kan altid diskutere, hvor meget en uddannelse betyder. Jeg tror dog, at ingeniør er en af de uddannelser, der giver de allerbedste og mest alsidige karrieremuligheder. Når jeg kigger rundt på kollegerne i erhvervslivet, ser jeg utrolig mange ingeniører på direktionsgangene.”

## Råd til unge

Hans råd til unge ingeniører er, at de skal kombinere teknologiske kompetencer med viden om markedsføring, økonomi, personaleledelse eller organisation – sådan som han selv har gjort.

Samtidig erkender han, at der naturligvis også er brug for ingeniører, der ønsker at arbejde som specialister inden for et af de mere traditionelle polytekniske områder.

Der var helt konkrete grunde til, at Henning Dyremose blev ingeniør.

”Da jeg gik i gymnasiet, fik jeg en svoger, hvis far var grosserer. Han leverede udstyr til bryggerierne og spurgte mig, om det ikke var noget at blive brygmester. En god vej til stillingen som brygmester var naturligvis at blive kemi-ingeniør.”

”Jeg kunne godt lide kemi i gymnasiet. Det var et skægt fag. Og da jeg samtidig syntes, det kunne være sjovt at lave øl, var det jo oplagt at søge mod Den Polytekniske Lærestanstalt.”

Samtidig havde kemi-ingeniørstudiet en meget høj adgangskvotient – den lå på grænsen mellem mg+ og ug-, så der gik sport i at få et gennemsnit, der var højt nok til at komme ind på den eftertragtede uddannelse.

Det nåede Henning Dyremose lige netop ved studentereksamen i 1963, og med et tilsagn om at han kunne starte året efter, tog han et år til USA, hvor han bl.a. fik ekstra undervisning i kemi og avanceret matematik.

”Efter at jeg var kommet hjem, havde jeg sommerferie-job på Tuborgs Forsøgslaboratorium, og nu stopper så den glamourøse in-



FOTO POLIFOTO

## ”Når jeg kigger rundt på kollegerne i erhvervslivet, ser jeg utrolig mange ingeniører på direktiongangene.”

Henning Dyremose

geniørhistorie. Jeg fandt nemlig ud af, at det ikke rigtig var mig at være tekniker.”

”Jeg var mere optaget af det med mennesker og organisation. Men jeg færdiggjorde selvfølgelig min ingeniøruddannelse, for når man først var blevet optaget på sådan en god uddannelse, så gjorde man den naturligtvis færdig. Det fik jeg utrolig meget ud af.”

### Arbejde systematisk

”Jeg lærte bl.a. at tilegne mig kompliceret stof og arbejde systematisk. Alt det, der er nødvendigt for, at man efterfølgende kan fungere selvstændigt.”

Efter at han blev færdig med sin uddannelse i januar 69, og indtil han skulle ind som soldat otte måneder senere, var han ansat som amanuensis på Institut for Kemiindustri under professor Björkman med DTU's nuværende formand, Mogens Bundgaard-Nielsen, og Chr. Estrup som de nærmeste kolleger.

”Min kone og jeg havde ikke særlig mange penge, så det var utrolig heldigt, at det lykkedes at få job på DTU – i et meget udmærket og positivt miljø i de nye bygninger i Lundtofte. Men det var ikke mit karriere-ønske.

Jeg ville gerne ind i det private erhvervsliv.”

På instituttet var det hans opgave at lave undervisningsmateriale i kemi-industriel økonomi – et fag, som han syntes, ingeniører dengang manglede i deres uddannelse.

Han mente også, at ingeniørerne ofte manglede viden om personaleledelse, set i lyset af at mange ingeniører kom ud i lederstillinger. Efter sin ingeniøruddannelse tog han derfor

en HD i organisation og arbejds-sociologi. Dermed sad han med en drønstærk kombinationsuddannelse.

Lige efter soldatertiden blev han konsulent i virksomhedsledelse. Dandy var en af de virksomheder, der fik glæde af Henning Dyremoses procestekniske viden, da de skulle flytte fabrikken ud fra midtbyen i Vejle.

”Derefter blev jeg kontaktet af Novo. De manglede et antal mennesker til en udbygning af deres enzym-område og søgte systematisk dem, der havde en dobbeltuddannelse: kemi-ingeniør og HD. Det blev til 12½ år, hvor min baggrund som kemiingeniør også spillede en afgørende rolle.”

I Novo endte Henning Dyremose som marketingdirektør. Siden er det som bekendt blevet til poster som arbejdsminister, finansminister, koncernchef for TDC og senest som formand for DI.

Han har til fulde bevist, at en uddannelse som ingeniør kan føre vidt omkring. <

### ! BLÅ BOG

Født 1945  
 Student fra Struer Gymnasium  
 Civilingeniør (kemisk procesteknik) 1969  
 Amanuensis ved Polyteknisk Lærestalt 1969  
 HD i organisation 1972  
 Konsulent, IKO Konsulent A/S 1970-73  
 Chef for økonomi- og planlægningsstaben, Novo Industri A/S 1974-83  
 Medlem af Folketinget 1979-84 og 1990-94  
 Marketingdirektør, Novo Enzymdivision 1983-86  
 Arbejdsminister 1986-89  
 Finansminister 1989-93  
 Adm. direktør og koncernchef, Dalhoff Larsen & Hornemann A/S 1993-98  
 Adm. direktør og koncernchef, TDC 1998-  
 Formand for Danmarks Eksportråd 2004-  
 Formand for Dansk Industri 2005-

# EFTERLYSER STRATEGI FOR 1000 MIA. EKSTRA

Yderligere olie til en værdi af 1.000 mia. kr. Så stort er potentialet i at forbedre metoderne til indvinding i Nordsøen, vurderer en af verdens førende eksperter på området

MORTEN ANDERSEN >

I gennemsnit er indvindingsgraden i den danske del af Nordsøen omkring 30 procent. Med andre ord er det 70 procent af olien, som vi ikke får fat i.

Det er rigtig ærgerligt, når man tænker på, at hver procent indvindingsgraden kan hæves med, repræsenterer olie til en værdi af ca. 50 mia. kr.

Det kan igen regnes om til, at der er udsigt til for 1.000 mia. kr. ekstra olie, hvis professor Erling Stenby, Institut for Kemiteknik på DTU, får ret i sin forudsigelse om, at det vil være teknisk muligt at hæve indvindingsgraden i Nordsøen fra 30 til 50 procent, inden udnyttelsen må indstilles.

"Det vil ikke betyde, at der bliver så mange ekstra penge til rådighed for selskaberne og statskassen, for det vil selvfølgelig koste mange penge at hæve indvindingsgraden. For hver ekstra procent vil omkostningerne stige," siger Erling Stenby, der opfordrer til en systematisk indsats for at hæve indvindingsgraden:

"Når først produktionen er stoppet, og platformene i Nordsøen ikke længere bliver vedligeholdt, er det for sent. Til den tid vil det ikke nytte noget at stå med en ny teknologi, der

kan hæve indvindingsgraden. Selv den smarteste teknologi vil ikke kunne retfærdiggøre, at man starter en helt ny produktion op på gamle felter. Det er nu, mens indvindingen kører, at man kan gøre noget."

## Tiden er knap

Formentlig vil der stadig blive indvundet olie i Nordsøen de næste 20-25 år. Det lyder som god tid til at finde på bedre metoder, men faktisk haster det med at sætte gang i den forskning, som Erling Stenby efterlyser:

"For det første, fordi det tager tid at nå fra grundlagsskabende forskning over udvikling og afprøvning til udnyttelse i fuld skala. Måske 10-12 år. For det andet, fordi de fleste af denne type metoder kræver noget tid, før de virker. For nogle af metoderne kan der gå flere år, fra man sætter dem i værk, til der kan mærkes et øget udbytte.

Og for det tredje – og vigtigst – fordi metoderne virker bedst, når de bruges til at øge udbyttet af den almindelige indvinding. Så jo tidligere man indfører dem, jo bedre samlet effekt vil man nå at få."

Selvom olieselskaberne naturligvis har en interesse i at øge indvindings-

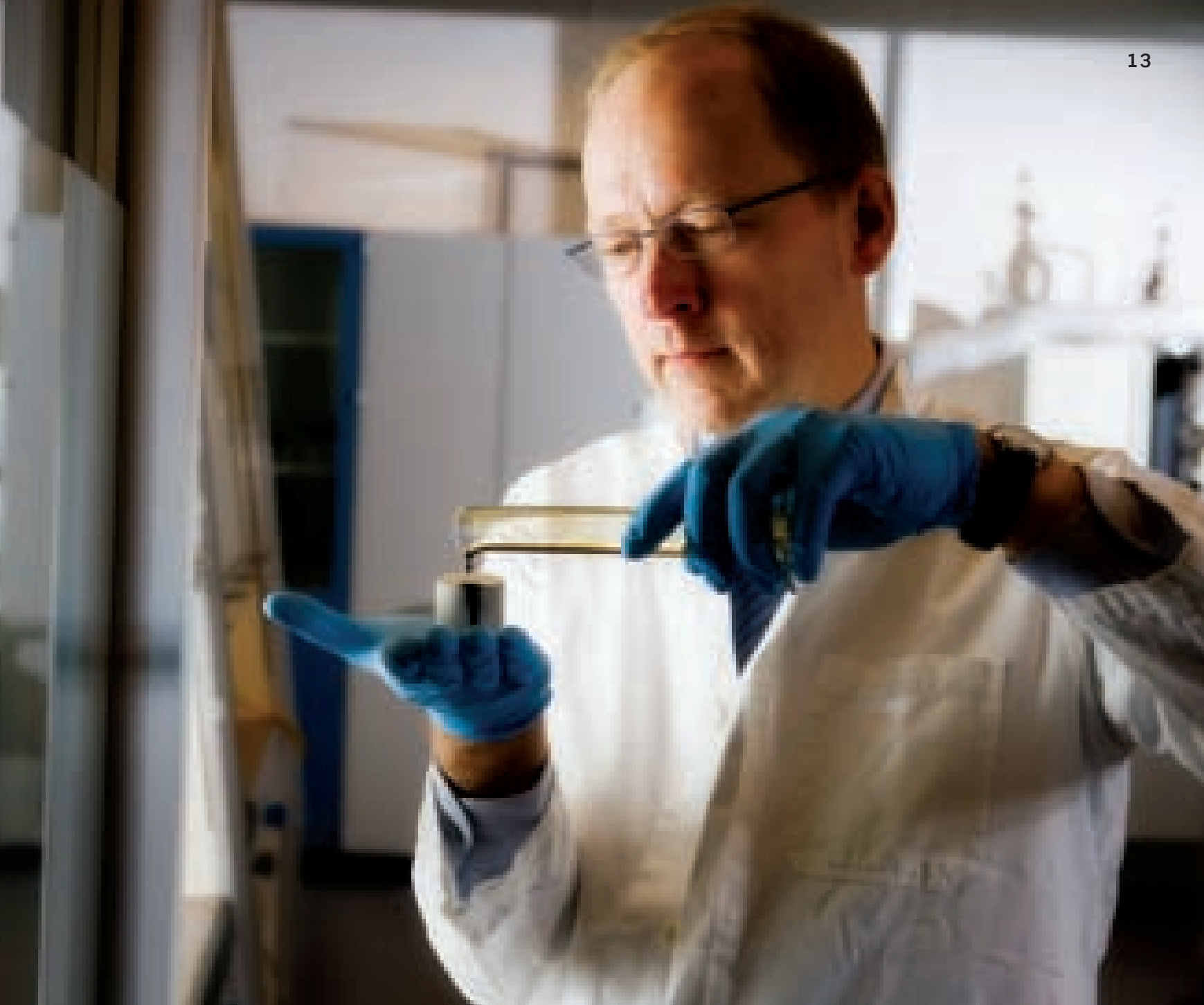
graden, advarer Erling Stenby mod at tro, at det vil ske automatisk:

"Nye tekniske løsninger kræver investeringer. Og selvom en given metode isoleret set har en fornuftig økonomi, kan man godt tænke sig, at selskaberne vælger at placere deres investeringer andre steder i verden,

FOTO: STEEN BRØGAARD



Når først produktionen er stoppet, og platformene i Nordsøen ikke længere bliver vedligeholdt, er det for sent at få fat i den sidste olie, der har en værdi på 1.000 mia. kr., vurderer professor Erling Stenby.



hvor der vil være et endnu bedre afkast. Derfor gælder det om at sikre, at både staten og selskaberne har en fælles interesse i, at indvindingsgraden i den danske del af Nordsøen bliver så høj som mulig.”

”Det vil vi selvfølgelig gøre alt til fra DTU’s side ved at være med til at finde de tekniske løsninger, der er specielt velegnede netop til de danske felter. Som minimum bør der være en national plan for, hvordan vi kan hæve indvindingsgraden. I øjeblikket er der ingen strategiske midler afsat til det formål.” <

## SÅDAN KAN VI FÅ FAT I EKSTRA OLIE

Fra skolebøger og avisernes nyhedsgrafikker kender vi olieletterne i Nordsøens undergrund som store sorte plamager. Det er bare at stikke sugerøret ned og suge til.

Hvor langt det billede er fra virkeligheden, illustrerer professor Erling Stenby, Institut for Kemiteknik, med et stykke kridt på størrelse

med en Duplo-klods. Kigger man nøje på det brune materiale, der er presset hårdt sammen gennem millioner af år, kan man ane, at det er porøst.

Op til 45 procent af sådan en klods er hulrum, hvori olien findes. Men det er sin sag at få olien ud af hullerne, som kun er få mikrometer >>



>> i diameter. Og så er kridtstumpen endda fra Dan-feltet, hvor man regner med sammenlagt at få fat i 35 procent af olien, mens for eksempel Valdemar-feltet er mere leret og har en porestørrelse ned til kun 0,1 mikrometer. Det betyder, at med dagens teknologi kan man kun håbe at få fat i nogle få procent af olien.

I gennemsnit er den forventede indvindingsgrad i den danske del af Nordsøen omkring 30 procent. Sagt med andre ord efterlades 70 procent af olien.

Problematikken begrænser sig ikke til Nordsøen. Verden over bliver der efterladt en stor andel af den tilstedeværende olie. Derfor er forskning på dette område af global betydning.

### CO<sub>2</sub> i fokus

For øjeblikket er der stor fokus på at bruge gassen CO<sub>2</sub>. Hvis man pumper gassen ned ved tilstrækkeligt tryk, vil den blande sig med olien. Derved får man en mere tyndt flydende olie, som er nemmere at indvinde. Samtidig vil selve det ekstra tryk, som nedpumpningen af CO<sub>2</sub> udgør, være med til at drive olien ud af sit skjul.

"Metoden er meget følsom for, at man kan ramme det rigtige tryk. Sætter man for lidt tryk på, vil CO<sub>2</sub> og olie ikke blande sig helt. Det har en række uheldige effekter. Omvendt kan man ikke bare sætte rigeligt tryk på. Det risikerer at ødelægge selve reservoiret ved sprækkedannelse og samtidig ødelægge økonomien i metoden, fordi man så skal bruge unødvendigt stort og dyrt udstyr," forklarer Erling Stenby.

Af samme grund har han store forventninger til en metode udviklet

på DTU, som kan modellere opblandingen mellem CO<sub>2</sub> og olie under forskellige forhold.

"Det er verdens bedste metode til formålet, og vi mærker stor interesse fra olieselskaberne både med henblik på Nordsøen og oversøiske områder," siger Stenby og tilføjer, at mange selskaber også interesserer sig for nedpumpning af CO<sub>2</sub> af miljømæssige årsager:

"Udledning af CO<sub>2</sub> ønskes som bekendt begrænset i forhold til drivhuseffekten. Derfor kan det være en dobbelt gevinst, hvis man kan pumpe gassen ned i undergrunden og samtidig øge indvindingsgraden."

Ud over nedpumpning af CO<sub>2</sub> forskes der internationalt i to andre grupper af metoder til at øge indvindingsgraden. Den ene går ud på at vaske mere olie ud af undergrunden ved at pumpe vand tilsat kemikalier ned. For eksempel sæbelignende kemikalier, der mindsker oliens overfladespænding, så den nemmere gør sig fri af kridtet.

### Starter en forbrænding

"Økonomien i denne metode er meget følsom over for prisen på det pågældende kemikalie. Det gælder om at finde et kemikalie, der er billigt og samtidig effektivt i meget lave koncentrationer. Hidtil har metoden vist sig for dyr til, at nogen vil bruge den," siger Erling Stenby.

Den sidste gruppe af metoder, som DTU samarbejder med amerikanske Stanford University om, kaldes termisk indvinding.

Den grundlæggende idé er, at varmere olie flyder lettere og dermed er nemmere at få fat i. For eksempel kan man overveje at pumpe overhe-



### OLIEN OG DTU

For udenforstående er der ikke meget olie over navnet Center for Phase Equilibria and Separation Processes (Center for Faseligevægt og Separationsprocesser). Men det ændrer sig hurtigt, når man ser på listen over virksomheder, der udgør centerets industri-konsortium. De fleste af de 22 selskaber har interesser på olie- og gasområdet, heriblandt flere af de fem danske medlemmer DONG, Mærsk Olie & Gas, Energi E2, Elsam og Haldor Topsøe A/S. Blandt de udenlandske selskaber er Statoil, Shell, Chevron og Exxon-Mobil.

Siden 1980 har IVC-SEP forsket i metoder til at øge indvindingsgraden for olie og gas. Dermed har centeret været med hele vejen i den forøgelse af indvindingsgraden, som er sket i den danske del af Nordsøen fra de beskedne 5 procent i midten af 1980'erne til 30 procent.

det damp ned. Det er en lovende metode, hvis der er meget tung olie i undergrunden. Det er imidlertid ikke problemet i Nordsøen, hvor forskerne har større tiltro til en anden termisk metode. Man pumper ilt ned med henblik på, at den skal antændes eller selvantændes sammen med olie i undergrunden.

Umiddelbart lyder det skørt at starte en forbrænding nede i et olie-felt, men idéen er helt seriøst ment, forsikrer Erling Stenby:

"Forbrændingen vil hæve tempe-

## DONG: INDVINDINGEN KAN BLIVE ENDNU BEDRE



Olieselskaberne er nået langt med udvikling af teknologier, der gør det muligt at producere fra tætte strukturer som kalk, men indvindingen kan gøres endnu mere effektiv. Det siger direktør for indvindingsaktiviteterne i DONG, Søren Gath Hansen:

”Anvendelse af lange vandrette brønde og vandinjektion er eksempler på teknologier, der har været medvirkende til at øge indvindingen. Det forventes dog, at der er et stort potentiale for en betydelig øgning af den mulige olieindvinding med anvendelse af nye produktionsmetoder.”

DONG samarbejder med DTU og en række internationale forskningsinstitutioner og olieselskaber for at kortlægge mulighederne.

”Det er målet med denne indsats at analysere og vurdere nye produktionsteknikker, som vi regner med kan blive næste generation af produktionsmetoder på dansk område,” siger Søren Gath Hansen.

”Det er særdeles vigtigt, at også universiteterne deltager aktivt i denne proces på det forsknings- og undervisningsmæssige område. Kommende medarbejdere i olieselskaberne kan herigennem få kendskab til avancerede produktionsmetoder allerede under uddannelsesforløbet og videre gennem deltagelse i forskning. I tråd med det har DONG valgt aktivt at støtte olie- og gasrelateret undervisning og forskning på DTU.”

DONG støtter blandt andet DTU's internationale masteruddannelse samt ph.d.-projekter med relation til olie- og gasområdet.

raturen og dermed gøre olien mere letflydende. Samtidig vil der dannes CO<sub>2</sub>, som dels blander sig med olien og gør den yderligere letflydende, dels virker som et stempel, der presser olie ud af forekomsten.”

### Som en badesvamp

Metoden har været undersøgt i laborieforsøg i en årrække i udlandet, og i Rumænien har man produceret olie med denne metode i mere end 10 år i et enkelt oliefelt. I forhold til kalk er metoden endnu på et

forberedende stadium. Det vil formentlig tage mindst 10 år, før den kan tages i praktisk anvendelse i Nordsøen. Blandt andet er det nødvendigt at overveje nøje, hvordan metoden vil påvirke den geologiske struktur på stedet. Varmeudviklingen kan let betyde, at dele af strukturen sætter sig.

Det kan være en fordel, fordi man så får presset mere olie ud af strukturen. Lige som når man presser sæbe ud af en badesvamp. Men der er også risiko for, at strukturen sæt-

ter sig så meget, at gennemstrømmingen af olie bliver blokeret.

”Sagt på en anden måde er det fint, at strukturen sætter sig, men kun hvis den gør det på en kontrolleret måde. Det er man nødt til at studere meget nøje for det konkrete område med målinger og simuleringer,” sammenfatter Erling Stenby. <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER  
Professor Erling H. Stenby,  
ehs@kt.dtu.dk

# FREMTIDENS KAFFEMASKINE ER FLINK MOD EL-NETTET

Din kaffemaskine kan være med til at forebygge strømafbrydelse

MORTEN ANDERSEN >

"Vi har mange apparater derhjemme, som ikke ligefrem er livsvigtige. Hvis forbrugerne tillader, at apparaterne slukker sig selv midlertidigt i situationer, der er kritiske for elsystemet, kan det forbygge, at hele systemet går ned," siger professor Jacob Østergaard, leder af Center for Elteknologi ved Ørsted•DTU.

"På den måde kan vi undgå visse former for blackouts. Desuden vil vi gøre hele systemet mere robust over for de ubalancer, der uundgåeligt vil forekomme, efterhånden som vi bygger mere og mere vindkraft og anden vedvarende energi ind i det."

## Strømsvigt

Et stort strømsvigt starter typisk med, at produktionen på et større kraftværk bryder ned. Systemet er bygget op, så de forbrugere, der bliver forsynet af værket, i første omgang ikke mærker noget. De vil trække strøm fra nabo-kraftværkerne, som så pludselig får

travlt. Måske så travlt, at de også bryder sammen, og så ruller lavinen.

Men hvordan kan man bruge apparaterne i hjemmet til at forebygge et nedbrud?

Som bekendt har vi vekselstrøm i kontakterne. Det vil sige, at strømmen svinger med en bestemt frekvens, som er 50 Hz (50 svingninger i sekundet). Frekvensen behøver ikke være lige nøjagtigt 50,0 Hz hele tiden. Normalt holder den sig inden for området 49,9-50,1 Hz, hvilket er "godt nok". De små variationer vil ikke få vores apparater til at falde ud.

Det er muligt at indbygge elektronik i det enkelte apparat, som holder øje med den nøjagtige frekvens. Hvis frekvensen falder meget hurtigt, er der noget galt. Det kan for eksempel være, at det lokale kraftværk er faldet ud. Så vil det elnet-venlige apparat slukke af sig selv. Først når frekvensen er normal, vil det tænde igen.

Princippet er allerede demonstre-

ret i USA med kogepladen på kaffemaskinen. Man kan også tænke på apparater som fryser og køleskabe. Forbrugeren kan trygt tillade, at fryseren kobler ud en times tid. Det vil ikke ødelægge oksesteget. Desuden kan forbrugere med elvarme på forhånd tillade, at temperaturen i deres hus falder en enkelt grad i en krisesituation.

"Man skal nok ikke lige indbygge funktionen i fjernsynet, og det vil da også være rart stadig at have lys i huset. Fordelen er jo netop, at man stadig har mulighed for at bruge de funktioner, man har størst behov for," siger Jacob Østergaard.

Center for Elteknologi har sammen med virksomheden Ea Energianalyse fået 1,6 mio. kr. til at forske i frekvensstyret regulering af elnettet. Pengene kommer fra en pulje, der kaldes PSO (Public Service Obligation). Den administreres af Energinet.dk, det nye statslige selskab, som er ansvarlig for



FOTO PETER HOFFMANN

forsyningsikkerheden for el og gas i Danmark. I første omgang afdækkes potentialet for elnet-venlige apparater, og det nøjagtige design skal fastlægges. Herefter er det planen at følge op med en demonstration i det danske elnet.

"Det er også spændende at lade informationen gå i modsat retning, så systemet får at vide, at nu ønsker forbrugeren at sætte sin efterspørgsel i vejret. Man kan for eksempel forestille sig, at forbrugeren indstiller sin vaskemaskine til at gå i gang, når der er billig strøm at få," siger Jacob Østergaard.

#### Vindkraft

Allerede i dag forekommer det med jævne mellemrum, at alene produktionen af vindkraft overstiger hele forbruget i et område. Det sker typisk om natten i det jysk-fynske område.

"Man skal jo af med den overskydende strøm, og hvis der ikke er nogen købere til den, må man sende den til udlandet til en symbolsk pris."

"Fremtidens elsystem kommer til at bestå af mange flere kilder, der både er forskellige med hensyn til, hvor meget effekt de leverer, og hvor kontinuerligt, de leverer. Ud over vindkraft kan man tænke på brændselsceller, solceller og lignende. Det ville være hensigtsmæssigt, at de forskellige dele af systemet selv er i stand til at finde de optimale tidspunkter at sætte ind med produktion. Det vil både sikre stabiliteten af det samlede system og sikre den bedst mulige pris for den lokale producent." <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER  
**Professor Jacob Østergaard,**  
 joe@oersted.dtu.dk

## DANFOSS: DANMARK KAN BLIVE FRONTLØBER

Center for Elteknologi på DTU er ikke ene om at se perspektiverne i apparater, der spiller sammen med elnettet. Det bekræfter udviklingschef Hardy Jepsen, Danfoss:

"Hos Danfoss mener vi bestemt, at vi kan gøre en forskel. Vi fremstiller mange typer apparater, som det vil være interessant at få til at spille sammen med elnettet, bl.a. termostater til styring af køle-/fryseskabe, elektriske gulvvarmesystemer, varmepumper og styringer til diverse elforbrugende enheder, som f.eks. pumper."

Som eksempel nævner udviklingschefen, at forbrugere med elradiatorer eller gulvvarme ville kunne indstille apparaterne, så de henter strøm på tidspunkter, hvor den er billig:

"Når man har apparatet indstillet til altid at holde en bestemt temperatur, vil det også bruge strøm på de tidspunkter, hvor nettet i forvejen er belastet. Det ville være smart, hvis apparatet i stedet enten ventede lidt eller gik i gang forebyggende."

Det forudsætter imidlertid, at forbrugeren har et incitament:

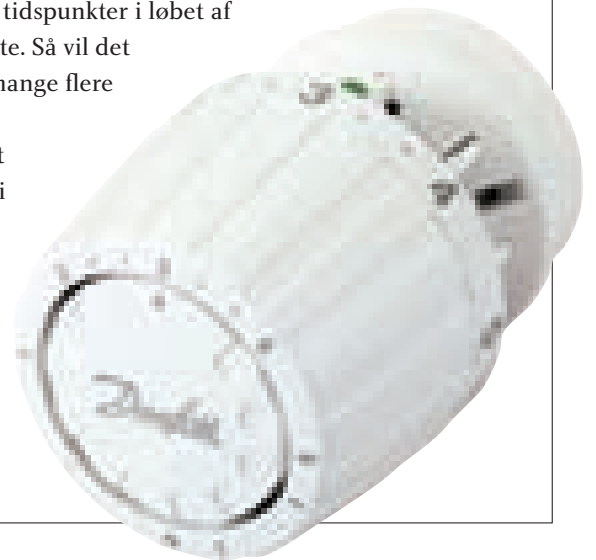
"I dag bliver strømmen bare afregnet til en fast timepris. Dermed har forbrugeren ingen glæde af at forbruge på de tidspunkter, hvor strømmen er billig at producere. Det skal ændres, og heldigvis er flere danske elskabere i gang med at sætte målere op, der kan håndtere opgaven. Derfor tror jeg på, at Danmark bliver et af de første lande, hvor forudsætningerne kommer til stede. Det giver os muligheden for at være frontløber."

#### Det intelligente hjem

Ifølge Hardy Jepsen hænger området sammen med udviklingen inden for det, som populært kaldes det intelligente hjem.

"Det er jo allerede muligt at købe elektronik, som for eksempel styrer, at rumtemperaturen ligger fem grader lavere, mens familien er på ferie. I dag bliver denne besparelse på varmeregningen ofte spist op af prisen på selve udstyret, men hvis udstyret får flere funktioner, eksempelvis at kunne hente billig strøm på de rigtige tidspunkter i løbet af døgnet, vokser den samlede nytte. Så vil det pludselig kunne betale sig for mange flere at gøre hjemmet intelligent."

Udviklingschefen vurderer, at Danfoss meget hurtigt vil være i stand til at fremstille de relevante apparater, når markedet er der.



# SPILLET OM ENERGIEN

Danmark står over for store energimæssige udfordringer, og det er ingen selvfølge, at vi har energi nok. Europa skal opnå forsynings-sikkerhed ved at differentiere producentbilledet og satse på flere typer energier, mener DONGs administrerende direktør Anders Eldrup

TINE KORTENBACH >

"Det er vigtigt at have styr på pengene, men det er også helt afgørende for et samfund at have styr på sin energiforsyning, og det var noget af det, der tændte mig ved jobbet her i DONG."

Som departementschef i Finansministeriet styrede Anders Eldrup statens finanser. Nu gælder det Danmarks energiforsyning.

Siden han tiltrådte som administrerende direktør i 2001, er det lykkedes ham at samle store dele af den danske energisektor på en sådan måde, at han om nogen er blevet Danmarks power player no.1 på energiområdet. Under hans ledelse har DONG udviklet sig til landets førende energiselskab med aktiviteter inden for både gas, olie og el.

"Det er ikke en selvfølge, at vi har energi nok i Danmark. I en periode har vi været nettoeksportør af energi, men nu kan vi begynde at ane enden på vore reserver ude i Nordsøen. Det betyder, at vi inden for en periode vender tilbage til den klassiske situation, hvor vi skal importere. Betingelserne for det danske samfund

vil ændre sig ganske betydeligt. De gunstige tider vil blive afløst af tider med mere modvind."

"Vi står derfor over for to store udfordringer: Hvordan fremskaffer vi den energi, vi skal bruge, og hvordan tilpasser vi vores økonomi til, at vi skal til at købe energi i stedet for at eksportere?"

Anders Eldrup betragter dette som en af de store samfundsmæssige udfordringer – på linje med, hvordan vi f.eks. håndterer det faktum, at vi bliver flere ældre.

"Et samfunds energiforsyning kommer ikke af sig selv. Det er noget, man skal tænke over i god tid. Og de løsninger, man finder frem til, er ganske enkelt afgørende for, hvordan efterti-

den kommer til at have det," fastslår Anders Eldrup.

## Forskes for lidt

På spørgsmålet om der bliver forsket og udviklet nok inden for energisektoren, svarer Anders Eldrup efter en kort pause med et klart "nej".

I forhold til de udfordringer Danmark står overfor, bliver der ikke forsket nok. Vi har endda et større behov for forskning og udvikling end de fleste andre lande af to årsager:

"Som sagt skal Danmark forberede sig på, at vi om nogle år ikke længere er selvforsynende med energi. Vi har en stor udfordring i at omstille vores samfund, og det kræver, at forskning prioriteres højt."

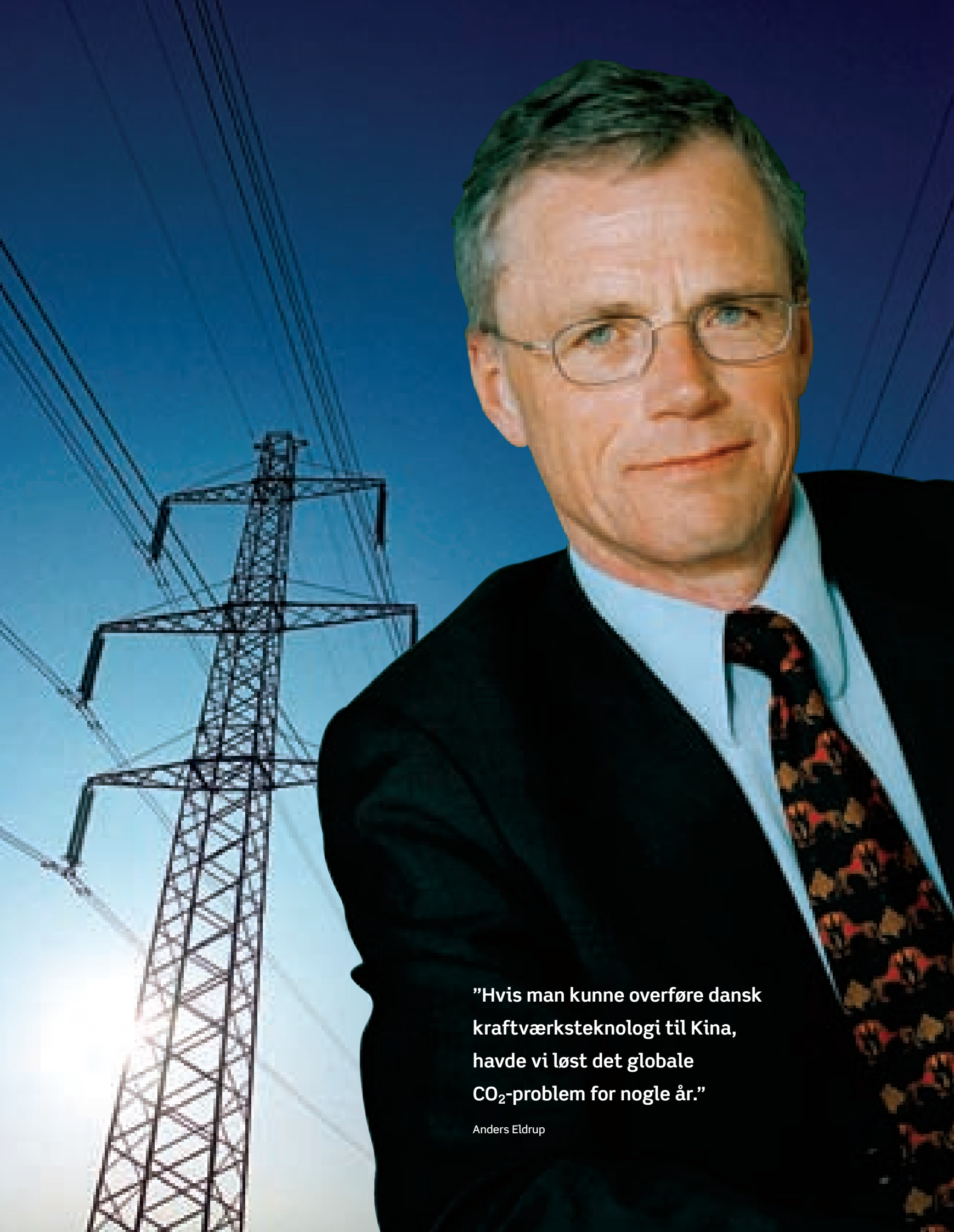
"For det andet har vi et klimaproblem og CO<sub>2</sub>-forureningen. Danmark har jo påtaget sig en større reduktionsforpligtelse end alle andre, og nu hvor det begynder at nærme sig, at vi skal levere varen, har vi også et større behov for at finde løsninger på, hvordan vi får gennemført denne reduktion, uden at det bliver et kvælertag på økonomien. Det kan forskning og udvikling hjælpe os med."

## Globalt kraftcenter

Anders Eldrup ser store muligheder for, at Danmark kan bruge sine forretningsmæssige og teknologiske >>

**"På en måde er det med energi kedeligt. Men det er svært at undvære. Det opdager man først, når man pludselig står uden, som dengang for et par år siden, hvor hele Sjælland og den sydlige del af Sverige gik i sort."**





**”Hvis man kunne overføre dansk kraftværsteknologi til Kina, havde vi løst det globale CO<sub>2</sub>-problem for nogle år.”**

Anders Eldrup

>> kompetencer til at blive et globalt kraftcenter inden for energi.

"De danske kraftværker er f.eks. verdens mest effektive. Vi er oppe på at kunne udnytte 45-50 pct. af den energi, der puttes ind i et dansk kraftværk. I Kina bygger man hvert år en ny kapacitet, der er 10 gange så stor som Danmarks eksisterende kapacitet, og det gør man vel at mærke med værker, der har en energiudnyttelse, der er halvt så stor som de danske."

"Vi kan godt sidde og finjustere lidt på vores værker – det skal vi også gøre – men det batter ikke rigtigt noget i det store spil. I virkeligheden kunne man – uden at opfinde noget som helst og bare bruge kendt teknologi – fordoble udnyttelsesgraden i Kina. Det ville være en voldsom forbedring af energiøkonomien og noget, der virkelig battede på globalt plan. Hvis man kunne overføre den danske virkningsgrad på ca. 45 pct. til Kina, så havde vi løst det globale CO<sub>2</sub>-problem for nogle år frem."

"Vi besidder en knowhow, som andre lande vil komme til at efterspørge, og som virkelig kan betyde noget i de kommende år," mener Anders Eldrup.

"En række virksomheder har allerede en førerposition. Tænk på Rockwool, Grundfos, Danfoss, som har været gode til at udvikle effektive koncepter inden for varmeregulering, isolering osv. Danmark er godt med på mange af disse områder, og det tror jeg kan blive en styrkeposition i fremtidens samfund, hvis vi forstår at udnytte den."

Men denne udvikling kommer ikke af sig selv. Anders Eldrup betragter det som en fordel, at der skabes en stor dansk energikoncern, der kan agere på verdensmarkedet. Det kræ-

ver en vis størrelse at kunne begå sig. Derfor er det en fordel for det danske samfund, at en stor del af kræfterne på energiområdet bliver samlet i én virksomhed med sit vækstfokus i udlandet, mener han.

"Vi ser jo ikke for os, at den nye energikoncern kan vokse i Danmark. Med de eksisterende regler om konkurrence har vi nået en grænse for, hvor store vi bliver i Danmark. Vores ambition er at vokse uden for landets grænser. Vi har heldigvis meget at byde på, og vi får måske også en størrelse, der gør, at vi kan være med i en del af kappestriden."

Som eksempler nævner Anders Eldrup vindmøllerne, som DONG bl.a. bygger i England. Han har også kig på kraftværksteknologien som en oplagt eksportmulighed.

"Desuden håber jeg, at vi kan blive endnu bedre til at udnytte samspillet mellem vore vidensinstitutioner og erhvervslivet. Vi har jo nogle ualmindelig stærke kompetencer på f.eks. DTU og Risø. Hvis vi kan finde ud af at lave det rigtige samspil mellem dem og de store danske energiselskaber, så tror jeg, vi har en stærk konstellation."

### Europa heldigere end USA

Han forudser, at selvforsyningsgraden også vil falde i de andre europæiske lande. Europa er dog gunstigere stillet end f.eks. USA og Japan, da Europa hænger sammen med det kontinent, hvor en stor del af energien findes.

"Der er meget store gasforekomster i Rusland, og her handler det om at få gassen frem til de store konsumentmarkeder i Europa. Derfor er det glædeligt, at russerne har

besluttet at bygge en ekstra pipeline gennem den Botniske Bugt fra det arktiske område til det kontinentale og centrale Europa. Det vil øge forsyningsikkerheden for Europa at få denne pipeline, der ikke går gennem en række lande. Samtidig ligger den ude i havet, så den er bedre beskyttet mod angreb og afpresning. Det kan blive en livline. Rusland har i dag to store pipelines, den ene via Polen, og én længere nede, der fører ind i Centraleuropa."

"Norge har heldigvis også store forekomster, som vil række vor generation ud. Og allerede med den viden vi har i dag, er der til mange års forbrug – i hvert fald til de næste 50 år. Man finder noget hele tiden, så forhåbentlig længere. Europa kan også få gas fra Nordafrika. Der vil altså være mulighed for at få energi fra både nord, øst og syd. Svagheden er, at forekomsterne er lokaliseret på meget få hænder," påpeger han.

### Sårbarhed

Dette giver en sårbarhed, som kan tackles ved at differentiere produktbilledet så meget som muligt. I øjeblikket investerer man store summer i at etablere terminaler til flydende gas i f.eks. Spanien og England, så tankskibe kan bringe gas rundt på samme måde, som man i dag sejler olie rundt. En kostbar måde at gøre det, men det giver mulighed for en bredere palet af leverandører.

"Det handler om, at Europa skal have forsyningsikkerhed. Vi skal kunne få energien mange steder fra, så vi ikke løber ind i en ny oliekrise, hvor et land kan tage os som gidsel."

"Samtidig skal vi sikre os, at vi får energien på en måde, så priserne gør

# ”Det handler om, at Europa skal have forsynings-sikkerhed.”

Anders Eldrup

det europæiske erhvervsliv konkurrencedygtigt,” tilføjer Anders Eldrup.

Desuden efterforskes der meget i Nordsøen og de nærliggende områder, så produktionen inden for EU kan vare så længe som muligt. Der er endda dele af Nordsøen, som endnu ikke er udforsket.

”Vi skal naturligvis gøre os de allerstørste anstrengelser for at prøve at få de ressourcer frem, der måtte være der. Vi har heldigvis været i stand til at øge indvindingsgraden for olie væsentligt. Og det ville være en stor gevinst for vores forsyningsituation, hvis vi kunne øge udnyttelsesgraden yderligere.”

## Nye måder

Anders Eldrup er også inde på, at det er vigtigt at eksperimentere med at finde nye måder at energiforsyne os på. Danmark er speciel på den måde, at vores egen produktion af olie og gas er relativt beskeden og tidsbegrænset. Vi er også et af de lande, der har den mest ensidige elproduktion, fortrinsvis baseret på især kul og gas – energikilder med en begrænset tidshorisont og et forureningsproblem.

”Da vi har valgt, at vi ikke vil have atomkraft, er det ekstra vigtigt for os, at vi finder noget andet ved siden af olie, gas og kul. Jeg mener, at vi bør have en betydelig mængde af vedvarende energikilder, så vi får et differentieret forsyningsbillede,” uddyber han.

Danmark har været tidligt ude med vindmøller. Så her ligger en oplagt mulighed. Vindenergi har dog det problem, at den er lidt ustabil. Den kan derfor være svær at passe ind, hvis andelen bliver for stor. Desuden er der grænser for, hvor mange vindmølleparker, man kan have stående.

”Men jeg tror, der er en fremtid for havvindmølle-parker. Vi har to nu, og det ser ud til, at der kommer et par til. Der er ikke mange andre lande, der kan gøre os kunsten efter med fire store parker.”

”Vi må også være på forkant med de helt nye teknologier. Danmark er jo et lille land med begrænsede forskningsmuskler, men vi må være helt fremme, så godt vi kan.”

”Og hvis man på DTU kan lave en brintpille, er det jo meget interessant,” tilføjer Anders Eldrup.

”Det ser ud til, at teknologien trækker i retning af, at det i fremtiden vil være rentabelt at satse på flere decentrale anlæg til at supplere de store centrale anlæg. I forbindelse med at der kommer brændselsceller på markedet, tror jeg, det er sandsynligt, at man i boligforeninger og større komplekser etablerer egne anlæg til supplement af de store centrale anlæg.”

Nye produktionsstrukturer tegner sig. Også elselskabers rolle kan ændre

sig drastisk i fremtiden. De er i færd med at lægge bredbånd ud, hvilket måske kan gøre dem til den samlede service-provider til husstande og virksomheder.

”Det er en ny rolle, som man kan se, flere elselskaber er i gang med at prøve at indtage. Konceptet betyder, at fremtidens elselskab ikke blot leverer strøm. De leverer en hel servicepakke af ydelser, som en husstand har brug for. Gennem et forsyningsstik, typisk en linje ind til husstanden, leveres strøm, men også telefoni, bredbånd til at tage meget avancerede fjernsynsprogrammer osv. Når alt det kommer op at køre, betyder det formentlig, at man kan tale gratis i telefon.”

”Scenariet er, at elselskabet både bliver telefonselskab, dataselskab og forsyningselskab. For nogle år siden forestillede man sig snarere, at elselskaber også skulle stå for vand og affald. Nu er det mere ovre i den elektroniske boldgade. Det bliver spændende at se, om det bliver fremtiden.” <



# I VÆRKSTEDET HOS RØGENS TROLDMÆND

109 mia. kr. Så meget er det ifølge de økonomiske vismænd værd, at skadelige stoffer fjernes fra kraftværkernes røg og i stedet bliver til brugbare produkter som gips, cement og beton. Det er opnået ved hjælp af en investering på 19 mia. kr. – og en pæn portion viden

MORTEN ANDERSEN >

I et blåt stålstativ med røde hylder ligger en halv snes 3-5 meter lange rør med påmonterede målere. Afskallet maling og sodede partier afslører det hårde liv, rørene lever. De bliver simpelthen skudt ind i glohede ovne og kedler for at måle temperatur, gas-koncentrationer, korrosionsforhold og andre parametre direkte under forbrændingen. Nogle gange skal de kun sidde under de ekstreme betingelser nogle minutter, andre gange i månedsvi.

Selvom de hule rør bliver kølet indvendigt for at klare de varme omgivelser, må både rør og måleinstrumenter ofte kasseres bagefter. Til gengæld går de til i en god sags tjeneste. Ifølge Det Økonomiske Råd – også kaldet vismændene – var den klart bedste samfundsøkonomiske investering i 1990'ernes miljø- og energisatsninger at bringe kraftværkernes forurening ned. Rådet har beregnet

I en varm kedel forløber der mange hundrede kemiske reaktioner på én gang inden for brøkdeler af sekunder. Institutleder Kim Dam-Johansen er en af de forskere på DTU, der har arbejdet med at befri røgen for skadelige stoffer.

den samfundsøkonomiske nytte af rensningen til at være ca. 109 mia. kr. set over perioden 1992-2021. Langt den største del af nytten kommer fra, at udslippene af svovl- og kvælstof-forbindelser, som er skyld i syrerregn og øget forekomst af astma og andre sygdomme, er bragt ned. Ifølge vismændene har det kostet ca. 19 mia. kr. at bringe udslippene ned – altså en nettogevinst for den danske samfundsøkonomi på ca. 90 mia. kr.

”Man kan diskutere selve tallet, men uanset hvordan man ændrer på forudsætningerne, vil røggasrensning stadig komme ud som en af de bedste investeringer, der er lavet inden for dansk miljø- og energipolitik i nyere tid,” konstaterer institutleder Kim Dam-Johansen, DTU, med henvisning til at det næstbedste tiltag i vismændenes rapport fulgte langt efter med en positiv nettoeffekt på 4,6 mia. kr. Det var i øvrigt tilskud til energibesparelser i erhvervslivet.

Ud over at være leder af Institut for Kemiteknik er Kim Dam-Johansen også leder af et center under instituttet, CHEC (Combustion and Harmful Emission Control).

Ordet røggasrensning får os nor-

malt til at tænke på filtre, men ofte ligger tricket i at styre selve forbrændingen. Det er her, de sodede målerør kommer ind i billedet.

”I en varm kedel forløber der mange hundrede kemiske reaktioner på én gang inden for brøkdeler af sekunder. Vores arbejde går blandt ud på at forstå denne kemi i detaljer. Den viden kan man bruge til at styre opblanding af brændstof og luft på den rigtige måde – for hermed at sikre at reaktionerne fører til de ønskede slutprodukter,” forklarer Kim Dam-Johansen.

## Dækker behovet for gips

Et af de vigtige resultater fra arbejdet med røggasrensningsprocesser er, at røgens svovldioxid i dag effektivt omdannes til gips ved reaktion med kalk fra den danske undergrund. Processen er så effektiv, at den gips, der produceres som restprodukt på de danske kraftværker, stort set dækker forbruget af gips i Danmark.

Tilsvarende er det lykkedes at indrette forbrændingen af kul i kraftværkerne, så den aske, som dannes, kan bruges i cement og beton. Hemmeligheden er, at asken skal være dannet ved tilpas høj temperatur, og andelen >>





>> af uforbrændt kulstof og sod tilbage i asken skal være lav. Det sikrer, at beton fremstillet med tilsætning af flyveaske kan iblandes 6-8 pct. luft. Det gør produktet mere modstandsdygtigt over for klimaet og modvirker, at det sprænges af frost.

"Når der samtidig skal sikres meget lave udslip af kvælstofoxider, kræver det en meget sikker styring af forbrændingen at holde andelen af uforbrændt kulstof tilstrækkeligt lav," siger Kim Dam-Johansen.

Reduktionen af kvælstofoxider, også kaldet  $\text{NO}_x$ , har været en endnu større udfordring end svovl og aske.  $\text{NO}_x$  er medskyldig i dannelse af syreregn og i øget forekomst af astma og andre luftvejssygdomme.

"I gamle dage talte man i branchen om 'de tre T'er'. Turbulens, tid og temperatur. Hvis blot man sørgede for god opblanding og holdt meget høj temperatur over tilpas lang tid, så sikrede man samtidig en god forbrænding. Det gælder imidlertid ikke for  $\text{NO}_x$ . Hvis man sætter temperaturen rigtig højt op, så kan man være helt sikker på, at man får masser af  $\text{NO}_x$ ," forklarer Kim Dam-Johansen.

Ikke blot er røgen blevet renere,

det er også lykkedes at omdanne de skadelige stoffer til brugbare restprodukter. Det har været en stor gevinst for energiselskaberne:

"For det første skal kraftværkerne jo overholde grænserne for tilladte udslip, for det andet renser vi i dag endnu bedre for en række stoffer, især svovldioxid. Det sparer os for et stort beløb i afledningsafgifter," siger kemiingeniør Bo Sander, Elsam Engineering.

Svovlen indgår i gips og gipsplader.

"Det er ikke nogen stor indtægtskilde for os, men det sparer os for et stort millionbeløb, da vi ellers skulle have deponeret afsvovlingsproduktet," siger Bo Sander.

Det største restprodukt fra kraftværkerne er flyveaske.

"Efterhånden er det lykkedes at nyttiggøre stort set al flyveasken. Det har løst et stort problem for kraftværkerne. Dels er det dyrt at deponere asken, dels er det efterhånden vanskeligt i det hele taget at få tilladelse til deponering," siger Bo Sander.

#### Patent på vej

I modsætning til kul bidrager halm og træflis ikke til drivhuseffekten. Den  $\text{CO}_2$ , som forbrændingen giver anledning til, svarer nemlig til den, som planterne selv har hevet ud af luften under deres vækst. Imidlertid driller halm, træflis og lignende brændsler de "troldmænd", som forsøger at holde røgen fri for skadelige stoffer. Blandt andet indeholder plantedelen stoffet kalium, som lægger sig på de katalysatorer, der hjælper med at holde udslippene af kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ) nede. Et fælles projekt mellem Haldor Topsøe A/S, ENERGI E2 A/S, Institut for Kemiteknik og Kemisk In-

stitut på DTU er langt fremme med at have en løsning på dette.

Lektor Rasmus Fehrmann, Kemisk Institut, forklarer: "Sammen med virksomhederne er vi ved at udarbejde en patentansøgning på nye typer katalysatorer. Det er ikke mirakuløse katalysatorer, som bare kan fortsætte uendeligt uden at blive ødelagt af kalium, men de har tilsyneladende en længere levetid end de nuværende. Derved bliver det muligt at udskifte eller rense katalysatoren i forbindelse med de almindelige stop for vedligeholdelse. Derved sparer kraftværkerne at lave ekstra stop."

#### Videnstunge arbejdspladser

De fleste tænker nok på miljøinvesteringer som udgifter, men sådan ser Kim Dam-Johansen ikke på sagen:

"Skal jeg give én overskrift for vores arbejde, så er det at være med til at sikre danske videnstunge arbejdspladser. Det har hele tiden været vores mål at skabe værdi for samfundet. Den danske elsektor udgør en meget stor investering for samfundet. Vores forskning skal være med til at sikre, at denne investering bevarer og helst øger sin værdi. Internationale fremskrivninger siger, at det i de næste 30-50 år vil være de fossile brændsler, der skal bære langt hovedparten af verdens energiforbrug. Derfor er der fortsat et stort behov for, at vi udnytter de fossile brændstoffer så effektivt som overhovedet muligt, samtidig med at udledningerne af skadelige stoffer minimeres." <

 YDERLIGERE OPLYSNINGER  
**Instituttleder, professor Kim Dam-Johansen,**  
 kdj@kt.dtu.dk



# STÅLET TIL VERDENS BEDSTE KRAFTVÆRKER

FOTOS ENERGI E2

Avedøre har verdensrekorden i effektiv udnyttelse af kul. Stålet, som er hemmeligheden bag rekorden, bliver nu taget i brug på kraftværker over hele verden.

Nye kinesiske og europæiske kulfyrede kraftværker bliver bygget med stål, der er udviklet i samarbejde mellem Elsam, E2 og DTU

MORTEN ANDERSEN >

Dansk materialeudvikling har været grundlaget for en ny generation af højeffektive kulfyrede kraftværker. Den bliver nu udnyttet i ti nye kinesiske kraftværker og tre nye kraftværker i Europa, blandt dem et 1000 MW værk i det tyske Ruhr-distrikt.

"Det understreger, at den danske teknologi er anerkendt som den mest effektive måde at udnytte kulkraft," siger John Hald, adjungeret professor ved Institut for Produktion og Ledel-

se ved DTU. Han er ansat af ENERGI E2 og Elsam til at forske i nye materialer til brug på kraftværkerne.

Ved at udvikle bedre legeringer af stål er det lykkedes at hæve damp-temperaturen i de danske kraftværkers turbiner fra det tidligere maksimum på 540 grader for femten år siden til 600 grader i dag. Det har hævet virkningsgraden fra ca. 42 til 47 pct. Eller sagt på en anden måde: Man hiver 10 pct. mere strøm ud af

hvert kilo kul. Det betyder både en økonomisk fordel og en gevinst for miljøet. Jo højere virkningsgrad, jo mindre kulforbrug og dermed mindre udslip af f.eks. drivhusgassen CO<sub>2</sub> per produceret kWh.

## Verdensrekord i Avedøre

Langt de fleste kraftværker i verden har lavere virkningsgrader, i størrelsesordenen 30-40 pct. Hvis man erstatter dem med nye kraftværker med en >>

>> virkningsgrad på 47 pct., ville man skære op mod en fjerdedel af deres bidrag til drivhuseffekten væk.

”Det er virkelig noget, der vil batte for eksempel i lande som Kina og Indien, hvor man jo har et enormt forbrug af kul. Så teknologien betyder både store miljøforbedringer og et stort potentiale for danske eksport-indtægter,” siger John Hald.

Da Avedøre 2-værket åbnede i 2001, satte det verdensrekord ved at arbejde med en damptemperatur på 600 grader. På værket er der brugt en højtemperaturlegering af stål, som er udviklet og karakteriseret af John Hald og hans kolleger.

”Vi var sikre nok i vores sag til, at vi turde anbefale, at Avedøre-værket blev bygget med dette stål, men i udlandet har man afventet yderligere resultater af langtidsforsøg, som vi har haft i gang sideløbende. De resultater er kommet i mellemtiden, så

## ! MATERIALEFORSKNING I ET KVART ÅRHUNDREDE

Samarbejdet mellem Elsam, E2 og Institut for Produktion og Ledelse på DTU om forskning og udvikling af materialer til kraftværkerne begyndte helt tilbage i 1979. Samarbejdet omfatter i dag to medarbejdere fra Elsam og E2, som er udstationeret ved DTU samt fire eksternt finansierede projekter, to ph.d.-projekter samt to postdoc.-projekter.

nu er alle trygge ved at anvende det,” forklarer John Hald.

### Hemmeligheden er wolfram

På et kraftværk skal materialerne holde til en konstant høj temperatur og højt tryk dag ud og dag ind, helst i mindst tyve år. Hvis materialet svigter, er der risiko for alvorlige havarier. Derfor er der høje krav til afprøvning.

For det første kan man teste materialet ved endnu højere temperatur, end det er beregnet til, i et par år. For det andet kan man studere mikrostrukturen i elektronmikroskop. Ud fra det kan man modellere på computer, hvordan materialet vil ændre sig i fremtiden. Begge metoder bruges til at indsnævre feltet af mulige legeringer, men i sidste ende slipper man ikke uden om langvarige forsøg. Det vil typisk sige ti års gennemprøvning.

De stållegeringer, der anvendes i kraftværkerne, er baseret på et indhold af krom på ni procent.

Forskellen mellem tidligere legeringer og den, der bruges i Avedøre-værket, er først og fremmest et indhold af wolfram på ca. to pct., som gør stålet stærkere. Der var længe usikkerhed om effekten af dette wolfram ved lang tids påvirkning, men mikrostrukturstudierne på DTU fjernede denne usikkerhed.

### På vej mod 650 grader

De danske materialeforskere arbejder i øjeblikket med at udvikle stål, der kan holde til 650 graders damptemperatur. Ved denne temperatur begynder der at komme problemer med, at dampen oxiderer materialet. Stålet rustner. Derfor har man forsøgt sig med stål med et kromindhold på 12 pct., som giver en bedre beskyttelse mod oxidation. Desværre betyder dette høje kromindhold, at der sker et sammenbrud i materialets mikrostruktur og styrke, som DTU-forskerne er de første i verden til at forstå. Der er tale om, at der dannes partikler i materialet af en helt ny fase, som forskerne har døbt Z-fasen.

”I og med at vi nu har forstået, hvad der sker i stålet, har vi udviklet en computermodel af Z-fase-dannelsen. Herved håber vi også at kunne an vise en måde at overvinde problemerne på. Vi mener, at hvis man styrer både sammensætningen af legeringen og selve processen meget nøjagtigt, så vil det være muligt at fremstille en legering, der kan tåle driftstemperaturer på op til 650 grader. Det vil i

givet fald betyde endnu et hop frem i kraftværkernes virkningsgrad fra de nuværende 47 til 50-51 pct.,” spår John Hald.

Normalt siger man, at det koster penge at få et bedre miljø, men det gælder ikke på dette område, understreger han:

”Her er der jo tale om, at kraftværkerne bliver mere effektive og dermed også mere rentable. Det er klart, at politiske tiltag som for eksempel yderligere CO<sub>2</sub>-afgifter vil gøre det mere attraktivt at gå over til ny teknologi med højere virkningsgrad, men det er ikke noget, vi tager for givet. Udgangspunktet er, at den nye teknologi økonomisk mindst skal hvile i sig selv.”

#### Næste skridt er nikkel

Sideløbende med arbejdet med at lave bedre legeringer af stål deltager de danske forskere og energiselskaber i et fælles europæisk projekt, der arbejder med en anden tilgang. Projektet hedder AD700, hvor AD står for ”Advanced”, mens 700 refererer til temperaturen. Ved 700 graders damp-temperatur forventes virkningsgraden at blive op til 55 pct., men for at nå op på så høj temperatur er man nødt til at gå bort fra stål og over til nikkellegeringer, der bl.a. kendes fra flyindustrien. Disse legeringer er typisk ti gange dyrere end stål.

John Hald vurderer, at det første kraftværk, som kører med en driftstemperatur på 700 grader, vil stå klar i 2015. <

## VINDKRAFT ØGER RISIKO FOR METALTRÆTHED

Hvorfor er man egentlig nødt til at bruge nye materialer, når man vil hæve damp-temperatur og tryk på kraftværket?

Hvorfor kan man ikke bare gøre rørene og de øvrige komponenter i stål tykkere, så de kan holde til mosten?

Tykkere lag af materiale ville være en løsning, hvis temperaturen altid var høj. Men af og til skal turbinerne reguleres ned eller stoppes. Så falder temperaturen, og materialet trækker sig sammen. Det medfører store indre spændinger, som vil føre til metaltræthed – og jo tykkere lag af stål, jo større problemer med metaltræthed.

”Grundlæggende forsøger man at drive sit kraftværk som en såkaldt grundlast-enhed. Det vil sige, at det skal arbejde så konstant som muligt. Men af og til er man nødt til at foretage reguleringer eller stoppe helt. Den kraftige udbygning med vindkraft betyder, at man oftere bliver nødt til at variere produktionen på kraftværkerne for at opveje udsvingene i produceret effekt fra vindmøllerne,” forklarer John Hald.

”Derfor bliver materialets egenskaber i forhold til metaltræthed mere afgørende i de fremtidige kraftværker. Det samme bliver materialestyrken, især når der skal arbejdes ved højere temperaturer.”

En tommelfingerregel siger, at et materiale af metal i længden ikke kan holde til at være udsat for mekanisk spænding ved celsius-temperaturer, der er højere end halvdelen af dets smeltepunkt målt i kelvin-grader. Bly ville for eksempel allerede knække ved stuetemperatur, mens man med nikkel, der har 1.450 °C (ca. 1.723 K) som smeltepunkt, fint kan gå op til de ca. 700 °C, der er målet i AD700-projektet. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Adjungeret professor John Hald,  
joh@ipl.dtu.dk og www.ad700.dk

FOTO: VESTAS





# SUND ØKONOMI I NYE BYGGEREGLER

For en beskedent stigning i prisen på et nybygget hus kan man få sig et langt mere energirigtigt hus

MORTEN ANDERSEN >

For kun fem procent højere byggepris kan man få sig et hus med halvt så stort energiforbrug som det normale i dag. Altså 100.000 kr. mere for et hus, som det koster to mio. kr. at opføre. En primitiv udregning giver en tilbagebetalingstid på 15-20 år, men den faktiske fordel for den nybagte husejer er langt større.

"De færreste mener vel, at vi har set toppen med de prisstigninger, der har været på olie de seneste år. Jeg betragter de ekstra fem procent i byggeprisen som en fornuftig forsikring mod fremtidige prisstigninger, som vi alle sammen regner med vil komme,"



## RAMMER FOR ENERGIEN

Nye huse skal i fremtiden være 25 pct. bedre til at spare på energien. Samtidig bliver kravene formuleret efter nye principper, så de er mere omfattende.

Det fremgår af en række ændringer i bygningsreglementet, der trådte i kraft 1. januar, og de skal anvendes for nye byggeprojekter efter 31. marts 2006.

Den vigtigste ændring er, at kravene til nybyggeriet er baseret på energirammer, der omfatter bygningens samlede behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning.

Som en yderligere nyskabelse gælder bygningsreglementets bestemmelser om energi ikke længere kun for nybyggeri, men også for større renoveringer af eksisterende bygninger samt for udskiftning af vinduer og tagdækning.

Læs mere på [www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)

siger Svend Svendsen, professor ved BYG•DTU, der har været med til at skabe grundlaget for nye energiregler, som blev indført i bygningsreglementet ved årsskiftet. Ændringerne vil mindske energiforbruget i nye bygninger med 25 pct.

### Klare mål til branchen

BYG•DTU har blandt andet udført målinger på nyopførte typehuse fra tre danske leverandører, Lind & Risør, Bülow & Nielsen samt SHS-BYG.

De fleste af husene lever ikke blot op til de nye krav, men kapper yderligere 25 pct. af energiforbruget. Altså et halvt så stort energiforbrug som det normale i dag. Omkostningerne ved at bygge disse huse er blot fem procent større end det normale for nye typehuse.

Leverandørerne har nu lov til at kalde disse huse for "Lavenergibygning klasse 2". Det er i dag frivilligt, om man vil bygge lavenergibygninger, men Svend Svendsen forventer, at de skærpede krav vil blive indført i bygningsreglementet om fem år:

"Vores resultater viser, at teknologien til at mindske energiforbruget er til stede allerede, men det er da fornuftigt nok, at bygningsreglementet tager tingene i små skridt, så hele branchen har mulighed for at følge med. Med indførelsen af de frivillige krav til lavenergibygninger klasse 2 og klasse 1 i bygningsreglementet får byggebranchen klare mål for kravene i 2010 og 2015, som betyder reduktioner i energiforbruget på 25 pct. og 50 pct."

Kravene er baseret på såkaldte energirammer, der dækker bygningens samlede forbrug til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand. I bygninger, der ikke er boliger, skal forbruget til belysning desuden regnes med.

Energirammerne tillader, at man får godskrevet, at bygningen har en solfanger eller anden vedvarende energikilde. For erhvervs- og institutionsbygninger vil det desuden være muligt at få godskrevet løsninger, der udnytter dagslyset bedre og dermed har et mindre energiforbrug til den elektriske belysning. <

**! YDERLIGERE OPLYSNINGER**  
Professor Svend Svendsen,  
[ss@byg.dtu.dk](mailto:ss@byg.dtu.dk)





## NÅR VILLAEN BLIVER TRYKPRØVET

Trykprøvning er et begreb, vi normalt forbinder med industrien, men med de nye energikrav i bygningsreglementet er det blevet hverdag, at nye huse bliver trykprøvet.

"Vi prøver ikke hvert eneste hus, men et bredt udsnit af vores huse," fortæller teknisk chef Jan Hansen fra typehusfirmaet Lind & Risør.

Prøvningen foregår sådan, at alle ventilationskanaler bliver tapet til. Derefter bliver huset udsat for henholdsvis overtryk og undertryk, så man kan konstatere, at kravene til tæthed er overholdt. Afprøvningen er ikke et absolut krav i bygningsreglementet, som imidlertid slår fast, at den enkelte kommunalbestyrelse har mulighed for at stille kravet.

"Samtidig har bygherren mulighed for efterfølgende at kræve trykprøvning, hvis man for eksempel mener, at tætheden ikke er i orden. Derfor vil det i praksis være sådan, at vi er nødt til at sikre os, at huset kan klare en prøvning," forklarer Jan Hansen. <

Mange af de nyopførte huse lever ikke blot op til de nye krav, men kapper yderligere 25 pct. af energiforbruget. Her et hus fra Lind & Risør.



## ENERGIKRAV KAN GIVE OS FØRERTRØJEN TILBAGE

Dansk Byggeri ser store muligheder for eksport, når branchen nu skal lære at bygge endnu mere energirigtigt

„Danmark har valgt en offensiv implementering af EU's direktiv om bygnings energiforbrug. Det er en stor udfordring for erhvervet, både for rådgiverne og de udførende. Til gengæld giver det muligheden for, at vi kan komme i en førerposition. Jo hurtigere vi i erhvervet lærer at leve op til de nye krav, jo bedre muligheder for eksport vil vi få," siger direktør Michael H. Nielsen, Dansk Byggeri.

"Omvendt skal vi ikke være blinde for, at de øvrige lande i EU også vil blive dygtigere på området, så konkurrencen bliver hård. For 8-10 år siden lå Danmark i en klar førerposition. Det er vi ikke længere, men på det seneste er regeringen vendt tilbage til den offensive linje. Det giver os muligheden for at komme tilbage i førerfeltet".

Et af kravene er, at byggeriet får hjælp af dansk forskning, mener Michael H. Nielsen:

"Der er et stort behov for, at forskningen bliver omsat til løsninger, som er brugbare og salgbare – vi skal kunne tilbyde pakked løsninger. Her tænker jeg ikke kun på byggetekniske løsninger, men også på værktøjer, som rådgivere og udførende kan

bruge til at træffe beslutninger på baggrund af."

Direktøren fremhæver, at bygningsreglementet nu også stiller energikrav til ombygninger af eksisterende bygninger:

"Det giver store muligheder for branchen, men stiller os også over for meget store udfordringer. For eksempel er der mange situationer, hvor man ikke har mulighed for at øge tykkelsen af isoleringen i et gammelt hus. Det kræver nytænkning og innovation." <



Direktør Michael H. Nielsen, Dansk Byggeri: "Det nye bygningsreglement kræver nytænkning og innovation."

# SOLFANGERNE HITTER UDE I VERDEN

Skørping-virksomheden Arcon har leveret halvdelen af Europas større solfangere

MORTEN ANDERSEN >

Den sydfranske virksomhed Bionatec kan snart se frem til at bringe sit elforbrug til køling ned fra 575.000 kWh om året til 75.000 kWh.

Det skyldes et solfangeranlæg på 300 kvm. fra Arcon Solvarme A/S i Skørping. Ifølge den franske virksomheds beregninger vil investeringen være betalt efter 8,7 år.

Arcons direktør Svend Andersen betragter den ny sydfranske ordre

som et gennembrud: "Dels er vi kommet ind på et nyt marked, dels er det interessant, at den franske virksomhed skal bruge solvarmen til at erstatte el og gas, der hidtil var brugt til at drive en køle-unit."

Princippet er, at anlægget bruger varmen til at fordampe væske. Der, hvor væsken fordampes fra, bliver det køligt.

Med 25 medarbejdere må Arcon Solvarme A/S kaldes en mindre virksomhed, men på det europæiske marked for solvarme er den en sværvægt.

"Vi har leveret rundt regnet halvdelen af den installerede kapacitet i Europa, når vi taler større anlæg på 500 kvm. og derover," siger en tilfreds Svend Andersen.

Virksomheden har fremstillet solfangere siden 1974. Udviklingsarbejdet tog ekstra fart for fire år

siden gennem et samarbejde med BYG•DTU.

"Vi har fået en uvurderlig hjælp. Selv ville vi ikke have haft en jordisk chance for at lave alle de målinger, som forskerne har udført for os," siger Svend Andersen.

## Tiltrængt fremgang

Arcon er samtidig begyndt at kigge ud over Europa.

"Vi får henvendelser fra lande som Mexico, Canada, Sydkorea og Thailand. Senest er vi kommet i dialog med en meget stor japansk koncern, som jeg desværre ikke må fortælle navnet på. Der er ingen tvivl om, at det er den høje effektivitet af vores solfangere, som gør, at folk finder frem til os," siger Svend Andersen, der tilføjer, at fremgangen også er tiltrængt:

"Det er jo ingen hemmelighed, at den nuværende regering ikke er lige



## SOLFANGERER GIVER VARMT VAND

Solfangere må ikke forveksles med solceller. I solceller omsættes solens energi til elektricitet. Det sker ikke i solfangere, hvor man ganske enkelt lader solen opvarme vand eller en anden væske, som man bruger enten direkte til opvarmning eller via en varmeveksler til at opvarme brugsvandet.

Arcon har leveret verdens største solvarmeanlæg, der forsyner Marstal med fjernvarme.



så glad for solvarme, som den gamle var. Det har betydet, at vi har haft nogle år med lidt klemte kår. Faktisk har vi tabt næsten halvdelen af vores egenkapital, men nu er kurven heldigvis knækket, så vi er begyndt at få overskud igen.”

Arcon producerer både små anlæg, der forsyner en enkelt villa med varmt vand, og store anlæg, der forsyner større bebyggelser eller store virksomheder med energi.

Siden samarbejdet med BYG begyndte for fire år siden, er effektiviteten af Skørping-virksomhedens solfangere beregnet på store anlæg øget med over 30 pct.

Lektor Simon Furbo, der leder projektet på BYG•DTU, mener, at der er plads til yderligere forbedringer. Derfor har BYG og virksomheden sammen søgt om forskningsmidler til en ny fase af samarbejdet. <

#### YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Simon Furbo,  
sf@byg.dtu.dk

**ARCON SOLVARME A/S**

Firmaet fremstiller solfangere, lagertanke m.m., der bruges sammen med solfangerne.

I alt har firmaet leveret mere end 250.000 kvm. solfangere og har 25 ansatte, en omsætning på 30 mio. kr. og en årlig produktionskapacitet på 50.000 kvm.

## INDE I VARMEN

Effektive solfangere kombineret med de stigende oliepriser betyder, at investeringen i et solfangeranlæg til et nyt hus betaler sig selv ind på 12 år. Derefter er der overskud på kontoen hvert år

Tiden, hvor det var særligt idealistiske mennesker, der anskaffede sig solfangerne, er forbi. Den tekniske udvikling har langsomt gjort solfangerne væsentligt mere effektive. Samtidig betyder de stigende oliepriser, at det allerede i dag kan være en god forretning at investere i solfangerne.

Prisen for at få sig et nyt solvarmeanlæg til en villa afhænger af, om anlægget skal installeres i et nybygget eller et eksisterende hus. Det er billigere at få et anlæg i et nybygget hus, hvor man fra starten kan indbygge solfangerne. I et nybygget hus vil den samlede investering være ca. 16.000 kr. I et eksisterende hus vil den være ca. 28.000 kr. Med de nuværende oliepriser svarer det til, at investeringen har betalt sig selv hjem på henholdsvis 12 år og 20 år. Dette er gennemsnitspriser, beregnet af Dansk Solvarme Forening.

Siger man Velux, vil de fleste nok tænke på vinduer, men faktisk har den danske koncern siden 1999 opbygget en betydelig produktion af solfangerne. Det er blandt andet baggrunden for, at Velux deltager i et projekt på BYG•DTU. Forskningsprojektet, som også inddrager Metro

Therm A/S, handler om solvarmeanlæg til kombineret rumopvarmning og opvarmning af brugsvand. Det er finansieret af Nordisk Energiforskning.

”Vi satser på mindre anlæg, der kan passes arkitektonisk ind i villaer og boligblokke. På det marked er vi en af de største spillere på det europæiske marked,” siger lederen af Velux’ division for solenergi, Ole Pilgaard. Han er samtidig præsident for den europæiske brancheforening for leverandører af solenergi.

”På europæisk plan er markedet for solvarme i markant vækst og har været det siden starten af 2005. Det er naturligvis blandt andet de stigende oliepriser, som har gjort sig gældende, men også det, at man efterhånden er blevet væsentligt bedre til at indføre anlæggene i byggeriet på en æstetisk måde,” siger Ole Pilgaard og tilføjer et hjertesuk:

”Jeg kunne godt ønske mig, at danske håndværkere blev bedre til at udnytte de muligheder, der faktisk eksisterer i dag. Hvis bygherrerne fik anlæggene tilbudt, er jeg sikker på, at der ville blive solgt langt flere.” <



"Jeg er overbevist om, at vores teknologi vil vise sig konkurrencedygtig," siger professor Birgitte Ahring, som er Danmarks ukronede halmdrønning. Hun leder arbejdet med at starte en dansk produktion af bioethanol med halm som råvare.

# HALM BLI'R TIL BRÆNDSTOF

Verdens første pilotanlæg opføres på DTU

MORTEN ANDERSEN >

Med en kilopris omkring 50 øre er halm i dag tæt på at være værdiløst. Men et projekt på BioCentrum-DTU kan give det upåagtede materiale en langt mere glørværdig fremtid. Nemlig som råstof for fremstillingen af bioethanol, der kan bruges som brændstof i biler.

På verdensplan er der stor og stigende efterspørgsel efter bioethanol som brændstof, men i øjeblikket er der ingen produktion af bioethanol i Danmark.

Så længe man bruger traditionelle råvarer, vil det være svært for danske producenter at konkurrere med ek-

sempelvis brasiliansk bioethanol, der laves ud fra sukkerrør, eller den amerikanske, der laves ud fra majs.

"Jeg er overbevist om, at vores teknologi vil vise sig konkurrencedygtig," siger professor Birgitte Ahring, som leder projektet.

"Vores idé er, at vi får prisen ned ved at udnytte en særdeles billig råvare ved hjælp af en teknologi, hvor vi er førende på verdensplan. Samtidig sørger vi for, at råvaren udnyttes fuldt ud."

70 pct. af halm udgøres af cellulose (består af sukkerarten glukose, som har seks kulstofatomer) og hemi-cellulose (består af sukkerarter med fem kulstofatomer). DTU-forskerne har fundet en bakteriestamme, som Birgitte Ahring betegner som en "super bug", fordi den

## STATOIL VIL LAVE DANSK BIOETHANOL

er i stand til at udnytte alle sukkerarterne i halmen.

Samtidig arbejder de med at udnytte de 30 pct. af halmen, som ikke er sukker, bl.a. stoffet lignin, som er med til at holde sammen på sukkerarterne, så halmstrået kan stå oprejst. Det er f.eks. lykkedes at omdanne lignin til et fast produkt, der har en brændværdi på linje med kul. Samtidig har alle nedbrydningsprodukterne af lignin vist sig at være gode substrater for produktion af metan.

DTU-forskerne har i samarbejde med det norske firma Cambi udviklet en ny proces til forbehandling, som er baseret på vådoxidation.

### Enzymer

"Med denne proces er det nu muligt at opnå meget store udbytter, når det forbehandlede halm tilsættes enzymer," fortæller Birgitte Ahring.

I øjeblikket er der et pilotanlæg under opførelse på DTU med bevilninger fra Energistyrelsens forskningsprogram og fra de såkaldte PSO-midler (Public Service Obligation), som administreres af Energinet.dk. Anlægget får en kapacitet på 150 kilo halm om dagen.

"Senest i 2008 forventer vi at være klar med et egentligt demonstrationsanlæg, som kan producere bioethanol," siger Birgitte Ahring.

Det bliver et spin-off-firma fra DTU, BioGasol, som skal stå for denne udvikling. <

Der vil komme krav om tilsætning af biobrændsel til motorbrændstof, og dermed sandsynligvis en dansk produktion af bioethanol. Det mener Statoils danske informationschef Søren Bjelka:

"Så sent som i september 2005 var benzinprisen faktisk så højt oppe, at bioethanol var konkurrencedygtig. Vi mener, at det samfundsmæssigt set er fornuftigt at strække brugen af fossile brændsler ved at bruge bioethanol."

Sammen med EU har Statoil sponsoreret et forprojekt for etableringen af en produktion af bioethanol i Kalundborg. Her har man både knowhow på Statoils raffinaderi at trække på, udskibningsmuligheder samt et stort opland, hvor råvarerne kan dyrkes. I første omgang er det tanken at bruge vestsjællandsk hvede, som er uegnet til at bage brød af.

"I øjeblikket er bioethanol ikke helt økonomisk bæredygtigt, men det vil

den blive, hvis det lykkes at bruge halm og andre restprodukter som råvarer," siger Søren Bjelka.

"Desuden skal der være en tro på, at der vil være en langsigtet efterspørgsel. Ellers vil det ikke kunne betale sig at etablere en produktion i Danmark. Helst så vi jo, at den danske regering lempede afgifterne på biobrændsler."

Søren Bjelka henviser til, at et EU-direktiv har som mål, at biobrændsler skal udgøre mindst 5,75 pct. af de enkelte medlemslandes energiforsyning i transportsektoren allerede i 2010.

"Jeg ved godt, at målet kun er vejledende, men jeg tror ikke på, at den danske regering i længden kan bære at have en nul-målsætning som i dag. Direktivet forpligter jo landene til i det mindste at redegøre for, hvad de har gjort for at øge andelen af biobrændsler i sektoren. Her vil det efterhånden blive lidt pinligt at møde op og sige, at man ingenting har gjort." <



### KOM BIOETHANOL I TANKEN

Det er umiddelbart muligt at erstatte op til 15 pct. af en liter benzin med bioethanol. I Brasilien har man fremstillet biler, der kører på 100 pct. ethanol. Der er næsten ingen ende på perspektivet, hvis det lykkes at få økonomi i at producere bioethanol på basis af halm. På verdensplan produceres godt fire mia. ton plantemateriale om året i skov- og landbrug. I princippet vil dette materiale kunne udnyttes på samme måde som halm.

 YDERLIGERE OPLYSNINGER  
Professor Birgitte Ahring,  
bka@biocentrum.dtu.dk





# STOFFET DER ÅNDER BENZINEN I NAKKEN

Danske bilister kan godt forberede sig på at hælde DME og andre nye brændstoffer på tanken

MORTEN ANDERSEN >

Vi kan lige så godt lære at sige DME (for dimethylether) med det samme.

"Der er ingen tvivl om, at DME bliver et af fremtidens brændstoffer til biler, og den fremtid er ikke ret langt væk," siger Jesper Schramm, lektor på Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion (MEK). Han er også dansk repræsentant i samarbejdet om motorbrændstoffer i det internationale energiagentur IEA.

DME kan fremstilles ud fra naturgas. I sin tid var docent Spencer Sorenson fra MEK i samarbejde med Haldor Topsøe A/S først i verden til at offentliggøre en videnskabelig artikel om mulighederne i at bruge det som motorbrændstof. Idéen skyldtes Topsøes forskningstekniker Svend Erik Mikkelsen. Anekdoten, om dengang han fyldte DME på sin græsslåmaskine og til sin overraskelse så den virke glimrende, er en klassiker.

Siden har udlandet overtaget førertrøjen, hvad angår den praktiske udnyttelse af DME i stor skala.

"Man er især langt fremme i Asien, hvor der er mange tænkelige anvendelser af DME ud over til motorbrændstof. For eksempel er det udbredt at bruge flaskegas til madlavning. Her kunne DME være et alternativ," fortæller Jesper Schramm.

Adskillige undersøgelser har bekræftet, at DME har en markant højere virkningsgrad end benzin. Det skyldes, at DME kan bruges i dieselmotorer, som har en højere virkningsgrad end benzinmotorer. Samtidig indeholder DME ilt, hvilket gør forbrændingen renere.

Men på ét punkt har benzin og diesel en fordel. De smører også motoren. Som dagens motorer er udformet, kan man ikke bare hælde ren DME på dem. Det ville nærmest æde brændstofpumpen op.

Derfor koncentrerer en del af DTU's forskning sig om at forbedre DME's smøreegenskaber.

"Det er lidt besværligt, fordi DME

er en gas ved normalt tryk og temperatur, men det er lykkedes," siger Jesper Schramm, som kan notere sig stor international interesse for både de eksperimentale måleresultater og de teoretiske beregninger. Blandt andet har instituttet et tæt samarbejde med Volvo Powertrain Corporation, som satser stærkt på DME og deltager i et stort EU-projekt på området.

## Infrastruktur som autogas

Under forsøgene bruger MEK-forskerne enten en benzinmotor eller en dieselmotor.

"Ingen af dem er ideelle. I virkeligheden burde man udvikle en motor specielt til DME," mener Jesper Schramm.

En anden vej at gå er at blande DME med metanol (træsprit). Det vil formentligt betyde, at man kan udnytte blandingen i en såkaldt HCCI-motor (Homogeneous Charge Combustion Ignition), der er en mellemting mellem en benzin- og en dieselmotor. Samtidig behøver det ikke at gøre brændstoffet dyrere, næsten tværtimod:

DTU's DME-drevne studenterbil kørte 583 km på literen ved Shell Eco-Marathon i 2004.





## DIMETHYLETHER

Der er flere forskellige måder at lave DME. De to vigtigste i dag er ud fra naturgas og ud fra forgasning af kul, men på sigt vil det også være muligt at bruge biomasse som råstof. Dermed er der masser af råvarer til at lave DME – som i øvrigt kan laves til en pris, der er konkurrencedygtig med benzin, blandt andet ved brug af teknologi fra Haldor Topsøe A/S.

Med teknologi fra Haldor Topsøe A/S er det muligt at omdanne naturgas til en blanding af DME og metanol. Man kan endda få stort set det blandingsforhold, man ønsker.

Endelig kunne det være en mulighed at lave en hybridbil, som efter omstændighederne drives skiftevis af en DME-motor og en elmotor med tilhørende batteri.

Der er stadig forskning og udvikling at udføre, men Jesper Schramm er meget optimistisk på det flygtige brændstofs vegne:

"Jeg ved godt, at nogle snakker om at gå direkte til brintsamfundet og hoppe mellemlid som for eksempel DME over. Men som situationen er i dag, er der jo ingen, som har en økonomisk konkurrencedygtig måde at producere brint på. Derimod er der masser af naturgas til stede. DME'en er her allerede, og det ser ud til, at DME kan håndteres som LPG (Liquefied Petroleum Gas – flydende gas, også kaldet flaskegas eller autogas, når den bruges i biler, red.) Derfor er det realistisk at tro, at anvendelsen af DME i større skala kan fremmes via den eksisterende infrastruktur for LPG." <

## YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Jesper Schramm,  
js@mek.dtu.dk

## STOR DANSK ORDRE PÅ DME-ANLÆG

Haldor Topsøe A/S skal bygge anlæg, der tredobler verdens produktion af spændende nyt motorbrændstof

MORTEN ANDERSEN >

Den danske virksomhed Haldor Topsøe har vundet kontrakten på et anlæg, der skal producere 800.000 tons af stoffet DME (dimethylether) årligt. Anlægget, der skal ligge i Iran, vil tredoble verdens nuværende produktion af stoffet.

"I første omgang tror vi, at DME'en fra anlægget vil blive brugt som erstatning for LPG (Liquefied Petroleum Gas – flydende gas, også kaldet flaskegas, red.) til husholdninger i lande som Indien, Kina og Iran. Derefter kommer markedet for gasturbiner, hvor blandt andet Japan er langt fremme. Endelig kommer bilerne, hvor blandt andre Volvo ser positivt på anvendelsen af DME," siger direktør Jens Rostrup-Nielsen, Haldor Topsøe A/S.

I samarbejde med DTU har Topsøe længe forsket i at bruge DME som motorbrændstof. Trods de lovende resultater er det som bekendt endnu ikke muligt at køre på DME.

"Det store problem er, at DME til biler kræver en ny infrastruktur i form af tanke og lagerfaciliteter. Det næste problem er ligesom med hønen og ægget," siger Jens Rostrup-Nielsen med henvisning til, at ingen vil købe en DME-bil, så længe der ikke sælges brændstof til den på tankstationerne, samtidig med at tankstationerne vil tøve med at udbyde et brændstof, som ingen biler kan udnytte.

"For at komme over den barriere skal DME være billigt. Det kan det kun blive, når det bliver produceret i store mængder. Da DME nemt kan erstatte flaskegas i husholdningerne i mange lande, er det nok måden at skaffe et tilstrækkeligt volumen til at få prisen ned. Det vil derefter gøre andre anvendelser, for eksempel til biler, interessante," tilføjer forskningschefen.

DME kan fremstilles på flere forskellige måder. Topsøes proces er særlig velegnet til at omdanne kulgas til DME. <



"I første omgang tror vi, at DME'en fra anlægget vil blive brugt som erstatning for LPG ( flaskegas, red.) til husholdningerne i lande som Indien, Kina og Iran," siger direktør Jens Rostrup-Nielsen, Haldor Topsøe A/S.

# GOD IDÉ FIK FLYVENDE START

Opfindelsen af brintpillen har givet lange arbejdsdage, masser af oplevelser, egen virksomhed og stor omtale til fem forskere. Nu udvider de forretningen

PETER HOFFMANN >

At en virksomhed i løbet af sit første leveår får verdensomspændende omtale i medierne, er ikke hverdagskost. Men da DTU-forskerne bag Amminex opfandt brintpillen og dermed skabte en af forudsætningerne for brint som drivkraft i samfundet, vakte opfindelsen så stor genklang i verdenspressen, at folkene bag stadig ikke helt kan forstå virakken.

Firmaet er grundlagt af fem forskere på DTU. En af dem, professor Claus H. Christensen fra Kemisk Institut, fortæller her om at starte en virksomhed, som på under et år gik fra at være nærmest hemmelig til at være verdenskendt som "dem med brintpillen".

## Holdpræstation

"Det har været en holdpræstation at få det op at køre," siger Claus H. Christensen, der understreger, at alle fem har været afgørende i udviklingen af brintpillen.

Ud over professor Claus H. Christensen har professor Jens K. Nørskov og lektor Ulrich Quaade fra Institut for Fysik, civilingeniør Rasmus Zink Sørensen fra Kemisk Institut og lektor Tue Johannessen fra Institut for Kemiteknik arbejdet hårdt på at udvikle teknologien.

Ideen til virksomheden kom i foråret 2004, da de fem forskere var begyndt at arbejde med teknologien bag brintpillen.

"Vi ansøgte om flere patenter, og så brugte vi nogle måneder på at finde ud af, om vi overhovedet ville starte virksomhed selv. For vi vidste, at det ville blive en stor opgave," siger Claus H. Christensen.

Men undervejs talte de med DTU Innovation (der nu indgår i Seed Capital Denmark), som hjælper iværksættere og forskere med at opbygge nye virksomheder.

"De var lige så begejstrede for ideen som os, så det begyndte at gå op for os, hvor godt vores koncept var," husker Claus H. Christensen.

Hen over sommeren fik de en såkaldt nyhedsundersøgelse fra Patent- og Varemærkestyrelsen, som indikerede, at deres idé rent faktisk var ny, og at de højst sandsynligt ville få de vigtigste af de patenter, de havde søgt om.

"Vi begyndte at snakke seriøst med Seed Capital Denmark og DTU og fik aftaler om økonomisk støtte til en virksomhed. Vi skulle komme med vores viden og knowhow, Seed Capital Denmark kom med økonomisk støtte, og DTU indskød patenterne i virksomheden. Så vi blev tre partnere i Amminex A/S," siger Claus H. Christensen. >>

Professor Claus H. Christensen er begejstret for at have været med i processen omkring Amminex. Han er så innovativ, at han straks øjnede muligheden for at lege med fotografens refleksskærme, da han skulle fotograferes til DYNAMO.





## BRINTSAMFUNDET



En vision for fremtiden er et samfund, hvor brint erstatter de fossile brændstoffer. Brint kan effektivt laves om til elektricitet, og processen forurener ikke. Spildproduktet er nemlig kun rent vand og varme.

Opfindelsen af brintpillen er en mulig løsning på et problem, som forskere har kæmpet med i 20 år – at opfinde et praktisk, sikkert og billigt brintlager.

Dette brintlager, der ikke fylder for meget, og som samtidig kan transporteres til verdens fjerneste egne og opbevares sikkert, er ikke en energikilde i sig selv, men et lager til opbevaring af brint i fast form.

Et sådant lager er en vigtig forudsætning for det såkaldte brintsamfund, hvor brint er den nye energibærer, vi får brug for, når de fossile brændstoffer som olie og kul om en overskuelig årrække svinder ind.

Brint kan fremstilles fra alle primære energikilder, f.eks. kul, olie, sol, vind, atomkraft. Den kan lagres i ammoniak, som kan gemmes i fast form i brintpillen. Energien herfra kan frigøres og udnyttes i brændselsceller.

>> Inden de kunne starte virksomhed, måtte de oprette et holdingselskab, som de hver skød 25.000 kr. i.

”Vi skulle også blive enige med DTU og Seed Capital Denmark om fordeling af ejerforholdene i Amminex A/S. Det handlede om at lave en for alle parter rimelig aftale, hvor mange hensyn skulle tilgodeses.”

I maj 2005 var alle aftaler på plads, og Amminex A/S blev stiftet.

”Vi var utrolig tilfredse med resultatet af forhandlingerne. DTU var god til at hjælpe os undervejs, og vi fik blandt andet stillet revisorer til rådighed,” siger han.

**Fuld fart frem**

Det lykkedes Amminex at holde på hemmeligheden om brintpillen helt frem til 7. september 2005, hvor pil-

len blev vist frem. Det satte gang i en verdensomspændende medie-opmærksomhed, der kom helt og aldeles bag på de fem forskere.

”Vi fik megen omtale, og det har betydet, at det væltede ind med henvendelser fra investorer. Både meget seriøse og den noget mere brogede af slagsen,” siger Claus H. Christensen.

Omtalen har betydet, at Amminex ikke har behøvet at banke på dørene, men har kunnet vælge de bedst mulige partnere blandt danske og udenlandske virksomheder.

Ud over de mulige investorer, hvis identiteter i sagens natur endnu er hemmelige, har også Højteknologifonden et godt øje til brintpillen.

Da fonden for nylig uddelte penge for at fremme udvikling af ny teknologi, fik Amminex sammen med Nano•DTU, Topsoe Fuel Cell A/S og Risø tilsagn om 30 mio. kr., der over tre år blandt andet skal bruges til at videreudvikle brintpillen.

**Ny idé til renere miljø**

Samtidig med at virksomhedens mest kendte produkt har vind i sejlene, har de fem forskere fået en ny idé til at udnytte deres teknologi.

Idéen går ud på at lave et system, der kan fjerne kvælstofoxider fra udstødningen på dieslbiler. Disse kvælstofoxider er giftige, men kan kemisk nedbrydes til luft og vand, hvis de tilsættes ammoniak.

Regeringen har netop besluttet, at der i nær fremtid skal monteres den slags filtre på alle nye dieslbiler i Danmark.

”Hvis vi skal slå igennem på det marked, er det nødvendigt, at vi bliver flere til at løfte opgaven. Her er konkurrenterne virksomheder med

flere tusinde ansatte, som har arbejdet på det her i årevis.

Så i den forbindelse er det også vigtigt for os at få en samarbejdspartner på plads i løbet af foråret,” siger Claus H. Christensen.

**Oplevelser og arbejdsglæde**

Selv om 2005 blev et noget turbulent år for Amminex, er professor Claus H. Christensen begejstret for at have været med i processen.

”Det har været fænomenalt. Vores forskning er publiceret i de bedste tidsskrifter, og forskningen er samtidig blevet til en forretning for os.”

”Vi har virkelig fået oplevelser ud af det her, der langt overstiger de økonomiske midler, vi skubbede i det,” fortæller han, mens begejstringen lyser ud af øjnene.

Han indrømmer dog gerne, at tidsforbruget af og til når op i det røde felt. Især når man har et professorat at passe samtidig.

**Det hjælper med netværk**

Hvilket råd vil du give andre, der skal til at være iværksættere?

”Få råd af folk, der ved, hvad de taler om. Kom med i et netværk. Hvis det er på DTU, er der helt sikkert nogle på institutterne, der kan hjælpe. Der er utrolig meget erfaring samlet på DTU. For eksempel hos andre iværksættere og hos Seed Capital Denmark, og så har vi også fået uendelig mange råd fra Afdelingen for Forskning og Innovation,” siger Claus H. Christensen. <

 YDERLIGERE OPLYSNINGER

Professor Claus Hviid Christensen,  
chc@kemi.dtu.dk



FOTO: LARS RANER

Der er mange holdninger til, hvilken arbejdsform der er bedst for ingeniørstuderende.

# PÆDAGOGIK I FOKUS

DTU intensiverer arbejdet med pædagogik i ingeniøruddannelserne

TINE KORTENBACH >

Der er mange myter om undervisning af ingeniørstuderende. Og mange holdninger til, hvad der er bedst: Forelæsninger, gruppearbejde og projektarbejde er nogle af de begreber, der hvivler rundt i debatten.

DTU intensiverer det videnskabelige arbejde inden for anvendt pædagogik med det formål at få mere sikker viden om disse spørgsmål.

"Det er ikke bare snak og varm luft," forsikrer uddannelsesdekan Helge Elbrønd Jensen, der forventer at oprettelsen af LearningLab DTU med 6 ansatte og andre tiltag kan være med til at forny ingeniøruddannelserne.

"Vi bruger faktisk mange ressourcer på dette område. Den enhed, der beskæftiger sig med pædagogik og didaktik, må ikke være løstrevet fra resten af universitetet. Det er med andre ord essentielt at involvere professorer, lektorer, docenter – alle dem, der underviser. Ellers har arbejdet ingen virkning i praksis."

På LearningLab har DTU's undervisere mulighed for at gennemføre

projekter i samarbejde med Danmarks Pædagogiske Universitet og LearningLabs egne konsulenter.

"På længere sigt ser vi gerne, at en større del af vore ansatte deltager i forskning og udvikling i pædagogik inden for det ingeniørvidenskabelige område. Det skal ikke bare ende med en rapport, men skulle gerne føre til, at de kan gå ud i verden og fortælle om resultaterne i tidsskrifter, på konferencer osv."

## Konkret projekt

Et af midlerne er de såkaldte frikøbsprojekter, hvor lærere fra institutterne opholder sig på LearningLab DTU i et semester, mens de udfører et konkret projekt af pædagogisk og didaktisk indhold.

Der gennemføres omkring fem projekter om året. Et af dem handler om fjernundervisning, et andet om brug af EDB i undervisningen.

Et tredje projekt handler om CDIO-konceptet (Conceive, Design, Implement, Operate), der udspringer af et

samarbejde mellem bl.a. Massachusetts Institute of Technology, Chalmers og KTH i Sverige samt Queens i Belfast. Det handler kort sagt om et omfattende sæt af værktøjer, der i forbindelse med uddannelsesplanlægning og undervisning kan anvendes til at sikre, at ønskede kompetencer opnås på alle uddannelseselementer og på alle niveau'er.

Der er også et frikøbsprojekt, der beskæftiger sig med en konkret bachelor-linje: Projektet skal give forskellige bud på alternative måder at bygge studiet op på. Desuden skal det belyse begrundelser for og konsekvenser af de diskuterende ændringer.

"Vi starter forskningsaktiviteter inden for dette felt, men processen kan kun virke, hvis det bliver en naturlig ting at beskæftige sig med disse emner," fortsætter Helge Elbrønd Jensen.

"Vi har indgået en generel aftale med Danmarks Pædagogiske Universitet, som besidder ekspertisen inden for fagene pædagogik og didaktik. Vores ambition er at sætte disse fag i relation til ingeniøruddannelsen." <



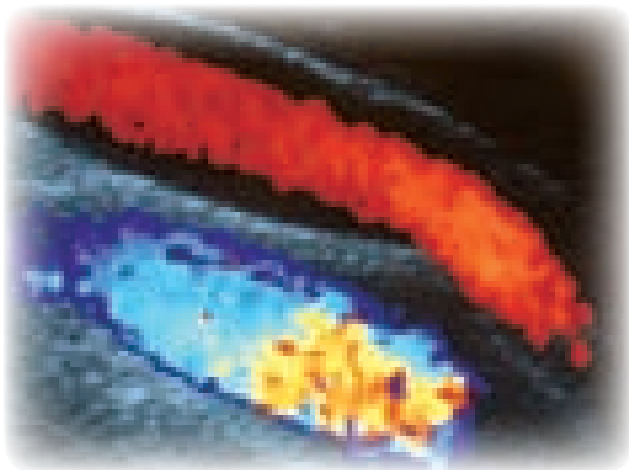
# SCANNERE GIVER GENLYD I MARKEDET

Forsknings- og uddannelses-samarbejde om medicoteknik

MICHAEL STRANGHOLT >

Danmark har verdens største eksport inden for medicobranchen, målt pr. medarbejder. Med en omsætning på over 1,1 mio. kr. pr. medarbejder er vi de mest effektive, når det gælder om at udvikle og producere udstyr til sundhedspleje. Denne position er opnået ved fokuseret innovation. Firmaet B-K Medical A/S er et af eksemplerne.

Sammen med forskere på DTU har firmaet været i stand til at levere nyskabelser til hospitalsverdenen i form af ultralydsscannere gennem mange år.



Sådan ser et billede i 2D ud på ultralydsscanneren fra B-K Medical. Her er det Michael Jørgensen, der lægger hals og blodårer til.

Scanneren kan udstyres med en række forskellige måleinstrumenter, der så at sige er lægens værktøjskasse. Ligesom hos tandlægen, hvor forskellige bore- og slibehoveder kan kobles til apparaturet, kan der kobles forskellige stykker værktøj på scanneren.

## Se blodkarrene under operation

Professor, dr. med. Liselotte Højgaard fra Klinisk Fysiologisk og Nuklear-medicinsk Klinik på Rigshospitalet er begejstret. "Noget af det vigtigste inden for scanning er at få tilgang til de rigtige værktøjer, så kirurgen f.eks. med ultralyd kan se blodkarrene under operation og derved undgå blødninger. Her er B-K Medical meget innovative med deres udstrakte samarbejde med brugerne, hvor både de medicinske og ingeniørtekniske forhold indgår," forklarer Liselotte Højgaard.

Michael Jørgensen, der er forsknings- og teknologidirektør i B-K Medical, tilføjer: "Med den ekstra viden, som vi får ud af samarbejdet om ultralydsscanneren, sikrer vi os at være førende inden for vores niche på verdensmarkedet."

B-K Medical bruger mellem to og tre pct. af virksomhedens overskud på

at investere i Center for Fast Ultrasound Imaging (CFU), ledet af professor, dr.techn. Jørgen Arendt Jensen.

Jørgen Arendt Jensen er professor på DTU og adjungeret professor i medicinsk teknologi ved Københavns Universitet med speciale i ultralyd. Han har blandt andet medvirket til at udvikle en patenteret metode til præcist at måle blodets hastighed og retning i kroppen med ultralyd. Normale ultralydsscannere kan kun måle hastigheden i én retning, hvorimod den nye metode kan måle blodets hastighed i alle retninger og fremvise en video af blodets strømning til lægen.

Metoden gør det væsentligt lettere at måle blodhastigheden korrekt, og hans forskergruppe har vist, at blodet ikke kun strømmer i en retning, men i visse tilfælde hvirvler rundt, bl.a. i forsyningen af hjernen. Dette er meget væsentligt for en klinisk bedømmelse af sundhedstilstanden i blodkarrene, og metoden er nu ved at blive undersøgt klinisk i samarbejde med Rigshospitalet.

I centret udforskes de nye principper ved hjælp af forskningsscanner udviklet af CFU og nogle af Danmarks hurtigste computere. Oftest genereres, på få sekunder, data svarende til flere timers video, og ultralydssignalerne behandles i supercomputerne, indtil resultaterne er klar til klinisk brug i serieproducerede scannere.

## Medicoingeniører

Jørgen Arendt Jensen er også en af hovedkræfterne bag den succesfulde ingeniøruddannelse Medicin og Teknologi, som DTU og Københavns Universitet udbyder i fællesskab.

"Jørgen Arendt Jensen gjort en unik indsats for at skabe en uddan-



Lægen, ingeniøren og forretningsmanden. Fra venstre Liselotte Højgaard, Jørgen Arendt Jensen og Michael Jørgensen.

nelse, der kombinerer det bedste inden for medicoteknik fra de to universiteter. Både inden for forskning og uddannelse tilhører Jørgen Arendt Jensen den internationale elite på sit felt," siger professor, dr.med. Liselotte Højgaard fra Rigshospitalet. Hun står for den kliniske del af uddannelsen i Medicin og Teknologi.

Ifølge Liselotte Højgaard er den fælles indskrivning af studerende på Københavns Universitet og DTU et bidrag til at skabe en følelse af at høre til i både lægernes og ingeniørernes verden.

"De studerende får kompetencer og værdier fra begge verdner. Hos lægerne er patienten i fokus, mens ingeniøren har udviklingen af for eksempel udstyr og den proces på rygraden. Det handler om at skabe et

fælles åndeligt tilhørsforhold," siger Liselotte Højgaard.

Uddannelsen er udviklet sammen med industrien, og Jørgen Arendt Jensen kan mærke, at industrien gerne vil være med til at præge uddannelsen, og at behovet for medicoingeniører er til stede.

"Det er i høj grad den virkelige verden, der præger studierne. Da vi bad om forslag til midtvejsprojekter blandt danske virksomheder, skulle vi bruge 16 opgaver, som virksomhederne ønskede udført. Vi fik 45 forslag ind ad døren fra virksomheder og hospitaler," fortæller Jørgen Arendt Jensen.

Kombinationsuddannelsen er ifølge Michael Jørgensen lige, hvad et firma som B-K Medical efterspørger.

"Det er kanogodt tænkt. I Dan-

mark kan vi godt lave apparater, som sundhedssektoren efterspørger, men det kan én milliard kinesere også. Uddannelsen i Medicin og Teknologi befinder sig lige i det innovative minefelt, hvor idéerne, som vi skal leve af, opstår," mener Michael Jørgensen. <

#### **!** B-K MEDICAL A/S

Firmaet udvikler, fremstiller og sælger maskiner til løsninger inden for urologi, kirurgisk ultralyd og sterilisation. Gennem otte salgsselskaber over hele kloden omsatte virksomheden i 2004 for mere end 400 mio. kr. og havde ca. 400 ansatte. B-K Medical har hovedkvarter i Herlev.

## DTU får verdens kraftigste mikroskop

Med en gave på næsten 100 mio. kr. fra "A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene Formaal" vil DTU i samarbejde med verdens førende leverandør af mikroskoper udvikle et såkaldt Environmental Transmission Electron Microscope, der er fem gange kraftigere end tilsvarende forskningsmikroskoper i dag.

Gaven er den største private forskningsdonation i Danmark nogen sinde. Ifølge rektor Lars Pallesen vil gaven give Danmark helt enestående faciliteter til forskning i nanoteknologi.

"Det er formentlig ikke nogen overdrivelse, at vi får udstyr, der gør Danmark til centrum for nanoforskning på allerhøjeste niveau. Dette initiativ giver os forudsætningerne for at drive forskning på eliteniveau, og det vil både tiltrække forskere og rumme spændende erhvervmæssige perspektiver for Danmark."

Fondens formand, skibsreder Mærsk Mc-Kinney Møller, motiverer donationen med, at fonden gerne vil bidrage til dansk forskning i nanoteknologi.

"Vi ser store muligheder på dette felt, både for unge mennesker og for fremsynede virksomheder. Det har ligget os og mig personligt på sinde, at Danmarks Tekniske Universitet som eliteinstitution burde have faciliteter på dette område. Det kan forhåbentlig gøre Danmark førende i den videre teknologiske udvikling," siger Mærsk Mc-Kinney Møller.

Forskerne på DTU er begejstrede for gaven. De 180 nanoforskere og 50 virksomheder, der samarbejder på Nano•DTU, får ganske enkelt det mest avancerede mikroskop i verden til deres rådighed.

"Med det nyudviklede mikroskop vil vi kunne se detaljer på atomart niveau i 3D. Vi kan forstørre så kraftigt, at bredden på et menneskehår fylder en fodboldbane. Der vil blive tale om et kæmpe skridt fremad inden for f.eks. materialeforskning, hvor man vil kunne se, hvad der sker med de enkelte atomer, når vi ændrer på stoffer og giver dem nye egenskaber. Vi regner med at komme til at se opløsninger på 0,07 nanometer, eller det samme som halvdelen af et kulstofatom," siger professor Ib Chorkendorff.

Ud over selve supermikroskopet komplementeres gaven fra fonden af yderligere tre meget avancerede mikroskoper, to uddannelsesmikroskoper samt en bygning, der kan beskytte de følsomme apparater mod vibrationer, temperatursvingninger og elektrisk støj. Det nye Center for Electron Nanoscopy forventes at stå færdigt i 2007. <

### Nyt center for energi-teknologi

Energi•DTU er et nyt tværfagligt center, der skal synliggøre DTU's fremtrædende rolle inden for dansk energiforskning. Det skal virke som en dynamo for det tværfaglige samarbejde og være katalysator for samarbejdet med dansk industri.

Med centret oprettes en internet-portal, [www.energi.dtu.dk](http://www.energi.dtu.dk), så det bliver nemt for virksomheder at søge informationer om energiforskningen på DTU. Energi•DTU vil omfatte flere end 100 forskere og ledes af professor Henrik Carlsen, MEK, [hc@mek.dtu.dk](mailto:hc@mek.dtu.dk) <

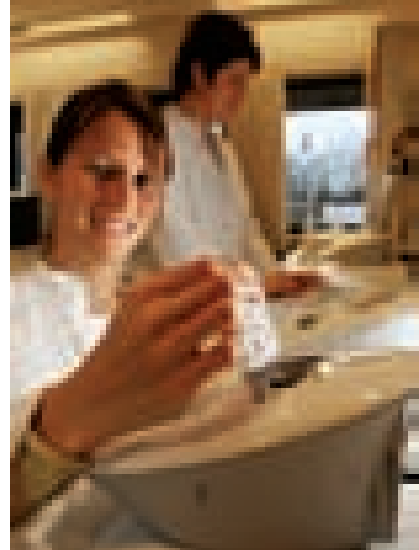


FOTO CARSTEN BRODER HANSEN

En enkelt bloddråbe placeres i engangskassetten og få minutter senere ses analyseresultatet for fem parametre på displayet.

## Produktpris til medicinsk miniaturreapparat

Den lille medicoteknologiske virksomhed Chempaq har netop modtaget ugebladet Ingeniørens pris for bedste innovation i 2005 for sin XBC (eXpress Blood Counter), verdens første miniaturreapparat til leukocytælling og hæmoglobinmåling.

Dommerne i Ingeniørens priskomité udtalte blandt andet: "Højteknologi pakket ind, formindsket og gjort billigt. Med produkter som dette kan vi konkurrere med kineserne. Chempaq er et fantastisk eksempel på et opstarts firma, som er nået langt på kort tid."

Forskningschef Björn Ekberg fortæller: "Der findes ikke sammenligneligt udstyr på markedet. Der er selvfølgelig store blodanalyseapparater i handlen, men de er langsomme, betjeningen kræver specialuddannelse, og de koster over 100.000 kr. XBC'en koster blot 25.000 kr., er lille og nem at betjene."

XBC'en har fået et usædvanlig hurtigt gennembrud på det attraktive amerikanske marked takket være DTU's statistiske konsulenttjeneste, der har hjulpet med den omfangsrige statistiske dokumentation.

Chempaq blev etableret af civilingeniør og ph.d. Ulrik D. Larsen i 1999 som et spin-off fra MIC-instituttet på DTU. < *cbh*

## Da pulverkaffen blev født

I dag produceres pulverkaffe stadig efter en metode, som Johan Ernst Nyrop opfandt i begyndelsen af århundredet

JAN TAPDRUP >

Danskeren Johan Ernst Nyrop er en relativ ukendt, men betydningsfuld ingeniør. Som teenager eksperimenterede han med både at sende telegrafsignaler, radio og flyvning. Senere kom han til at stå bag talrige opfindelser og skrev artikler om så forskellige emner som atomteori og mund- og klovtsyge.

Spraytørring kom dog til at betyde mest. Princippet om at forstøve en væske for at opnå tørring, så man ender med et pulver, blev patenteret af Samuel R. Percy i USA i 1872. Percy brød med den vante forestilling om, at man skulle opvarme produktet og føre det forbi en tør luftstrøm. Han opvarmede i stedet den tørre luft. Tørringen kom herved til at foregå ved lav temperatur, og risikoen for at ødelægge varmefølsomme forbindelser blev derved reduceret betydeligt. Percy's metode bestod i at presse væsken gennem små huller i et vandret tørrekammer, hvor det blev mødt af varmt tørreluft. Dette frembragte dog dråber af varierende størrelser. Små dråber, der blev tørret først, risikerede at få for høj temperatur og derved blive beskadiget.

Nyrop forbedrede denne metode drastisk. Han indledte sine egne eksperimenter med tørring af gummi, tran, mælk og maltekstrakt i 1920, tre år efter endt uddannelse som fabriksingeniør (kemiingeniør) fra Polyteknisk Læreanstalt. Senere tørrede han også hestespyt, der indeholder enzymet incitamin.

Nyrops første patent blev udtaget i 1923. Først i 1926 fik Niro-systemet sin endelige form med mølleforstøver,



Først i 1926 fik Niro-systemet sin endelige form med en mølleforstøver.

et cylinderformet kammer og en kegleformet varmetilfører. Nyrops konstruktion til spraytørring var markedets bedste.

Det centrale i Nyrops opfindelse var en centrifugal forstøver. Allerede som studerende havde Nyrop arbejdet med centrifugalkraften som assistent for professor H.L. Hannover (direktør for Polyteknisk Læreanstalt 1912-22). Hannover interesserede sig for porøse metaller og havde patenteret en proces, hvor en legerings lettere smeltelige bestanddele kunne centrifugeres ud af metalgitteret, efterladende små huller. Nyrop overførte idéen med at centrifugere varme bestanddele til at forstøve mælk vha. centrifugalkraften. Dette var ikke lige til, men det var Nyrops systematiske forskning, der bragte ham i front.

I 1933 startede Nyrop "A/S Niro Atomizer" på grundlag af nye patenter.

Ved 50 års jubilæet i 1983 havde virksomheden 34 selskaber med 2.000 medarbejdere og en omsætning på omkring 2 mia. kr. Niro Inc. er i dag, som del af GEA Group, en del af en verdensomspændende virksomhedsgruppe med omkring 17.000 ansatte. <

*Læs mere om Nyrops op- og nedture i "Initiativets Pris.*

*En bog om forskeren, ingeniøren og opfinderen*

*Johan Ernst Nyrop". Udgivet af A/S Niro Atomizer i*

*anledningen af selskabets 50 års jubilæum (Kbh, 1983).*

# DET SKER PÅ DTU



TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
2. marts, Sportshallen, kl. 12-18	<b>Åbent Hus</b> DTU holder Åbent Hus for alle, der overvejer en uddannelse på DTU	DTU	<a href="http://www.dtu.dk">www.dtu.dk</a>
7.-8. marts, Søhuset, DTU-Scion, Hørsholm	<b>Konference om callcentre</b> Telefonisk kundeservice er ved at blive et af videnssamfundets vigtigste værktøjer til at yde service til kunder og borgere. Et treårigt projekt om arbejdet i callcentre er netop afsluttet i Nykredit, Danske Bank og TDC.	Institut for Produktion og Ledelse	Lektor Niels Møller, <a href="mailto:nm@ipl.dtu.dk">nm@ipl.dtu.dk</a>
7. marts	<b>Vi skal leve af...</b> en strategisk tilgang til sourcing En workshop om udviklingssamarbejde med eksterne partnere.	Center for innovation i produktudvikling	Ulrik Jørgensen, <a href="mailto:uj@ipl.dtu.dk">uj@ipl.dtu.dk</a> <a href="http://www.cipu.dk">www.cipu.dk</a>
9. marts, Bygning 421, kl. 9-17	<b>Seminar</b> "Towards World-Class Service and Services" med professor Robert Johnston fra Warwick Business School	Center for Technology, Economics and Management	<a href="http://www.tem.dtu.dk/">www.tem.dtu.dk/</a> johnston
6. april, Bygning 421, kl. 9-17	<b>Seminar</b> "Innovating the strategic management process" med professor Marcus Alexander fra London Business School	Center for Technology, Economics and Management	<a href="http://www.tem.dtu.dk/">www.tem.dtu.dk/</a> alexander
18. maj, Bygning 421, kl. 9-17	<b>Seminar</b> "How to Design the Customer-Centric Organization" med Amy Kates fra Downey Kates Associates	Center for Technology, Economics and Management	<a href="http://www.tem.dtu.dk/">www.tem.dtu.dk/</a> kates
21. -25. maj	<b>Konference</b> IUTAM Symposium on "Plasticity at the micron scale"	Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion	Viggo Tvergaard, <a href="mailto:viggo@mek.dtu.dk">viggo@mek.dtu.dk</a> <a href="http://www.mek.dtu.dk">www.mek.dtu.dk</a>
31. maj	<b>Industrial Visionday</b>	Informatik og Matematisk Modellering	Jens Michael Carstensen, <a href="mailto:jmc@imm.dtu.dk">jmc@imm.dtu.dk</a> <a href="http://www.visionday.dk">www.visionday.dk</a>
1. juni	<b>Medical Visionday</b>	Informatik og Matematisk Modellering	Rasmus Larsen, <a href="mailto:rl@imm.dtu.dk">rl@imm.dtu.dk</a> <a href="http://www.visionday.dk">www.visionday.dk</a>
2. juni	<b>Graphical Visionday</b>	Informatik og Matematisk Modellering	Jacob Andreas Bærentzen, <a href="mailto:jab@imm.dtu.dk">jab@imm.dtu.dk</a> <a href="http://www.visionday.dk">www.visionday.dk</a>

## DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

DTU's ledelse består af en bestyrelse og en rektor. Bestyrelsen er øverste ledelsesniveau, og den daglige drift varetages af rektor, der leder direktionen. Denne består desuden af prorektor, universitetsdirektøren, de to uddannelsesdekaner og forskningsdekanen. Hvert af DTU's institutter ledes af en institutleder eller centerdirektør, som sammen med direktionen indgår i DTU's lederkreds.

### DTU'S DIREKTION



Lars Pallesen  
Rektor

Knut Conradsen  
Prorektor

Gunnar Mohr  
Dekan (diploming. udd.)

Jørgen Honoré  
Universitetsdirektor

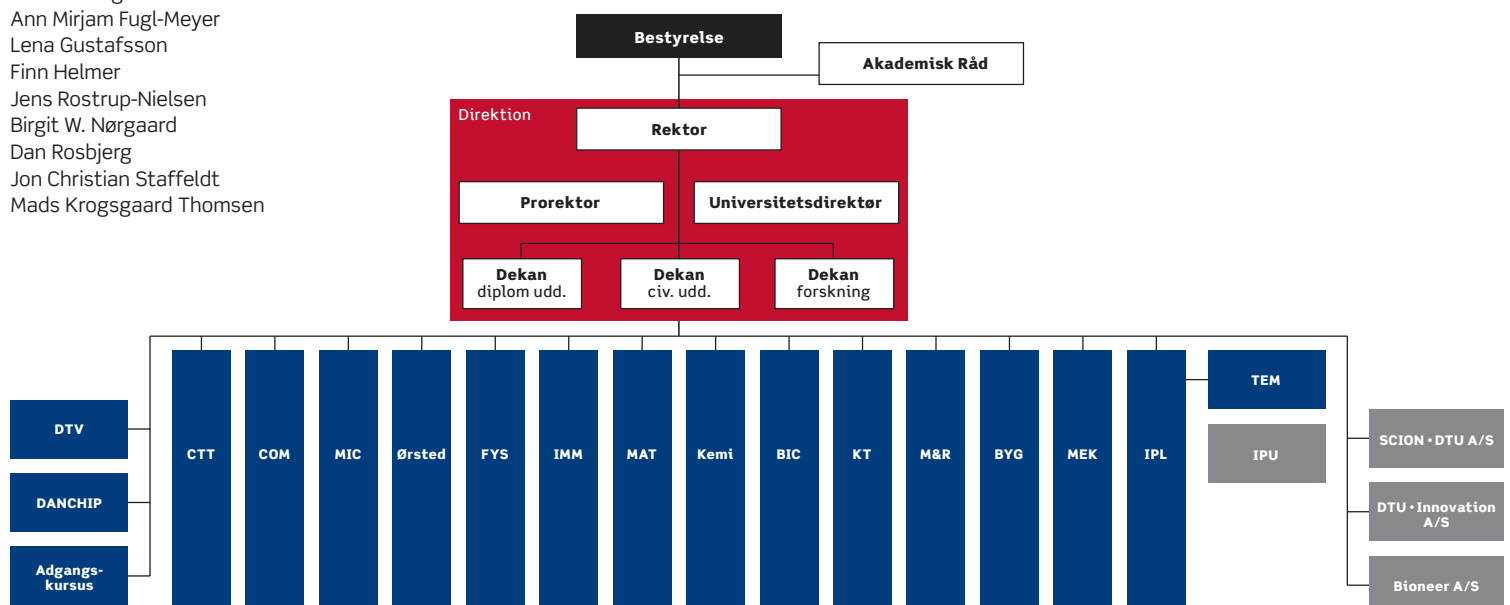
Helge Elbrønd Jensen  
Dekan (civiling. udd.)

Kristian Stubkjær  
Dekan (forskning)

### DTU'S BESTYRELSE

Mogens Bundgaard-Nielsen (*formand*)  
Merete Bolgann  
Ann Mirjam Fugl-Meyer  
Lena Gustafsson  
Finn Helmer  
Jens Rostrup-Nielsen  
Birgit W. Nørgaard  
Dan Rosbjerg  
Jon Christian Staffeldt  
Mads Krogsgaard Thomsen

### DTU'S ORGANISATION





## INSTITUTTER

### BIC · BIOCENTRUM·DTU

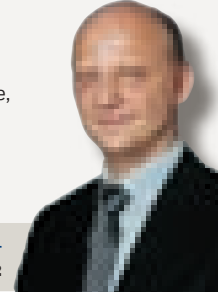
Biobrændstoffer: energi fra biomasse ·  
Fødevareproduktion, -bioteknologi, -kvalitet og  
-sikkerhed · Industriel bioteknologi: cellen som  
kemisk fabrik · Bioinformatik og systembiologi,  
herunder nutrigenomics og immunologi ·  
Udvikling af nye lægemidler mod infektionssygdomme



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

### DANCHIP

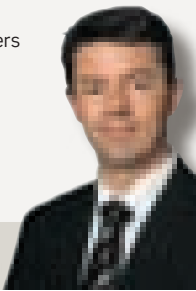
Offentligt, nationalt laboratorium inden  
for mikro- og nanoteknologi med adgang for  
både akademiske og industrielle brugere ·  
Aktiviteter er rettet mod både forskning, uddannelse,  
udvikling og produktion, ligesom der er vægt  
på innovation og teknologioverførsel.



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

### BYG·DTU

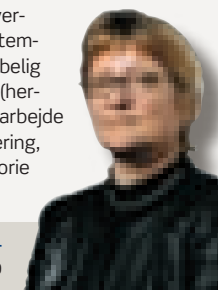
Bygningsprojektering · Design af konstruktioner i bl.a.  
beton, stål, træ, glas og tegl · Bærende konstruktioners  
virkemåde, laster og pålidelighed · Byggematerialer ·  
Geoteknik og ingeniørgeologi · Brandteknik ·  
Bygningsinstallationer og bygningsfysik ·  
Byggeriets ressourcebelastning, varmeisolering,  
solvarme · Byggeproduktion og -ledelse ·  
Facilities Management · Arktisk teknologi.



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

### DTV · DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER

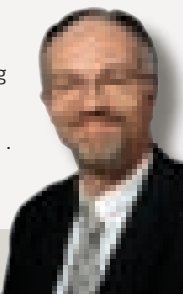
Informations- og forskningsformidling, herunder Univer-  
sitetsbiblioteket samt Lærings- og studiemiljø · System-  
udvikling (udvikling og drift af systemer for videnskabelig  
information), didaktik og pædagogik for undervisere (her-  
under anvendelse af it i undervisningen) · Metodisk arbejde  
med Kvalitetsudvikling, herunder uddannelsesevaluering,  
forskningsanalyse og benchmarking · Teknologihistorie



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

### COM · COMMUNICATIONS, OPTICS AND MATERIALS

Økonomi, marked og regulering · Kommunikation,  
organisation og computerstøttet samarbejde ·  
Multimedier og kommunikation · Billed- og linjekodning  
samt modulation · Netværk og teletrafikteori ·  
Systemer, optisk kommunikation · Optiske lysledere  
og specialfibre · Optisk signalbehandling, ulineær optik ·  
Nanofotonik, optisk karakterisering og kvanteoptik ·  
Biomedicinsk optik · Industrielle anvendelser af optik.



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

### FYS · INSTITUT FOR FYSIK

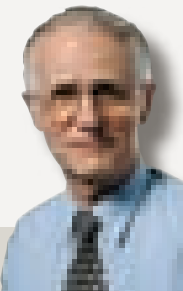
Eksperimentel overflade- og nanomaterialefysik ·  
Teoretisk atomar-skala fysik ·  
Biofysik og komplekse systemer ·  
Kvantefysik og informationsteknologi · Optik



**KARSTEN WEDEL JACOBSEN, institutleder**  
kwj@fysik.dtu.dk · Tlf.: 45 25 31 86

### CTT · CENTER FOR TRAFIK OG TRANSPORT

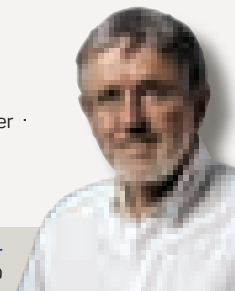
Intelligente trafiksystemer ·  
Design af transportnetværk ·  
Logistik og transport · Trafik- og transportmodeller ·  
Geografiske informationssystemer ·  
Beslutningsmodeller og vurderingsmetoder ·  
Kollektiv trafik · Jernbaner · Trafikinformatik ·  
Trafikteknik · Trafikplanlægning ·  
Vejteknik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



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

### IMM · INFORMATIK OG MATEMATISK MODELLERING

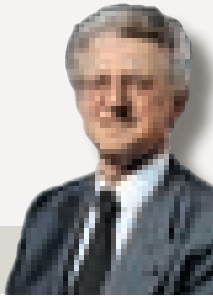
Scientific computing · Matematisk statistik ·  
Grafik og billedanalyse, herunder geografiske  
informationssystemer · Signalbehandling ·  
Operationsanalyse · Indlejrede software- og  
hardwaresystemer · Sikre og pålidelige IT-systemer ·  
Software engineering ·  
Algoritmik, logik og vidensbaserede systemer.



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

**IPL · INSTITUT FOR PRODUKTION OG LEDELSE**

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



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

**MEK · MEKANIK, ENERGI OG KONSTRUKTION**

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



**PREBEN TERNDRUP PEDERSEN, institutleder**  
ptp@mek.dtu.dk · Tlf.: 45 25 13 86

**KI · KEMISK INSTITUT**

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



**INGER SØTOFTE, institutleder**  
is@kemi.dtu.dk · Tlf.: 45 25 20 27

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

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



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

**KT · INSTITUT FOR KEMITEKNIK**

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



**KIM DAM-JOHANSEN, institutleder**  
kdj@kt.dtu.dk · Tlf.: 45 25 28 00

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

Vandressourcer · Jord- og  
grundvandsforurening · Miljøteknologi ·  
Miljømikrobiologi · Økotoxikologi ·  
Miljøkemi · Energi og mineralråstoffer ·  
Strømningsmekanik · Udvikling og  
bæredygtighed · Bioenergi ·  
Teknologi og Miljøstudier



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

**MAT · INSTITUT FOR MATEMATIK**

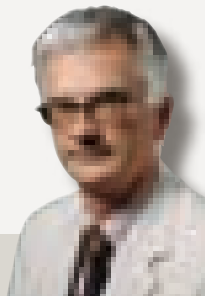
Geometri ·  
Dynamiske systemer ·  
Kodningsteori · Kryptologi ·  
Topologioptimering ·  
Anvendt funktionalanalyse



**MORTEN BRØNS, institutleder**  
m.brons@mat.dtu.dk · Tlf.: 45 25 30 67

**ØRSTED•DTU**

Akustisk teknologi · Automation ·  
Elektromagnetiske systemer ·  
Elektronik og signalbehandling ·  
Måling og instrumentering · Elteknik ·  
Medikoteknik · Rumfartsteknologi



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

# ALUMNI ABROAD

For mange DTU'ere går vejen til job og karriereudvikling via udlandet. Et nyt netværk samler nu alumner, som arbejder eller ønsker at arbejde i udlandet. På den måde håber DTU's Alumneforening at gøre det endnu nemmere at bevare tilknytningen til DTU

HEIDI BERGSTEDT OG GITTE ANDRESEN >

Mere end 3.500 alumner fra DTU, DTH og DIA har valgt et arbejdsliv under fremmede himmelstrøg.

Torsten Kolind, civilingeniør 2005, tog springet direkte efter studiet. Han bor i dag i England, hvor han arbejder som Research Assistant ved NALIA Systems Ltd. på University College London. I efteråret 2005 tog

Torsten Kolind initiativ til at oprette netværket Alumni Abroad på Alumneforeningens hjemmeside. Netværket er målrettet udenlandsingeniørerne eller ingeniører, som påtænker at arbejde i udlandet.

"DTU'ere i udlandet har mange ting til fælles," siger Torsten Kolind. "Vi går målrettet efter spændende

jobs, vi er ofte højt kvalificerede, og vi har forståelse for arbejde og forretning i andre kulturer." Han opfordrer medlemmerne til at bruge Alumni Abroad-netværket til f.eks. at få kontakt med andre i det område, man rejser til og høste erfaringer fra folk, der har været der tidligere. Netværket kan også bruges til at søge



## John 'Zac' Zachariassen

civilingeniør 1955

**President & Founder af Solertia Institute.**

**Bosiddende i Canada.**

"Jeg meldte mig ind i Alumneforeningen af flere grunde," beretter John 'Zac' Zachariassen. "For det første ville jeg gerne udbygge og genoplive kontakten med gamle studiekammerater, mens tid er. For det andet vil jeg gerne følge lidt med i, hvad der rører sig på det lærested, som kom til at betyde så meget for mit virke siden hen, og om muligt bringe viden, erfaringer og ideer tilbage som et beskedent 'tak for sidst'. Og så håber jeg at få kontakt med nye såvel som ældre alumner og andre med tilknytning til DTU, som kunne medvirke og bidrage til den form for internationalt udviklingsarbejde, jeg stadig beskæftiger mig med."



## Ivan Møller

civilingeniør 1997

**konsulent, The Boston Consulting Group, New York. Bosiddende i USA.**

"Alumneforeningen skaber muligheder for at holde kontakt til universitetet og tidligere medstuderende," påpeger Ivan Møller. "Jeg tror, at Alumneforeningen bliver central i fremtiden for at vedligeholde det faglige og sociale netværk mellem undervisere, de studerende og kandidaterne. I USA er networking en sport på linie med baseball og ishockey. Ca. 30% af mine venner er tidligere medstuderende fra mit civilingeniørstudium på DTU, og 50% er klassekammerater fra mit MBA studium på Harvard Business School, og så har vi slet ikke talt om netværkets betydning for karriermuligheder. Så det forekommer helt naturligt at være aktiv i DTU og HBS alumnenetværk."



## Finn Bjarne Pedersen

civilingeniør 1991

**International Program Manager hos Microsoft France. Bosiddende i Frankrig.**

"Jeg nyder mit tilhørsforhold til mit gamle universitet og især at stikke hovedet ind i boghandlen for at følge med i hvad der sker," fortæller Finn Pedersen. "Det ville være fantastisk, hvis jeg kunne knytte et netværk med andre civilingeniører i Frankrig. Jeg kunne jo også hjælpe ingeniører, der får job i Frankrig, til en mere positiv oplevelse. Mødet med den franske kultur er faktisk et chok for mange danskere. Ellers er det mit håb at kunne tage noget efteruddannelse og holde mig orienteret om hvad der sker."



## Jacob Yttesen

civilingeniør 2003

**konsulent hos Integra Consult A/S. Bosiddende i Belgien.**

"I løbet af min studietid følte jeg mig meget tæt knyttet til DTU både fagligt, men så sandelig også socialt," fastslår tidligere formand for PF, Jacob Yttesen. "Når det hele så slutter efter endt forsvar af ens speciale, er det rart at føle, at det ikke alligevel er helt slut. Alumnenetværket er for mig en måde til stadig at have en forbindelse til DTU, såvel fagligt/karrieremæssigt som socialt. Det anser jeg for at være uhyre vigtigt i dag, hvor arbejdspladserne til stadighed bliver mere videnbaserede og internationale. Jeg arbejder officielt selv i Bruxelles, som Safety expert inden for luftfart. Men det er kun halvdelen af tiden, jeg er i Bruxelles, resten spenderes på Balkan. Ens arbejdsliv bliver derfor lidt bogstaveligt talt flyv'sk! Det er derfor rart at have Alumneforeningen som værende et sted, hvor det bl.a. er muligt løbende at få opdateret sin viden inden for ens fagområde."

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

efter rejselystne ingeniører, eller man kan tilbyde at dele ud af sin viden om netop det område, hvor man opholder sig.

**Alumner holder kontakten til DTU**  
Alumnerne fra DTU, DTH eller DIA er spredt over hele verden. En hurtig gennemgang af medlemslisten giver et lille indtryk af spredningen: Australien, Belgien, Brasilien, Brunei, Canada, Finland, Frankrig, Færøerne, Grønland, Holland, Island, Italien, Japan, Kina, Luxembourg, Nigeria, Norge, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Sverige, Thailand, Tyskland, USA, Vietnam og Zimbabwe.

Alumnesekretariatet har adresser på ca. 150 af disse alumner. "Vi får

kun adresser på alumner i udlandet, hvis de selv henvender sig og opdaterer deres profil," siger Susanne Larsen fra Alumnesekretariatet. "Vi får adresser på de herboende alumner via folkeregistret. Vi vil naturligvis gerne give alle vore alumner, som bor i udlandet, mulighed for at benytte sig af vore tilbud, men det kræver, at de kontakter os eller at deres studiekammerater hjælper os med adresserne."

Men hvorfor egentlig melde sig ind i DTU's Alumneforening, når man bor i f.eks. Schweiz eller Japan? Hvad kan Alumneforeningen tilbyde når man er 4000 km fra Kgs. Lyngby? Svaret er det samme, hvad enten man bor i USA eller 10 km fra Kgs. Lyngby:

Netværk, faglig opdatering og netværk igen.

Dynamo har spurgt nogle af de alumner, som bor i udlandet, hvorfor de har valgt at blive medlemmer af DTU's Alumneforening, der i dag tæller knap 7.000 medlemmer. <



#### ALUMNER I UDLANDET

- Læs mere om Alumni Abroad under menu-punktet "Netværk" på [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)
- Har du kontakt med alumner, som bor i udlandet, ser vi frem til at høre fra dig, så vi kan tilbyde alle medlemskab af DTU's Alumneforening. Kontakt Alumnesekretariatet på 4525 1111 eller [alumne@dtu.dk](mailto:alumne@dtu.dk)



#### Robin Hansen

*civilingeniør 1995*  
**IT-konsulent i eget firma, Codito ergo sum GmbH. Bosiddende i Schweiz.**

"Jeg meldte mig straks ind i Alumneforeningen, da jeg syntes det var et godt initiativ og en mulighed for at holde lidt kontakt til min 'gamle skole'," siger Robin Hansen. "DTU prægede trods alt i stor grad mit liv i samfulde 5-6 år. Der spiller altså nok en smule nostalgi ind. Men hvem ved, måske kan medlemskabet give kontakt til firmaer i Danmark, som har aktiviteter i Schweiz?"



#### Jørgen Wuertz

*civilingeniør 1975*  
**Scientific Officer ved EU kommissionens forskningscenter i Ispra, Italien. Bosiddende i Italien.**

"Jeg blev medlem af Alumneforeningen i det håb at få kontakt med nogle flere af mine medstuderende fra min årgang," fortæller Jørgen Wuertz. "I øjeblikket har jeg jævnligt kontakt med to af mine venner fra dengang. Den ene arbejder på samme arbejdsplads hos EU kommissionen i Italien som jeg, og den anden besøger jeg jævnligt i Danmark, når jeg er på ferie der. Han har for øvrigt pt. skiftet arbejdsområde til borgmester," smiler Jørgen Wuertz.



#### Svend Erik Jensen

*akademiingeniør 1981*  
**Senior Vice President Project Management i kraftværkselskabet Glow-Suez. Bosiddende i Thailand.**

"Jeg ser Alumneforeningen som en mulighed for at have så mange kontakter til Danmark som muligt, og følge bedst muligt med i hvad der foregår på ingeniør- og forskningsområdet i Danmark," konstaterer Svend Erik Jensen. "Nu har jeg kun været medlem i et år, men hvis jeg skulle få brug for kontakter, netværk og oplysninger i Danmark i forbindelse med mit arbejde, vil jeg have Alumneforeningen som en mulighed. Skulle der ikke være mere arbejde her i udlandet og jeg må vende snuden hjemad en dag, vil jeg søge informationer og jobmuligheder i Danmark via Alumneforeningen og medlemmer af foreningen. Jeg er selvfølgelig også klar til at give råd og information om arbejde i udlandet til medlemmer af Alumneforeningen."



#### Morten Keller Caspersen

*civilingeniør 2000*  
**Management Coordinator hos Novo Nordisk, Japan. Bosiddende i Japan.**

"Jeg reagerede på den allerførste henvendelse, da jeg synes, at det kunne være interessant at bevare kontakten til DTU og alle alumnerne herfra," fortæller Morten Keller Caspersen. "Indtil videre betyder medlemskabet mulighed for at modtage Dynamo, som jeg synes er et godt magasin. Det giver også mulighed for at følge med i udviklingen i samarbejdet mellem DTU og industrien, hvilket jeg synes er spændende. Og så ser jeg frem til at kunne deltage i nogle af arrangementerne, når jeg kommer tilbage til Danmark."

Læs  
alumnernes profiler  
under menu-punktet  
"Bliv medlem/  
fordele" på:  
[www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)

# NETVÆRKET BATTER

Et godt netværk er en forudsætning for en spændende karriere. Samtidig giver mødet med mennesker ny inspiration. Det mener dette nummers DTU Alumne

PETER HOFFMANN >

Christian Bentzen har været med i Alumneforeningen siden 2003. Den 29-årige civilingeniør blev færdiguddannet i 2004. Han har endnu ikke brugt alumne-netværket, men det skal nok komme, mener han.

"Det er svært at sige, hvad netværk kan føre til, men det meste af det spændende, jeg oplever, sker fordi der var én, der kendte én, der havde brug for sådan en som mig," fortæller han.

## Arbejdsbi

Og der sker mange spændende ting

i Christian Bentzens liv. Til dagligt arbejder han med en helt anden slags netværk – nemlig det neurale.

Sammen med to venner og studiekammerater Emil Heinze og Allan Hammershøj gik han efter endt uddannelse i gang med at grundlægge virksomheden INNlink, der arbejder på at finde nye måder at lave kunstig intelligens på.

I INNlink er han forskningschef, men det er ikke hans eneste job. Han er samtidig ansat på deltid som forskningsassistent på COM•DTU, hvor

han undersøger, hvordan man bedst letter adgangen til samarbejde mellem virksomheder og DTU.

Ved siden af de to andre jobs har han også startet en virksomhed, som udbyder kurser inden for samarbejde, coaching og den personlige samtale.

## Sprang straks til

I 2003 fik Christian Bentzen mulighed for at melde sig ind i Alumneforeningen. Han var ikke i tvivl og sprang til med det samme.

"I min branche har jeg brug for at



## HVAD KAN DTU'S ALUMNEFORENING TILBYDE DIG

Som alumne fra DTU, DTH eller DIA har du mulighed for at melde dig ind i DTU's Alumneforening på [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk) og opnå følgende fordele:

- Kontingentfrit medlemskab.
- Adgang til at søge og få kontaktinformationer på studiekammerater og fagfæller. I databasen kan du finde mere end 30.000 dimittender fra 1944 og frem. Finder du ikke det, du søger, kan Alumnesekretariatet hjælpe.
- Mulighed for at melde dig ind i forskellige netværk: Dels faglige netværk, der er forankret i DTU's fagområder, f.eks. Byggeri eller Kommunikations-teknologi, dels netværk på tværs af faggrænser og/eller sociale netværk som f.eks. Risø-rundviserne eller Alumni

Abroad. Som medlem af et netværk, får du information om netværkets fokusområde, invitation til arrangementer og adgang til kontakt til netværkets medlemmer.

- Mulighed for at benytte faciliteterne på Alumneforeningens hjemmeside til at oprette nye netværk med hjælp fra Alumnesekretariatet.
- Hjælp til at arrangere jubilæum for din årgang: Har du og din årgang snart 10, 25, 40 eller 50 års jubilæum, ser DTU frem til at hjælpe med den praktiske del – f.eks. finde de gamle studiekammerater, sende invitationer, sammensætte program etc.
- Adgang til jobformidling: Søger du nyt job, eller følger du blot med i jobmar-

kedet, kan du modtage e-mail med liste over nye stillingsopslag på Alumneforeningens hjemmeside, ved at tilmelde dig Job-maileren.

Bliv medlem af Alumneforeningen og gør brug af fordelene.

## DTU's Alumneforening

Anker Engelunds Vej 1  
Bygning 101 A  
2800 Kgs. Lyngby

tlf.: +45 45 25 11 11  
[alumne@dtu.dk](mailto:alumne@dtu.dk)  
[www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)



Nyd dette billede. Med tre job og en målsætning om at skabe kunstig intelligens i nærmeste fremtid, er det sjældent at Christian Bentzen sidder stille ret længe ad gangen.



Få adgang til at læse Christian Bentzens og andre profiler ved at logge dig på og klikke på menupunktet "Søg alumner" [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)

samarbejde med folk, der ved noget om emner, jeg ikke aner noget om. Derfor er jeg også nødt til at have et netværk at trække på. Det er vigtigt både fagligt og socialt," siger han.

Selv om han er færdiguddannet, har han stadig sin daglige gang på DTU, og derfor har det endnu ikke været nødvendigt at trække på alumne-netværket. "Men hvis der var et debatmøde med et spændende emne, så ville jeg nok dukke op," siger han.

Ud over et fagligt netværk, kan Alumneforeningen være en måde at

holde kontakten til DTU på. "På Institut for Fysik er jeg blevet skolet til en holdning om selvstændigt at løse enhver matematisk problemstilling, jeg kommer ud for. I praksis er der naturligvis mange ting, jeg ikke kan, men jeg har fået indarbejdet struktur og systematik i mit arbejde. Derudover synes jeg, mine evner for at tage ansvar, samarbejde samt det at være engageret og sætte i værk er nok blevet styrket. Men jeg ved ikke om det skal tilskrives DTU eller blot det at blive ældre," tilføjer han med et smil.

"Jeg har været glad for mine oplevelser på DTU, og derfor vil jeg gerne bevare kontakten til stedet. Det kan jeg bruge Alumneforeningen til," siger Christian Bentzen. <



#### KORT NYT

Nye netværk i DTU's Alumneforening:

- **Alumni Abroad:** Netværk for DTU'ere i udlandet. Få kontakt med andre i det område, du rejser hen, høst erfaringer fra folk, der har været der tidligere, søg efter rejselystne ingeniører til dit nye store projekt, eller tilbyd dig selv som ekspert for det område, hvor du opholder dig.
- **Polyteknisk Alumne:** Netværk for tidligere aktive i Polyteknisk Forening - studenterorganisationen på DTU. Polyteknisk Alumne har bl.a. til formål via f.eks. arrangementer og debatter at medvirke til at skabe en tættere kontakt mellem Polyteknisk Forenings tidligere og nuværende aktive i Polyteknisk Forening.

- **DTU's Kunstforening:** Foreningens aktiviteter er udstillinger, kulturelle arrangementer, billedudlån samt generalforsamling med udlodning af kunst. DTU's Kunstforening søger i bogstaveligste forstand at sætte kulør på tilværelsen på sletten.
- **DIA-M med start 1992:** Netværk for akademiingeniører fra M-retningen med studiestart i 1992.
- **Energisterne:** Netværk for civilingeniører fra energist-retningen - nu med to undergrupper: Studiestart 1998 og studiestart 2000.

Læs mere om netværkene under menupunktet "Netværk" på [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)

Andre nyheder:

**Juniormedlemmer:** Nu kan også studerende på sidste del af studiet på DTU, blive medlemmer af DTU's Alumneforening.

**Job-maileren:** Vær blandt de første, som automatisk hører om nye stillingsopslag på Alumneforeningens hjemmeside. Søger du nyt job, eller følger du blot med i jobmarkedet, kan du modtage e-mail med liste over nye stillingsopslag, ved at tilmelde dig Job-maileren. Læs mere under menupunktet "karriere" på [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)

**40 års jubilæumstræf:** Den 19. maj 2006 fejrer vi 40 års jubilæum for de civilingeniører, der er dimitteret i 1966. Se flere arrangementer i kalenderen under menupunktet "Arrangementer" på [www.alumne.dtu.dk](http://www.alumne.dtu.dk)

