

# DYNAMMO

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET > MAJ 2010 > nr. 21



## Skyhøj stabilitet

4

SKIMMELSVAMP



Til kamp mod  
mugne bygninger **14**

INDVINDING



Olie for  
milliarder **25**

MED ÅRSBERETNING  
**2009**

## INDHOLD >

### LEDER

3 Den tredje fase

### SVINGNINGSDÆMPERE

4 En dæmper på EU-Domstolen

### OVERFLADEBEHANDLING

8 Stålsatte iværksættere

### VENTUREFOND

12 Innovation for en halv milliard

### SKIMMELSVAMP

14 Kampen mod mugne bygninger

### PIEZO-ELEKTRICITET

18 Fra pudsigt fænomen til big business

### KAMERAMONITERING

22 På vej mod bæredygtigt fiskeri

### OLIEINDVINDING

25 Den svære olieagt går ind

### SELVKLASSIFICERING

28 Matematiske modeller spotter farlige stoffer

### BERETNING 2009

32 Sket i året

35 Året i tal

42 Nye professorer

42 Nye doktorer

42 Fratrådte professorer

43 Ph.d.-grader

### KALENDER

47 Det sker på DTU

### OM DTU

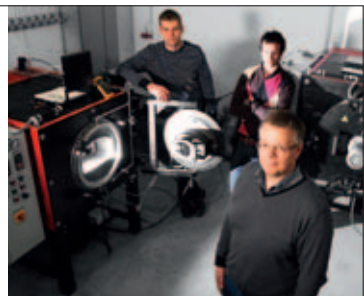
48 DTU's ledelse og organisation

50 DTU's institutter m.m.

### DTU ALUMNI

53 Fra regnestok til computer

8



FOTOS OG ILLUSTRATIONER: CARSTEN BRØDER-HANSEN, SHUTTERSTOCK, JØRGEN DALSKOV, TUE SCHIBRING

12



THOMAS HØRT JENSEN

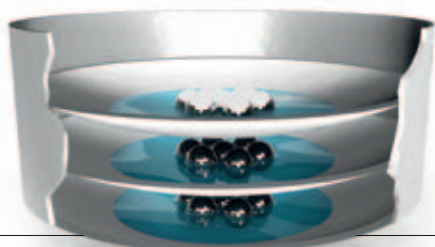
18



22



28





## DEN TREDJE FASE

Vi skal i hvert fald tilbage til slutningen af 50'erne og begyndelsen af 60'erne for at finde et tidspunkt, hvor universiteternes placering og rolle i samfundet har fyldt lige så meget i den politiske diskussion om fremtidens Danmark som i dag. Konteksten er nu som dengang: Hvad skal landet leve af fremover? Eller sagt mere præcist: Hvorledes kan vi opretholde velfærd og velstand?

Der er sket store, politisk initierede ændringer med det formål at ruste universiteterne til at løfte den vældige samfundsopgave, som det efterhånden er blevet generelt erkendt, at de har. De kan sørge for, at det danske samfund får uddannet de højt kvalificerede personer, der skal sikre dansk konkurrenceevne i en globaliseret verden. Men herudover kan universiteterne gennem forskning skabe ny viden og indsigt, knowhow og 'knowwhy' som – overført til erhvervslivet – er forudsætningen for velfærd og velstand.

Første fase var den nye universitetslov, som DTU fik i 2001 og de øvrige universiteter i 2003. En organisatorisk, økonomisk og ledelsesmæssig reform, der kunne give og har givet anledning til store bureaukratiske forenklinger og øget handlefrihed, som helt objektivt målt har skærpet universiteternes produktivitet og kvalitet (f.eks. målt i videnskabelige artikler), samt deres internationale profil og anseelse (f.eks. målt i ratings).

Anden fase var den store konsolidering af dansk offentlig forskning, som blev politisk initieret ved tegning af det såkaldte 'nye danmarkskort'. Det førte til de store fusioner med sektorforskningsinstitutionerne. I DTU's tilfælde førte det til en fordobling af universitetets størrelse. Det indebærer en strategisk fuldstændig afgørende oprustning

inden for life science samt perspektivrige synergier, hvor en række gevinster allerede har givet sig meget synlige udtryk, f.eks. inden for bæredygtig energi, transport og planlægning, nanoscience og -teknologi samt 'food & drug'.

Og nu står vi så ved begyndelsen til fase tre, hvor der igen fra politisk hold lægges op til et vældigt ryk fremad med renoveringer og nybyggeri, så universiteternes bygninger, faciliteter og forskningsinfrastrukturer kan få et afgørende løft. Denne fase er lige så betydningsfuld og rigtigt set som de to tidligere. Rækkefølgen af faserne og den tidsmæssige spatiering er også meget velafstemt. Man kan sige, at samspillet mellem universiteter og det omgivende samfund har stået sin prøve i de to første faser. Dette er en god baggrund for, at vi med optimisme og energi kaster os ind i den tredje. Den er så også nødvendig for, at vi får fuldt udbytte af de tidligere fasers fremskridt hen mod en international forskningsbaseret førerposition.

Vi har i dette land en for stor tendens til at fokusere på fejl, undladelsessynder og generelt bøvl, og vi har i virkeligheden for lidt blik for, at vi i dette samfund faktisk også magter at tilrettelægge store, gennemgribende reformer og udviklingsforløb, som bliver gennemført med konsekvens. Det er denne evne, der skal sikre, at Danmark også i fremtiden vil være et land præget af velfærd og velstand.

Lars Pallesen  
Rektor

# EN DÆMPER PÅ

EU-Domstolens tvillingetårne går i svingninger, når vinden blæser. Men svingningerne bliver holdt nede af væskedæmpere – skvulpende vand i toppen af kontortårnene. Den danske virksomhed FORCE Technology har udviklet væskedæmperne specielt til EU-Domstolen, og DTU-forskere og -studerende har testet, at de rent faktisk virker.

Når vinden fejer ind over Luxemburg, svajer EU-Domstolens nybyggede tvillingetårne fra side til side. Det kan give søsyge og andet ubehag. DTU Byg har sat domstolen i selvsving for at teste, om en dansk designet svingningsdæmper kan løse problemet.

# EU-DOMSTOLEN

HENRIK OLSEN >

Danske forskere rystede EU-Domstolen i 2009. Bogstaveligt talt! I november sidste år satte forskere og studerende fra DTU Byg domstolens 103 meter høje østtårn i mærkbare svingninger. Østtårnet er et af EU-Domstolens to nybyggede kontortårne, og tvillingetårnene udgør et markant vartegn for det vindomsuste Kirchberg Plateau i Luxemburg.

Og netop vinden er årsagen til, at DTU Byg fik domstolen til svaje fra side til side. For vindstød kan sætte højhuse i svingninger, som kan være yderst ubehagelige for personer i bygningerne. Man kan ligefrem blive søsyg af at opholde sig i en bygning, der svinger og svajer for meget i vinden. For at undgå de problemer har domstolen derfor installeret nogle svingningsdæmpere, der er udviklet af den danske virksomhed FORCE Technology, og det var effekten af disse dæmpere, som DTU Byg testede i fem lange novemberdage.

## 800 kilo stål i svingninger

På næstøverste etage af kontortårnet anbragte forskere og studerende to såkaldte centrifugal-vibratorer, der er udviklet og konstrueret på DTU. Vibratorerne er konstrueret med et svinghjul, hvor op til 400 kg stålmasse er monteret asymmetrisk. Når vibratorerne kører i takt, svinger de 0,8 ton masse fra side til side og får bygningen til at svinge med. Under testen blev vibratorerne sat til at svinge med samme frekvens, som bygningerne normalt vil svinge i, når de bliver udsat for vind. Og det var ikke nogen rutineøvelse:

”Det er første gang nogen sinde, at en bygning af den størrelse er blevet sat i svingninger,” forklarer lektor Christos Georgakis, DTU Byg, som stod i spidsen for testen.

Inden domstolsbyggeriet stod færdigt, havde FORCE Technology testet bygningernes vindfølsomhed på en nedskalaret model i et vindtunnelforsøg. På den måde havde man påvist

behovet for at dæmpe svingningerne. Om DTU-forskernes efterfølgende fuldskalatest af det færdige byggeri siger Aage Damsgaard, teknisk chef i FORCE Technology:

”Det er uhyre værdifuldt at få valideringsforsøg i fuld skala til kontrol af de ting, man laver i lille skala.”

Fordelen ved at udføre denne type fuldskalaforsøg er, at det er muligt at teste den nøjagtige effekt af de svingningsdæmpere, man installerer. For man kan udsætte bygningen for nøjagtig den samme påvirkning før og efter, dæmperne er installeret. Og det var præcis det, Christos Georgakis og hans kolleger gjorde med EU-Domstolens østtårn.

## Seks ubehagelige millimeter

Uden dæmperne fik de to vibratorer bygningen til at svinge med op til seks millimeter målt fra det ene yderpunkt til det andet. Eller med en acceleration på omkring tre milli-g, som er den måleenhed, forskerne foretrækker at >>

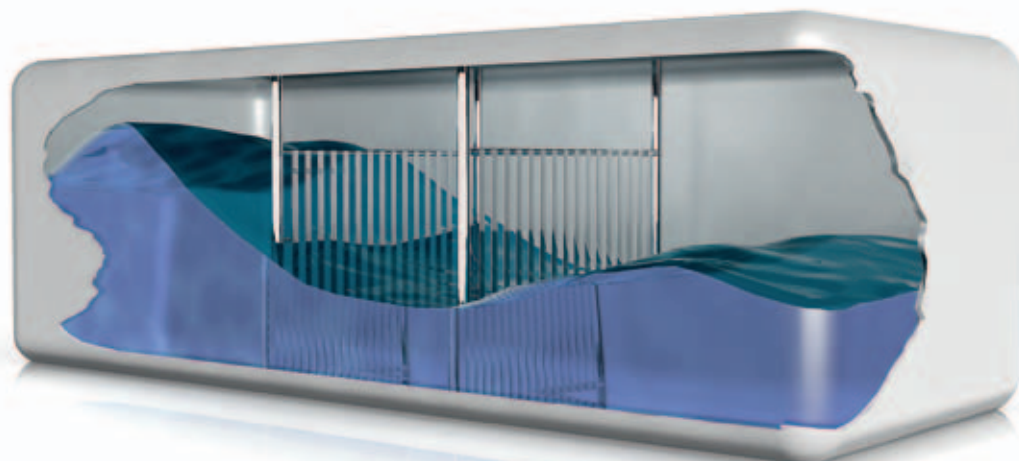


ILLUSTRATION THOMAS HJORT JENSEN

En tunet væskedæmper er en vandfyldt tank. Når bygningen svinger, skulper vandet fra side til side i modtakt til bygningens bevægelser. Væskedæmperen tilpasses den enkelte bygning ved at installere såkaldte baffler, som styrer vandbevægelsen. Dæmperen skal altid placeres så højt som muligt, for det er her, de store udsving sker, og derfor også her, at dæmpningen skal være størst.

>> benytte. Seks millimeter lyder ikke af meget og er da også kun en brøkdel af det, som bygningen ventes at blive udsat for under en rigtig brandstorm. Men det var fuldt ud tilstrækkeligt til, at folk på de øvre etager i bygningen kunne mærke det.

”De fleste tænkte ikke over, at det var bygningen, som bevægede sig. Nogle troede bare, at deres blodsukker var for lavt. Men de kunne helt sikkert mærke det og syntes, at det var ubehageligt,” fortæller Christos Georgakis.

Næste skridt var at installere svingningsdæmperne. I østtårnets tilfælde skete det ved at fylde 70 ton vand i nogle rektangulære tanke på den øverste etage af bygningen. De vandfyldte tanke går normalt under den engelske betegnelse ’tuned liquid dampers’ eller tunede væskedæmpere på dansk. Princippet i en tunet væskedæmper er, at vandet sættes i bevægelse, når bygningen svinger, og så skulper det kontrolleret fra side til side i modtakt til

bygningens bevægelser – på samme måde som et pendul. At de er tunede betyder, at de er konstrueret til primært at dæmpe den svingning, der vurderes som den mest uønskede for den pågældende bygning. I EU-Domstolens tilfælde er det en svingning med en acceleration på 15 milli-g, som forventes at opstå ved storme, der i gennemsnit optræder et par gange hvert århundrede.

#### Succes og eftertanke

Christos Georgakis var oprindeligt selv en af hovedkræfterne bag udviklingen af svingningsdæmperne i sin tidligere stilling som projektleder hos FORCE Technology. Som lektor på DTU skulle han dernæst stå i spidsen for afprøvningen af svingningsdæmperne i funktion. Han var derfor spændt på udfaldet af testen, som blev udført på østtårnet, efter væskedæmperne var fyldt med vand. Men testen forløb planmæssigt.

”I bygningens svage retning, som vi

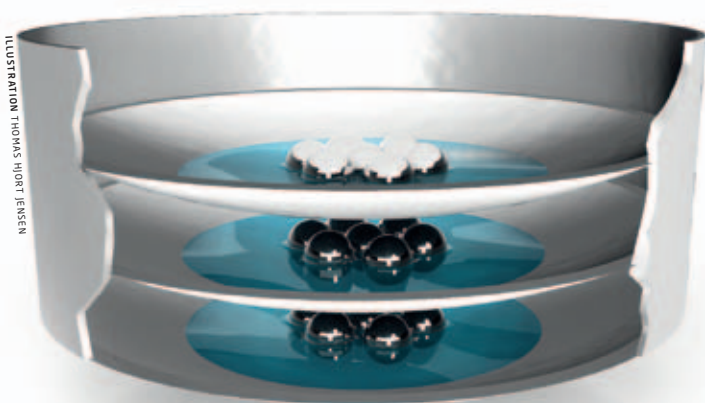
var mest fokuserede på, blev svingningerne dæmpet 5,5 gange i forhold til bygningernes indbyggede dæmpning. Det var en enorm forøgelse af dæmpningen, så det var en stor succes,” fortæller Christos Georgakis.

Men det var ikke udelukkende en succes. I den mere stive retning blev svingningerne kun dæmpet med en faktor to, og det var skuffende for DTU-lectoren, selv om svingninger i den retning ikke er et problem, for de vil aldrig komme op på accelerationer, som er ubehagelige.

”Et andet problem var, at kun omkring 50 af de 70 ton vand rent faktisk kom i bevægelse og dermed var aktive i svingningsdæmpningen,” forklarer Christos Georgakis.

I stedet for at ærgre sig benyttede Christos Georgakis imidlertid de negative sider af testen til at overveje en videreudvikling af væskedæmperen.

”Det fik mig til at overveje, hvordan jeg kunne udvikle et system, der ville fungere ens i alle retninger, og hvor en



En sfærisk væskedæmper til vindmøller skal både dæmpe langvarige, små svingninger og kortvarige, men kraftige impulsbelastninger. En kombination af vand og stålkugler kan i denne patenterede udgave løse problemet. Svingningsdæmperen er udviklet på DTU Byg.

større del af væsken deltog i bevægelsen,” fortæller han.

Resultatet af overvejelserne blev en ’sfærisk tunet væskedæmper’. Principet er det samme, men i stedet for en rektangulær tank er der tale om en halv- eller kvartkugleformet tank, hvor vandet kan svinge ens i alle retninger. Og denne logiske løsning er der faktisk ingen, der tidligere er kommet på. Derfor har Christos Georgakis nu søgt verdenspatent på sin sfæriske væskedæmper. Og han ser mange anvendelsesmuligheder.

”Telemaster, tv-tårne, kontrolltårne i lufthavne og vindmøller. Ved alle høje konstruktioner, hvor man har ensartede bevægelser i alle retninger, kan man benytte den,” forklarer han.

”Det er bestemt interessant at arbejde videre med,” vurderer Aage Damsgaard, FORCE Technology. ”For når man bygger højere, så er man nødt til at tænke i forskellige dæmpningsarrangementer for at få acceptable forhold.”

Også hos vindmølleproducenten

Vestas kan man se potentialet i den sfæriske væskedæmper.

”Jeg ser Christos’ dæmper som en meget enkel og pragmatisk løsning, der ikke har de store pladskrav. Jo større vindmøller, des større dæmpere kræves der. Og der har de sfæriske dæmpere en fleksibilitet og nogle muligheder, som man ikke har ved standard-dæmpere,” fortæller Peter Sigfred Mortensen, udviklingsingeniør i Vestas.

#### To i én-løsning

I tilfældet med vindmøllerne mener Christos Georgakis, at man skal stable kugleskallerne oven på hinanden, så de kan være inden i den slanke møllekonstruktion. Og så forestiller han sig, at man både bruger vand og stålkugler. Vandet skal dæmpe de vedvarende svingninger, der altid opstår i en vindmølle, mens stålkuglerne skal banke ind i siden af møllevæggen og modvirke impulsbelastningen i form af det pludselige ryk, der opstår, når vindturbinen starter og stopper. Begge belast-



ninger slider på vindmøllen og betyder dyr vedligeholdelse. I Vestas er man enig i, at begge problemer skal løses.

”Det fornemme vil være at kombinere de to dæmpere, så man på en prisbillig måde kan dæmpe begge belastningstyper,” siger Peter Sigfred Mortensen, som mener, at der først og fremmest er behov for at eftervise, at impulsbelastningen bliver tilstrækkeligt dæmpet, inden den nye type dæmpere kan komme på tale i Vestas’ vindmøller.

Og den udfordring tager Christos Georgakis gerne op.

”Jeg er ved at udvikle et rystebord, hvor vi tester dæmperen på en nedskalaret vindmølle, så vi kan vise, at det kan lade sig gøre. En optimeret sfærisk væskedæmper vil være meget effektiv,” lover han.

Så inden længe vil en kæmpemølle i miniformat få en rystende oplevelse i DTU-forskerens laboratorium. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

Lektor Christos Georgakis  
cg@byg.dtu.dk

# STÅLSATTE IVÆRKSÆTTERE

MORTEN ANDERSEN >

Nu kan almindelige produkter som barbermaskiner og bestik få overflader af rustfrit stål, som er praktisk taget umulige at ridse. Forskerne bag den nye proces, som gør det muligt, stifter virksomhed sammen.

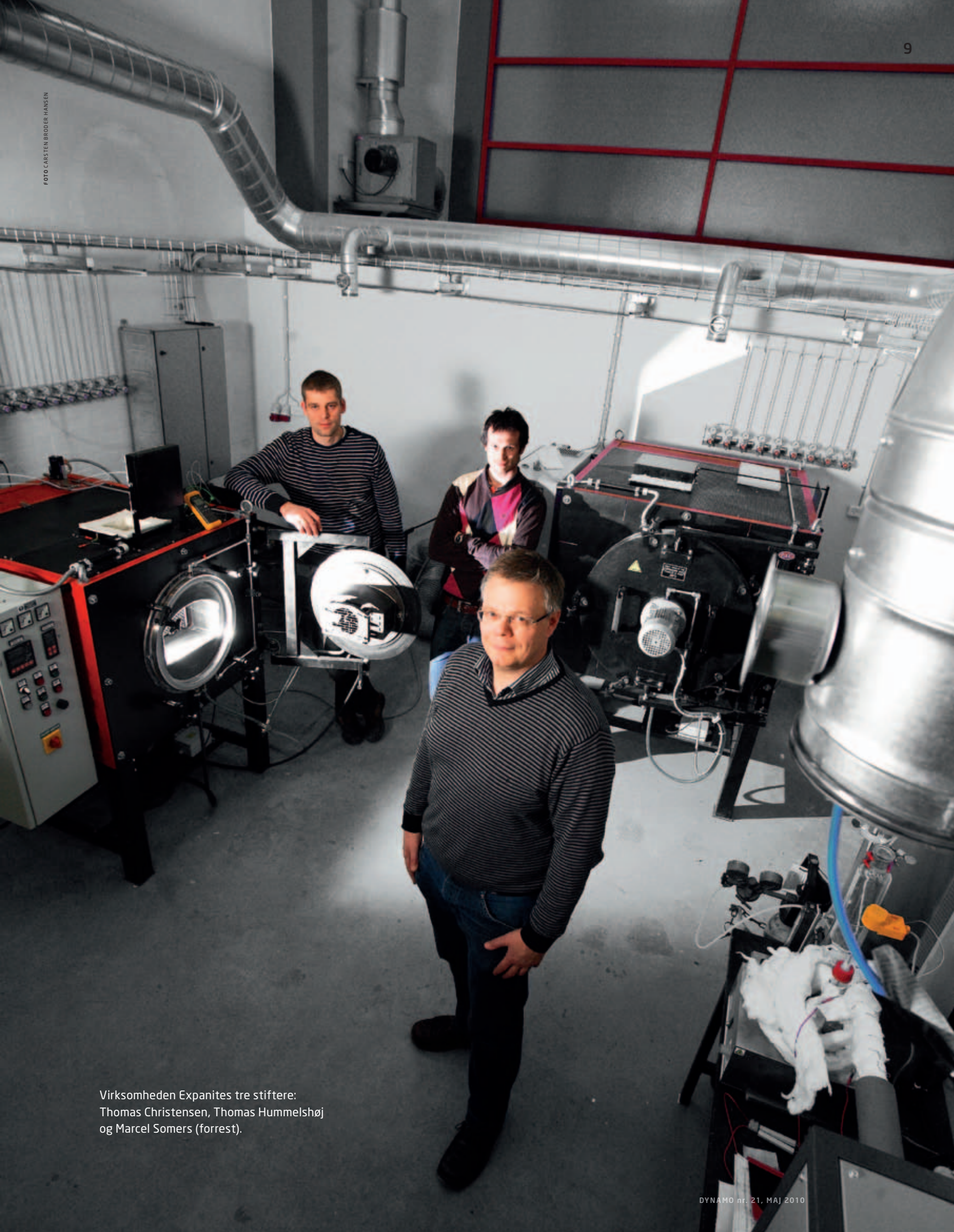
Normalt ligger det naturligvis Dynamos udsendte fjernt at begå hærværk mod DTU's ejendom. Ridsen i teskeen bliver imidlertid skåret efter opfordring fra tre medarbejdere ved DTU Mekanik. Den lille ske befinder sig simpelthen på det forkerte sted på det forkerte tidspunkt, da stifterne af en ny iværksættervirksomhed skal illustrere forskellen på deres produkt og almindeligt rustfrit stål. Mens værktøjet – en pincet – let skærer sig ned i teskeens overflade, preller alle forsøg på at skæmme et andet stykke rustfrit stål, en lille blank materialeprøve, fuldstændig af. Prøven er af en særlig type overfladebehandlet rustfrit stål.

”Man har kunnet lave ridsefast rustfrit stål i en del år. Vi har imidlertid opfundet en proces, der gør fremstillingen nemmere, hurtigere og

meget billigere. Det åbner for, at den nye type behandling kan bruges til mange flere formål. I stedet for at være et nichepræget produkt, som kun bruges til særligt kritiske og dyre komponenter visse steder i industrien, vil man se det ridsefaste stål i helt almindelige produkter ude hos forbrugerne,” siger Thomas Hummelshøj, der – omtrent samtidig med at dette nummer af Dynamo udkommer – fratræder som forsker ved DTU for at blive administrerende direktør for en ny virksomhed.

Overflader af rustfrit stål kan gøres ridsefaste ved at tilføre nitrogen- og/eller karbonatomer, som opløses i hulrum i stålets krystalstruktur. Produktet kaldes ekspanderet austenit. Deraf navnet på den nye virksomhed: Expante. Virksomheden får indtil videre til >>





Virksomheden Expanites tre stiftere:  
Thomas Christensen, Thomas Hummelshøj  
og Marcel Somers (forrest).



>> huse hos Scion DTU, som er en forskerpark placeret på DTU's campus i Lyngby.

#### Klarer processen i et enkelt trin

Årsagen til, at rustfrit stål ikke rustner, er et ganske tyndt lag kromoxid, som dannes på overfladen under produktionen. Overfladen isolerer selve stålet fra vanddamp i luften og forhindrer dermed reaktioner mellem vandmolekyler og ioner i metallet, også kaldet korrosion. Det tynde lag af kromoxid betyder imidlertid også, at man ikke umiddelbart kan opløse forskellige stoffer, som kan ændre stålets egenskaber, i stålets overflade.

For nogle år siden lykkedes det forskere ved DTU Mekanik at udvikle en metode, hvor man skræller kromoxidlaget af ved at sætte

elektrisk spænding hen over overfladen og efterfølgende forsejler overfladen med et tyndt lag nikkellag, som forhindrer dannelse af ny kromoxid. Herefter kunne man tilsætte de ønskede stoffer, og det tynde nikkellag hjalp ved at spalte gaskomponenterne, der afgav nitrogen og karbon. Til sidst fjernedes nikkellaget, så laget af kromoxid kunne gendannes ved reaktion mellem krom i overfladen og ilt fra luften, så stålet fik sine rustfrie egenskaber tilbage. Metoden blev kommercialiseret i samarbejde med en udenlandsk virksomhed under navnet Stainihard, og den findes fortsat på markedet.

”I mellemtiden har vi så udviklet en helt ny metode, som grundlæggende fører til det samme resultat, men er væsentligt mere elegant, simpel og billig,” siger seniorforsker Thomas Christiansen, som er medstifter af Expanite. Både han og den tredje medstifter, professor og sektionsleder Marcel Somers, fortsætter i deres stillinger på instituttet,



## SCION DTU

Scion DTU er en universitetsbaseret forskerpark, der har til huse henholdsvis i Hørsholm og på DTU's campus i Lyngby. Forskerparken huser forskningstunge virksomheder inden for life science, it, cleantech og anden højteknologi og tilbyder faciliteter til alle faser i virksomhedernes udvikling - fra opstart til de er kommercielt modne forskningsvirksomheder.

## DTU SYMBION INNOVATION

DTU Symbion Innovation er 100 procent ejet af DTU og administrerer statslige innovationsmidler for Videnskabsministeriet. Gennem samarbejdet med SEED Capital skiller fonden sig ud fra traditionelle venturefonde ved at kunne investere både i de meget tidlige faser af nystartede virksomheder og i de senere faser via løbende kapitalindsud.

## SEED CAPITAL

SEED Capital er den største venturefond i Danmark inden for pre-seed- og seed-segmentet. Fonden investerer i og rådgiver teknologibaserede virksomheder inden for informations- og kommunikationsteknologi, mediko- og cleantech-området. Samlet har SEED Capital og DTU Symbion Innovation 1,5 milliarder kroner under forvaltning, 70 porteføljeselskaber og 12 investeringsansvarlige medarbejdere.

men vil i deres fritid arbejde for virksomheden på konsulentbasis. Ud over stifterne udgør DTU, DTU Symbion Innovation samt SEED Capital ejerkredsen bag virksomheden.

Mens den daværende metode bestod af flere forskellige trin, har den nye metode kun ét. Det gør den langt enklere og billigere. Forudsætningen er, at man har netop den rette kombination af gasser, tid og temperatur i forhold til det konkrete emne, der skal produceres. Denne viden er selve grundlaget for den nye virksomhed.

### Fra mobiltelefoner til barbermaskiner

Processen foregår i en ovn. Afhængigt af, hvilken type emner der er tale om, vil hver produktionsgang tage mellem en og 12 timer. Processen findes i tre forskellige varianter. I den ene tilsættes kun nitrogen til stålets overflade, og i den anden kun karbon, mens begge tilsættes i den tredje. I alle tre varian-

ter bliver stålet mere modstandsdygtigt over for mekaniske påvirkninger, men de øvrige materialeegenskaber bliver lidt forskellige.

Iværksættervirksomheden starter ikke på bar bund, men har tæt kontakt til en række internationale virksomheder, som fremstiller produkter med overflader af rustfrit stål, og som er interesserede i at blive kunder hos Expanite. Virksomhederne deltager i et proof of concept-projekt, som de tre iværksættere er i gang med, og ønsker, at teknologien bliver indført i deres produktion, når projektet er afsluttet.

”Vi må ikke nævne virksomhedernes navne, men vi kan sige, at det drejer sig om virksomheder, som fremstiller en meget bred vifte af produkter lige fra medikoprodukter over mobiltelefoner til barbermaskiner,” siger Marcel Somers.

I forbindelse med proof of concept-

projektet, som støttes af Videnskabsministeriet, er der anskaffet tre nye ovne, som netop er taget i brug. Hver ovn kan behandle 300-400 kilo stålprodukter ad gangen.

”Det er målet, at den egentlige produktion sker i større ovne ude hos Expanites kunder. I vores nuværende ovne skal vi i proof of concept-projektet demonstrere, at processen virker netop for samarbejdspartnernes produkter, og hvordan procesbetingelserne skal skræddersys til disse produkter,” forklarer Marcel Somers.

Expanites koncept er at gå ind i et udviklingsprojekt sammen med hver kunde. Når processen er optimeret til kundens produkt, indføres den under licens i produktionen ude hos kunden. <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

[www.expanite.dk](http://www.expanite.dk)

# INNOVATION FOR EN HALV MILLIARD

På trods af at vi befinder os midt i en økonomisk og finansiel krise, er det ved årsskiftet lykkedes iværksætterfonden SEED Capital at rejse næsten en halv milliard risikovillige kroner til investering i nye, teknologibaserede virksomheder.

LOUISE SIMONSEN >

Det er store investorer som ATP og Vækstfonden, der er blandt de væsentligste bidragydere til venturefonden SEED Capital, der med 435 millioner kr. i nytillført kapital nu er Danmarks største. SEED Capital har til huse på DTU og arbejder tæt sammen med DTU Symbion Innovation, som er 100 procent DTU-ejet.

DTU Symbion Innovation administrerer statslige innovationsmidler primært for Videnskabsministeriet. Pengene investeres i teknologibaserede virksomheder inden for it, cleantech

og life science. SEED Capital forvalter penge fra andre risikovillige investorer. Samlet set forvalter de to innovationsmiljøer 1,5 milliarder kroner.

Ulla Brockenhuus-Schack, der er administrerende direktør begge steder, fortæller om baggrunden for den nye kapitalrejsning:

”Investorerne har tillid til vores måde at arbejde på. Når de investerer, vil de kigge på tre forhold: Hvor gode er vi til at spotte en fremtidig vindervirksomhed, hvor gode er vi til at skaffe penge til den fra andre investorer, og hvor gode er vi til at sælge den igen? Og vi stjerneperformer på alle tre punkter.”

betaling til investorerne. Ulla Brockenhuus-Schack fortsætter:

”Vi forvalter penge for andre kapitalforvaltere, som eksempelvis pensionskasserne. Og de skal

## 6 DANSKE INNOVATIONSMILJØER

Formålet med innovationsmiljøerne er at skabe og udvikle flere videntunge iværksættervirksomheder med unikke kompetencer, som kan blive morgendagens vækstvirksomheder. Alle seks miljøer er godkendt af Videnskabsministeriet.

Syddansk Teknologisk Innovation  
NOVI Innovation  
Østjysk Innovation  
Innovation MidtVest  
CAT Innovation  
DTU Symbion Innovation

### ’Hårde penge’

Blandt de i alt seks danske innovationsmiljøer ligger DTU Symbion Innovation og SEED Capital i spidsen, både hvad angår det beløb, man administrerer, antallet af virksomheder, der investeres i, og med hensyn til tilbage-



FOTO SHUTTERSTOCK

jo sikre, at fremtidens pensionister får deres penge igen – med renter – så vi er meget bevidste om, at der skal tjenes penge på de investeringer, vi foretager. Det er altså ikke tilskud, vi yder, det er 'hårde penge', der investeres, ved at vi køber aktier eller ejerandele i opstartsvirksomheder. Vi hjælper så iværksætterne med at udvikle og modne virksomheden, og så sælger vi aktierne igen, så investeringen kommer tilbage, enten til staten eller de eksterne investorer, hvorefter de kan komme ud og arbejde igen.”

#### Benhård prioritering

Hvert år præsenteres DTU Symbion Innovation og SEED Capital for omkring 400 ideer, som måske kan blive til en forretning. Af disse går man lidt mere i dybden med de 100, hvor der laves en foranalyse af, om ideen er kommercielt bæredygtig. Det ender med, at der investeres i maksimalt tre-fire virksomheder årligt. På dette tidspunkt står innovationsmiljøerne samtidig til rådighed med at skabe virksomheden, det kan være med at lægge en forretningsstrategi og med at få opbygget en organisation med ledelse og bestyrelse.

Ulla Brockenhuus-Schack understreger, at det er højrisikabelt at investere i teknologibaserede opstartsvirksomheder:

”Ud af 10 virksomheder er der to, der overlever og bliver store. Andre to-tre stykker ender med at blive en for-

nuftig lille investering. Og resten bliver ikke til noget. Så det vigtige er, at vi så hurtigt som muligt finder ud af, hvem der ikke bliver til noget, inden vi har investeret for mange penge. Så vi skal også være gode til at lukke virksomheder her.”

#### Samarbejdet med universiteterne

Det giver god mening at knytte innovationsmiljøerne til universitetsverdenen. DTU Symbion Innovation er knyttet til DTU – både i form af ejerskab og ved at have til huse på DTU's campus i Lyngby. Det betyder dog ikke, at det er et krav, at virksomhederne skal have relation til DTU. DTU Symbion Innovations investeringsmidler finder vej til spin-out-virksomheder fra mange forskningsinstitutioner og til selvstændige iværksættervirksomheder – blot skal virksomhederne være teknologibaserede. Det samme gælder for SEED Capital, der med eksterne penge kommer ind som investor i de næste faser af en opstartsvirksomheds levetid. Den tætte tilknytning til forskningsverdenen skyldes, at det ofte er viden og opfindelser, som udvikles på universiteterne, der danner grundlag for nye, teknologibaserede virksomheder.

#### Kommercielle sparringspartnere

Et eksempel på det tætte samarbejde mellem DTU og innovationsmiljøerne er virksomheden Intomics, som DTU Symbion Innovation og SEED Capital har investeret i. Intomics er en spin-

out-virksomhed, som har sine rødder på DTU Systembiologi. Intomics er baseret på unik, forskningsbaseret viden og kompetencer inden for analyse af biologiske data, som f.eks. medicinalindustrien og biotech-virksomheder kan bruge. Intomics' direktør, Thomas Skøt Jensen, siger: ”Vi har et godt og konstruktivt samarbejde med SEED Capital. I virksomhedens startfase fik vi kompetent hjælp og feedback på forretningsplanen. F.eks. er de gode sparringspartnere i diskussionen af relevante kundesegmenter og har generelt stor erfaring med start-up-processen, som man kan nyde godt af. Og de hjælper med at få sammensat en kompetent bestyrelse. Her har vi kunnet drage nytte af deres store netværk. Løbende bidrager de også i diskussioner af f.eks. strategi og nye forretningsmæssige tiltag.”

At nogle forskere gør en opdagelse og efterfølgende danner en virksomhed i samarbejde med et innovationsmiljø, er noget, der ifølge Ulla Brockenhuus-Schack kunne og burde ske oftere, end det gør nu:

”I princippet skulle nogen spørge – hver gang man opnår et nyt forskningsresultat – hvad kan det her bruges til? Er der basis for en kommerciel udnyttelse? Det er derfor, DTU Symbion Innovation og SEED Capital har hjemme på DTU. Vi kan hjælpe ved at komme med en kommerciel vurdering af en ide eller en opfindelse – under fuld fortrolighed, så forskerne kan have tillid til os.” <

#### YDERLIGERE OPLYSNINGER

Ulla Brockenhuus-Schack, [ubs@seedcapital.dk](mailto:ubs@seedcapital.dk)  
[www.dtu-innovation.dk](http://www.dtu-innovation.dk) og [www.seedcapital.dk](http://www.seedcapital.dk)



# KAMPEN MOD MUGNE BYGNINGER

Efter flere års forskning i skimmelsvampes adfærd påpeger lektor Birgitte Andersen, at den bedste forebyggelse af svampeangreb kan findes ved at kigge på menneskenes adfærd.

LOTTE KRULL >

Det er forbløffende lidt, vi ved om skimmelsvampe, når man tager i betragtning, hvor ofte vi møder dem, og hvor syge vi kan blive af at dele lokaler med dem. Ifølge en ny WHO-rapport ('Dampness and Mould', 2009) anslås det, at mindst 20 procent af alle bygninger i Europa, Canada og USA har problemer med for meget fugt og dermed risiko for svampevækst. I Danmark bliver et ukendt antal mennesker

hvert år syge af skimmelsvampe i indeklimaet med symptomer som koncentrationsbesvær, hovedpine, slimhindeirritationer og vejrtrækningsproblemer. Nogle bliver syge, fordi de er allergiske over for skimmelsvampenes sporer, mens andre menes at blive syge, fordi visse svampe også er giftige.

Men den fulde forståelse af, hvorfor mennesker bliver syge af skimmelsvampene, findes ikke.

En del af uvidenheden skyldes det store antal arter af skimmelsvampe, som i øvrigt findes i næsten alle farver: grønne, hvide, gule, sorte og røde, og de opfører sig heller ikke ens. Nogle afgiver massevis af sporer, andre er mere karrige, nogle overtrækker deres sporer med toksiner og gør dem dermed giftige, mens andre kan producere flygtige, organiske stoffer, der kan være skadelige. De fleste af os



FOTOS: THORKILD ANDI CHRISTENSEN

## ANALYSE AF 5.353 SKIMMELSVAMPEANGREB

Sideløbende med sit treårige forskningsprojekt i de ni udvalgte svampe har lektor Birgitte Andersen på DTU Systembiologi også fundet tid til at vise, hvordan de enkelte svampe har særlige præferencer for specielle byggematerialer. I et samarbejde med Teknologisk Institut, som har leveret data fra 5.353 svampeskadede bygninger, har Birgitte Andersen udført sine analyser. Hun kan nu dokumentere den mavefornemmelse, som skimmelsvampe-eksperter har haft: Skimmelsvampe har deres foretrukne steder at gro.

”Ligesom skimmelsvampe i naturen har specialiseret sig i at nedbryde særlige materialer, så finder vi den samme specialisering i vores bygninger,” forklarer Birgitte Andersen og uddyber, at mange af vores byggematerialer jo består af organiske materialer, som er det rene guf for skimmelsvampene.

”Tapet, hessian, vindues- og dørkarme af træ og spånplader er alt sammen baseret på materialer fra naturen, som kan nedbrydes af skimmelsvampe.”

kender nogle af disse stoffer gennem lugten af ’gammel kælder’ eller ’muglugt’.

Trods rigdommen på svampe i naturen er det kun omkring 10-15 skimmelsvampearter, der regelmæssigt dukker op i vores indeklima. Ved DTU Systembiologi har lektor Birgitte Andersen igennem flere år studeret indeklimaets skimmelsvampe, og i foråret afslutter hun et forskningsprojekt støttet af Villum Kann Rasmussen Fonden, der skal skabe en dybere forståelse af ’adfærden’ hos ni af de hyppigste indeklimasvampe.

### Samarbejder skimmelsvampe?

Bevæbnet med stabler af petriskåle og specialfremstillet agar (den geléagtige substans i bunden af petriskålene, red.) indeholdende alt fra hakket tapet og træflis til maling og beton har Birgitte Andersen lavet talrige svampepodninger. De har vokset ved henholdsvis 10, 15 og 20 grader celsius, som er temperaturer, vi finder i vore

bygninger f.eks. i vindueskarme eller på uisolerede vægge.

”Et interessant fund ved disse forsøge er, at nogle svampe ikke danner sporer ved 10 grader celsius, men de kan sagtens vokse og brede sig ved denne temperatur. Da svampenes sporedannelse har stor betydning for, om vi kan detektere svampene i bygningerne, betyder det, at der kan være svampeangreb i en bygning, som vi ikke finder,” fortæller Birgitte Andersen.

En anden opdagelse er, at når disse svampe vokser på deres favoritmateriale, har de næsten samme væksthastighed ved lave temperaturer som ved høje.

”Det kan betyde, at nogle svampe kan sprede sig hurtigere, end vi forventer, på f.eks. fugtige, uisolerede vægge,” uddyber Birgitte Andersen.

”Vi har i årevis observeret, hvordan forskellige svampe slår sig ned forskellige steder. En art ynder tilsyneladende træværk, mens en anden art skimmelsvamp foretrækker gipsplader,” forkla-

rer Birgitte Andersen, som i sin forskning begyndte at studere, om der kunne være nogen former for ’aftalt spil’ mellem svampene.

Et spørgsmål, som længe har optaget forskere, var, om svampene samarbejder for at ’fordele’ rovet mellem sig, eller om de gensidigt bekriger hinanden.

Formålet med denne grundforskning var at finde eventuelle svagheder hos skimmelsvampene. Hvis de eksempelvis bekæmper hinanden gennem kemiske stoffer, kunne disse stoffer måske være nøglen til menneskets bekæmpelse af skimmelsvampene, så vi i sidste ende kunne forhindre, at svampeangreb overhovedet opstår.

### Fredelig sameksistens

Men intet tyder på, at skimmelsvampe anvender nogen form for kemisk krigsførelse over for hinanden. Svampene accepterer bare hinanden, lyder konklusionen fra Birgitte Andersen.

”Det ser ud til, at skimmelsvampene er ret ligeglade med hinanden. De ste- >>

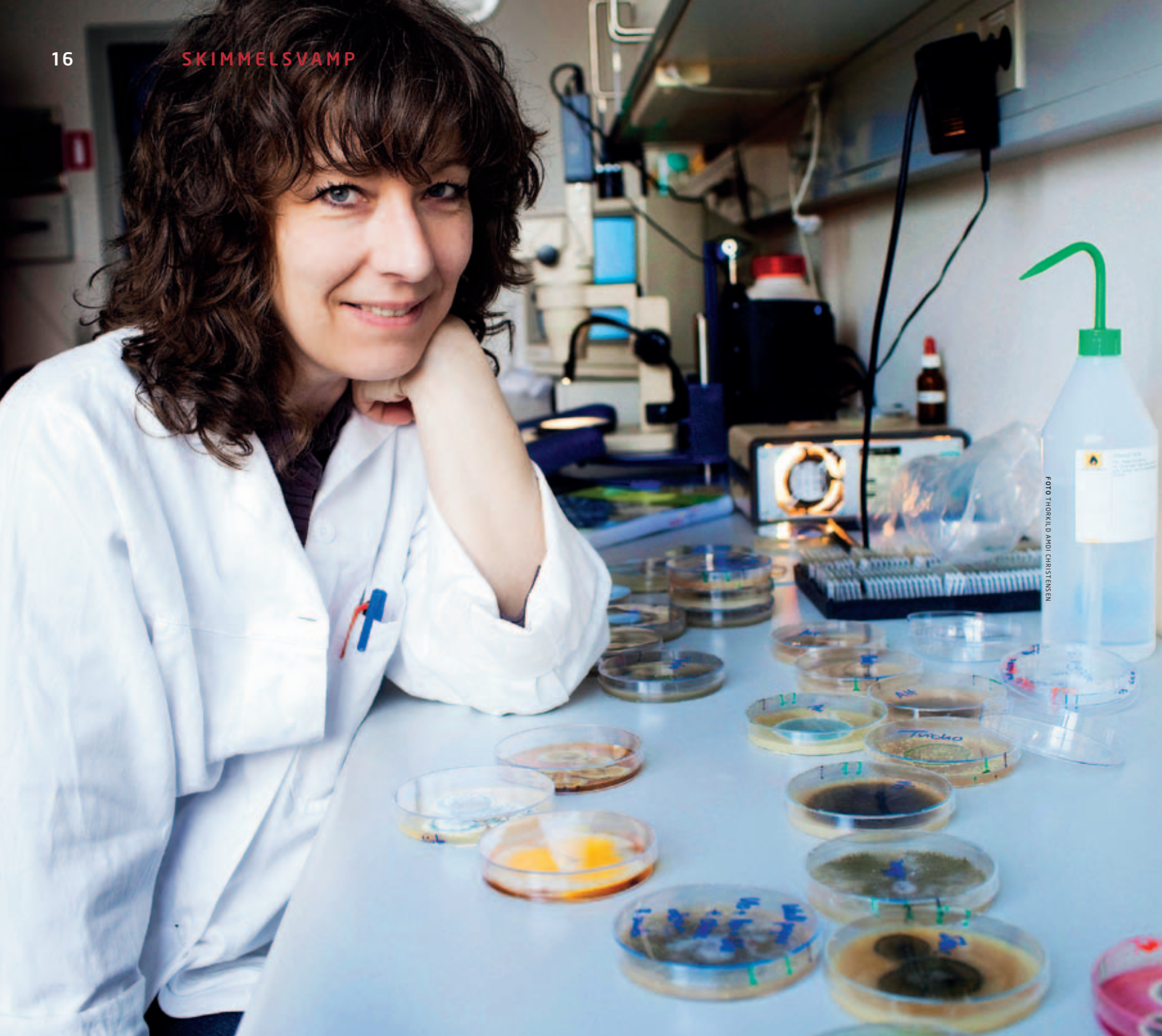


FOTO THORIKILD AMØL CHRISTENSEN

Lektor Birgitte Andersen med et udsnit af de skimmelsvampe, der lever i mange bygninger. Mange byggematerialer er nemlig gulf for svampene, eksempelvis maling, tapetklister og spånplader.

>> der, hvor to svampe vokser sammen, kan man i mikroskopet se, hvordan de blot vokser hen over hinanden og filtrer sig sammen. De er meget tolerante over for hinanden. Det er ligesom at se et skovkrat, hvor rødder og grene fra forskellige planter vokser sammen. Og når to svampe ikke optræder samme sted, skyldes det ikke, at de bekriger hinanden, men er ene og alene et spørgsmål om, hvorvidt de begge har

en medfødt evne til at nedbryde det pågældende materiale, de vokser på, eller ej,” forklarer Birgitte Andersen om sine forskningsresultater.

Det har fået Birgitte Andersen til at skifte fokus i bekæmpelsen af skimmelsvampe i bygninger.

”Vi kan forske i årevis i, hvordan og hvorfor den enkelte svamp gør os syge, men den korteste vej til at undgå sygdom vil være at forebygge, at de over-

hovedet begynder at vokse i vore bygninger,” lyder det kontant fra lektoren.

#### Hold vandet ude

For trods svampenes mangfoldighed, så er der én væsentlig fællesnævner: De trives kun i fugtige omgivelser. Derfor gælder det om at holde vandet ude, lyder det korte råd fra Birgitte Andersen.

”At forebygge skimmelsvampeangreb burde være det simpleste i denne



verden. Hold bygninger og byggematerialer tørre. Så enkelt er det. For svampesporer er alle vegne, og dem kan vi ikke holde ude. Men i tørre omgivelser vokser de ikke. Vores materialer bliver først til det rene tagselvbord for skimmelsvampene, når de bliver fugtige,” forklarer Birgitte Andersen.

Det betyder, at man skal undgå vandskader fra utætte tage, sprængte vandrør, fygesne på lofterne eller oversvømmelser i kældrene. Ligesom det også er vigtigt at holde luftfugtigheden nede indendørs.

”Dette er dog lettere sagt end gjort. Mange steder kan det være meget svært at holde vandet ude og fugten nede, og problemerne bliver ikke mindre i fremtiden,” spår Birgitte Andersen og henviser til klimaforandringer med kraftigere nedbør og øget risiko for oversvømmelser, der måske kan forværre problemerne.

### God byggeskik forhindrer angreb

Men omhyggelighed ved nybyggeri er også afgørende for, at vi undgår skimmelsvamp, pointerer Birgitte Andersen.

”Det er vigtigt, at byggematerialer beskyttes mod nedbør, ligesom byggesjusk, som f.eks. dårlig montering af dampspærre, skal undgås. Der skal også gå en vis tid, før nybyggeri er klar til indflytning, så byggefugten fra murede vægge, tapetklister og lignende når at forsvinde,” lyder rådet fra Birgitte Andersen.

### Samarbejde på DTU

At undgå svampeangreb i byggeri kræver viden om skimmelsvampe, og den deler lektoren ud af ved at undervise på DTU Byg. Birgitte Andersen har en vision om et integreret samar-

bejde mellem DTU Byg og DTU Systembiologi i kampen mod skimmelsvampe i vores bygninger.

”DTU er det eneste sted, jeg kender, hvor der forskes og undervises i både skimmelsvampebiologi og bygningskonstruktioner. Vi har muligheden for at skabe et unikt polyteknisk miljø, hvor vi kan uddanne bygningsingeniører, forske i løsninger til forebyggelse og efteruddanne folk i byggebranchen baseret på den nyeste viden.”

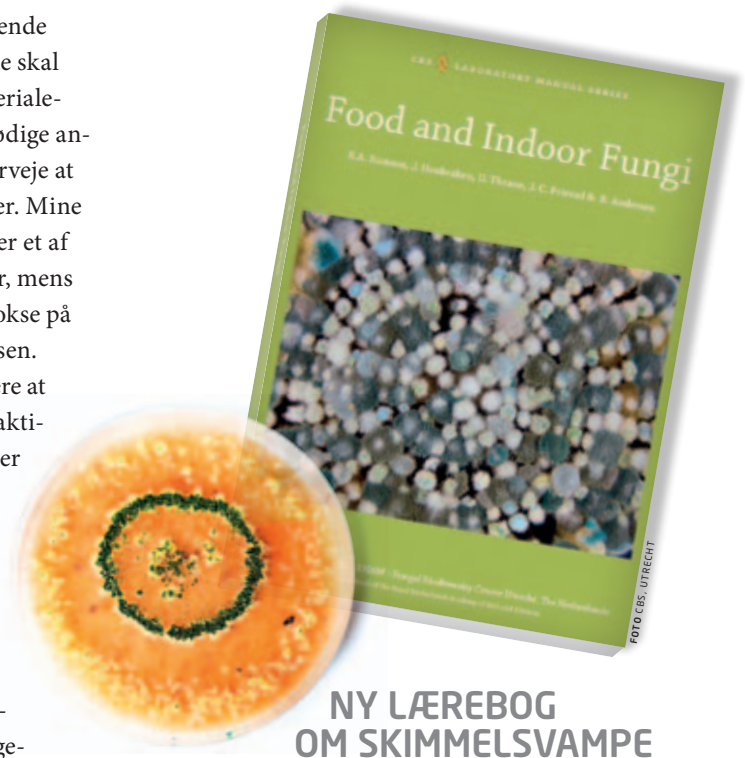
”Bygningsingeniører skal kende skimmelsvamperisikoen, og de skal vide, at god byggeskik og materialevalg kan forhindre mange unødige angreb. Måske skal vi endda overveje at anvende andre byggematerialer. Mine resultater viser f.eks., at tapet er et af svampenes yndlingsmaterialer, mens de har meget sværere ved at vokse på glasvæv,” siger Birgitte Andersen.

En anden løsning kunne være at gøre materialerne mindre attraktive for skimmelsvampe, og det er et forskningsprojekt, Birgitte Andersen ønsker at kaste sig over i samarbejde med DTU Byg.

”Ligesom vi kan konservere fødevarer, så kan vi undersøge, om vi på en tilsvarende måde kunne behandle byggemateriale med stoffer, der forhindrer skimmelsvampevækst. Udfordringen er så at finde nogle stoffer, som er ugiftige for mennesker, så de ikke ender med at udgøre en endnu større helbredsrisiko end svampeangrebet.” <

**!** YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Birgitte Andersen, ba@bio.dtu.dk**



## NY LÆREBOG OM SKIMMELSVAMPE

Resultaterne fra det treårige projekt er også blevet inkorporeret i en engelsksproget lærebog, 'Food and Indoor Fungi', i samarbejde med Birgitte Andersens kollegaer på DTU Systembiologi og på Centraalbureau voor Schimmelcultures i Utrecht, Holland. Bogen indeholder anvisninger på indsamlingsmetoder, dyrkningsmetoder og identifikationsnøgler baseret på klassisk mikroskopi, såvel som moderne kemiske og genetiske analyser.



# FRA PUDSIGT FÆNOMEN TIL BIG BUSINESS

FOTO THORKILD AMDI CHRISTENSEN

MORTEN ANDERSEN &gt;

I visse krystaller og keramiske materialer opstår der et elektrisk felt, når man trykker på dem. Fænomenet hedder piezo-elektricitet, og virksomheden Noliac er blandt verdens førende i udnyttelsen af den.

Ole Wibom har en drøm.

”Jeg forestiller mig, at jeg præsenterer en kunde for vores koncept til en transformer, der forsyner en almindelig bærbar pc med strøm, og som fylder en brøkdel af normale transformere. Præsentationen kører via PowerPoints fra min egen pc. Jeg peger så hen på væggen, hvor prototypen til transformeren allerede sidder, og forsyner min pc med strøm!”

Noliac A/S, som Ole Wibom er administrerende direktør for, tilhører en

eksklusiv gruppe af virksomheder, der er i stand til at fremstille meget avancerede piezo-elektriske komponenter. Det vil sige komponenter, der er i stand til at omsætte mekanisk tryk til elektrisk spænding – eller omvendt: omsætte elektrisk spænding til mekanisk bevægelse.

Virksomhedens komponenter udnyttes allerede i en række sammenhænge. For eksempel som fintfølede sensorer, der kan overvåge en maskine på en fabrik. Hvis maskinens lejer er

Piezo-keramiske multilagskomponenter som f.eks. disse ringaktuatorer udvider sig med 3 µm (mikrometer), når de tilføres elektrisk spænding. En præcis udvidelse, der ikke kan ses med det blotte øje, men som er ekstremt vigtig i mange applikationer.



slidte, vil mønsteret af vibrationer ændre sig. Det kan en piezo-elektrisk sensor registrere, så man kan vedligeholde maskinen i god tid, inden den bryder ned.

”Men piezo-effekter kan udnyttes til langt mere, end de bliver i dag. I samarbejde med forskere ved DTU Elektro har vi for eksempel vist, at man kan erstatte de traditionelle jernkerne-transformere, som vi alle kender fra vores bærbare pc'er, lamper og lignende, med små, elegante transformere baseret på piezo-effekten,” siger Ole Wibom og tilføjer:

”De fleste af os har nok prøvet at købe en bærbar computer, som vejer to kilo ifølge kataloget, men reelt vejer 2,5 kilo, når man regner transformeren med.”

#### Erhvervsforskerprojekt med drive

Ud over besparelsen i vægt kan en piezo-elektrisk transformer opvise langt større energitæthed end en transformer med jernkerne – den er simpelt hen langt mere effektiv i forhold til sin volumen. Samtidig afgiver den mindre

varme, og den er ikke påvirket af magnetfelter i omgivelserne. Det vil for eksempel være en meget stor fordel i forbindelse med scannere og lignende udstyr på hospitalerne.

For at gøre idéen til virkelighed samarbejder Noliac med professor Michael A.E. Andersens forskningsgruppe på DTU Elektro. Resultaterne er lovende.

”Et erhvervsforskerprojekt, som vi gennemfører i samarbejde med DTU, viser, at 'piezo-transformerne' kan fremstilles til samme pris som traditionelle transformere,” siger Ole Wibom.

Noliac er ikke selv gearret til at fremstille millionvis af transformere, og i princippet kunne virksomheden lige så godt alliere sig med en af verdens store elektronikproducenter med det samme. Men Ole Wibom ønsker først at tage kontakten, når han har prototypen klar.

”Du kommer længere, når du ikke blot har en idé, men faktisk en prototype, der virker og er patenteret.”

I den sammenhæng tilføjer han

med et smil, at samarbejdet med forskningsgruppen på DTU nærmest giver virksomheden mere, end den har brug for:

”Vi kunne hurtigt bruge millioner af kroner på patentansøgninger og vedligeholdelse af de mange patentforslag, der kommer fra forskerne. Forskerne får ikke en ny idé hver uge – men næsten! Og jeg vil da heller ikke udelukke, at vi kommer til at patentere adskillige idéer. Kunsten er at vælge det rigtige at patentere. For patentering er dyrt for en mindre virksomhed som os.”

#### Mange lag øger effekten

Aktuelt har Noliac 22 medarbejdere i Danmark, 38 medarbejdere i to datterselskaber i Tjekkiet samt halvanden salgsmedarbejder i USA. 95-98 procent af omsætningen ligger uden for Danmark.

I Tjekkiet udvikles og fremstilles dels selve de piezo-keramiske materialer (PZT), dels enkeltlags-komponenter baseret på materialerne. Denne form for komponenter har været frem-

&gt;&gt;

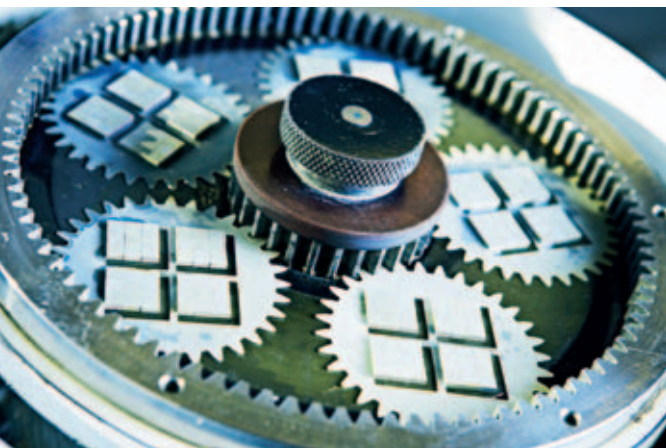


FOTO: TUE SCHIBERNE

Fremstillingen af multilags piezo-keramiske komponenter er en kompliceret proces. Her er det planslibning, som sikrer, at overfladens ruhed er minimal.

- >> stillet industrielt siden 1950'erne. For eksempel bruges de i hydrofoner, der indgår i ekkolod.

Den danske del af virksomheden, Noliac Motion, fremstiller multilags piezo-elektriske komponenter. Her er udgangsmaterialet også PZT – som imidlertid formes til tynde lag, der stakkes med elektrode-lag imellem.

I en kompliceret proces skæres og formes multilags-komponenterne efter det ønskede design og den ønskede geometri. Typisk er den færdige komponent et par millimeter tyk og indeholder op til 100 lag. Fremstillingen kræver stor akkuratess. Til gengæld opnår man et produkt, som er langt mere følsomt end enkelt-lags-komponenterne. Det vil sige, at der skal en ganske lille spænding til for at fremkalde den ønskede mekaniske ændring i komponenten. Det åbner for mere elegante og energieffektive løsninger – for eksempel i de omtalte transformere.

#### Kunder tænker 'skruer og møtrikker'

Noliac Motion er blandt den blot halve snes virksomheder i verden, som er i stand til at fremstille multilags piezo-elektriske komponenter. Samtidig har den danske virksomhed specialiseret sig i at levere kundespecifikke løsninger.

”Vi fremstiller ikke komponenter i

millionvis, men i mellemstore styktal og rettet mod en bestemt kunde,” forklarer Ole Wibom.

Typisk har kunden betalt for udviklingsarbejdet. Denne type indtægter udgør faktisk 40 procent af Noliacs omsætning. Til gengæld sætter kunden indimellem begrænsninger for, hvordan Noliac må udnytte resultaterne – typisk ved, at Noliac ikke må sælge produktet til andre kunder i den samme branche.

Konceptet har den fordel, at Noliac spreder sin risiko over et meget stort antal brancher. Desuden løfter virksomheden hele tiden sit vidensniveau.

”Fremstillingen er kompliceret, men desværre må vi erkende, at kunderne stort set betragter vores komponenter på linje med skruer og møtrikker. Det vil sige som noget, der først rigtigt får værdi, når det indgår i et større system. Det holder prisen på selve komponenterne nede. Derfor har vi udvidet vores portefølje af produkter for at

## BRØDRENE CURIES KURIØSE

Piezo er græsk og betyder 'presse' eller 'klemme'. I visse typer krystaller og keramiske materialer opstår der et elektrisk felt, når man klemmer på dem. Det kaldes piezo-elektricitet. Materialer med piezo-elektriske egenskaber virker også den anden vej – de kan ændre form, når man sætter strøm til dem.

Brødrene Pierre og Jacques Curie tilskrives opdagelsen af fænomenet. I 1880 gennemførte de en serie af forsøg, hvor de demonstrerede effekten i en række naturligt forekommende krystaller. I de kommende årtier blev det dog mest betragtet som et kuriøst fænomen.

I 1917 kom den første praktiske udnyttelse af fænomenet, nemlig i forbindelse med udviklingen af en sonar, der kunne opdage ubåde. I sonaren sad tynde kvartskrystaller limet fast mellem to metalplader. Hver gang man satte strøm til systemet, udvidede krystallerne sig. Det genererede en højfrekvent lyd, som – hvis der var en ubåd i nærheden – ville blive kastet tilbage. Ud fra den tid, det tog signalet at komme tilbage, kunne man samtidig beregne afstanden til ubåden.

I midten af århundredet opdagede forskergrupper i USA, Japan og Sovjetunionen uafhængigt af hinanden, at det var muligt at fremstille materialer med langt større piezo-elektrisk

opnå en tilfredsstillende indtjening,” siger Ole Wibom.

#### Direktører har skiftet roller

Ole Wibom har først for nylig overtaget stillingen som administrerende direktør fra Bjørn Andersen, som nu er teknisk direktør. Begge er civilingeniører fra DTU. De udgør den daglige ledelse sammen med direktør for human resources Lotte Beck.

”Bjørn og jeg er begge teknikere, og det er selvfølgelig en stor fordel i den forstand, at vi skal kunne forstå vores kunders produkter for at kunne lave udviklingsprojekter sammen med dem. Men det kan også være for snævert, hvis ledelsen kun består af to mennesker, som begge har den samme baggrund,” erkender Ole Wibom.

Bjørn Andersen og Ole Wibom kendte hinanden fra studierne på DTU, og nogle år efter, at Bjørn Andersen stiftede Noliac i 1997, hentede han sin tidligere studiekammerat ind som udviklingschef. At de nu har skif-

tet roller, skyldes indirekte en beslutning, som Ole Wibom tog i 2006.

”Jeg besluttede at tage en MMT (Master of Management and Technology) på DTU Business. Det var egentlig ikke med henblik på at blive administrerende direktør, men efterhånden begyndte jeg at sætte flere spørgsmålstegn ved den måde, vi gjorde tingene på. Og da Bjørn samtidig godt kunne tænke sig at fokusere på teknologien, blev vi simpelthen enige om at skifte roller.”

#### Produkter til forbrugere

Skiftet har ikke ført til ændringer i virksomhedens strategi, understreger Ole Wibom:

”Jeg mener faktisk, at de ting, vi gjorde, var rigtige. Den største forskel, efter jeg har taget min MMT, er egentlig, at jeg nu forstår, hvorfor det, vi gør, er rigtigt!”

Samtidig vurderer Ole Wibom dog, at Noliac kommer til at stå over for store forandringer, når resultaterne af udviklingsprojektet i samarbejde med DTU

Elektro om piezo-elektriske transformere skal omsættes til forretning.

”På den ene side passer projektet om transformere fint ind i vores strategi om at sprede vores risiko på mange brancher, men på den anden side er det radikalt anderledes at fremstille produkter, der skal produceres i meget store styktal i forhold til vores normale koncept. For at tage et eksempel kommer vi nok ikke uden om at alliere os med en industriel designer. Hvis man vil fremstille produkter, der skal ud til almindelige forbrugere, må de nødvendigvis pakkes pænt ind. Kort sagt åbner projektet for mange spændende udfordringer, som vi glæder os til!” <

! YDERLIGERE OPLYSNINGER  
[www.noliac.com](http://www.noliac.com)

## OPDAGELSE

effekt, end den man kan opnå i naturligt forekommende materialer. Det satte gang i en lang række af industrielle anvendelser. Det mest kendte eksempel – og den klart største anvendelse af piezo-elektronik – er i elektroniske lightere, hvor fingerens mekaniske påvirkning omsættes til den gnist, der antænder gasflammen.

Inden for de seneste år er en halv snes virksomheder verden over – blandt dem danske Noliac – begyndt at fremstille såkaldte multilags piezo-elektriske komponenter. Ved at stakke mange tynde lag kan man få komponenter, hvor den piezo-elektriske effekt kan udnyttes ved langt lavere spænding. Det åbner for mange nye anvendelser.

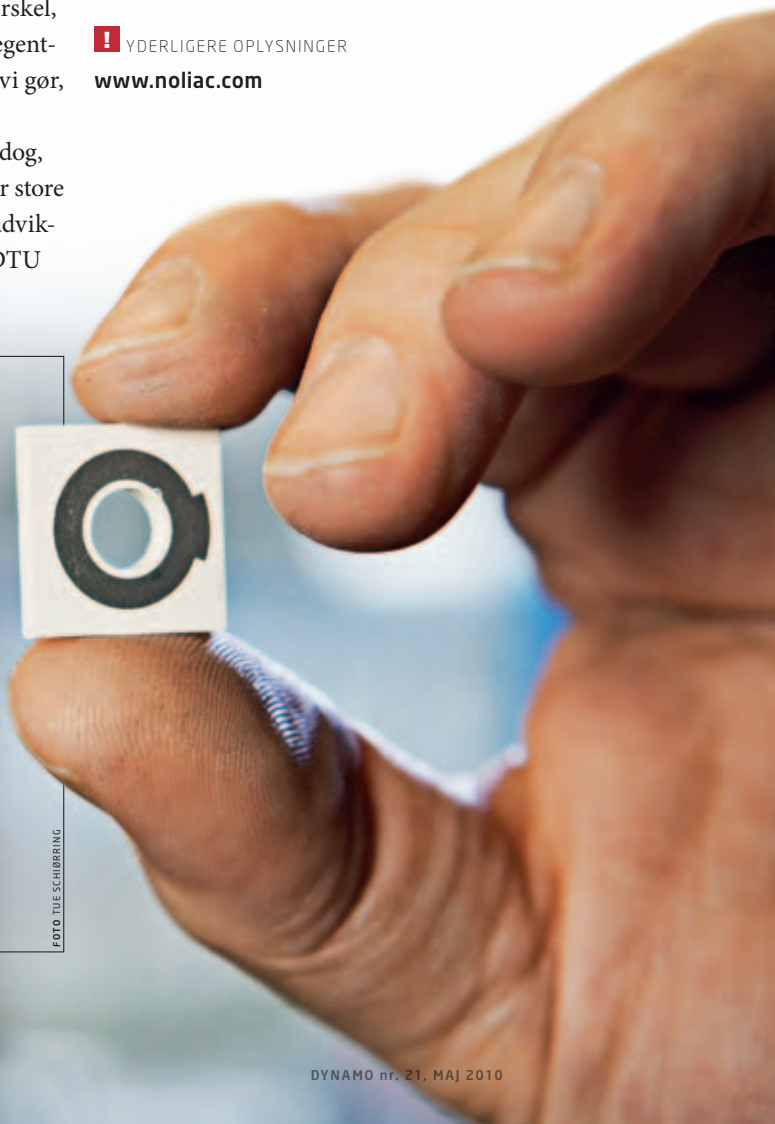


FOTO: TUE SCHJØRRING

Fiskene i havet er en fælles – og begrænset – ressource. Derfor kræver både myndigheder og forbrugere, at fiskeri foregår på en bæredygtig måde. Det kræver pålidelig dokumentation. Forskere på DTU har udviklet en metode til at levere denne dokumentation.

# PÅ VEJ MOD BÆREDYGTIGT FISKERI

CHARLOTTE MALASSÉ >

Det Internationale Havundersøgelsesråd (ICES) påpeger i sin seneste vurdering af torskebestanden i Nordsøen og Skagerrak, at der bliver hevet væsentligt flere fisk op af havet end den kvote, som EU og Norge har fastlagt. Det nuværende kvotesystem virker med andre ord ikke efter hensigten. Systemet er baseret på landingskvoter, hvor det kun er den fangst, fiskerne tager med i land, der tæller. Når myndighederne

fastsætter landingskvoterne, er der taget højde for, at der sker et vist udsmid af fisk. Men myndighederne mangler præcis dokumentation for, hvor mange fisk, der reelt smides ud. Derfor haster det med at få en effektiv registrering af alt, hvad fiskerne reelt fanger.

Det er baggrunden for et etårigt projekt, som forskere på DTU Aqua har gennemført for Fødevareministeriet. I projektet blev seks fiskekuttere

udstyret med kameraer og sensorer, der nøjagtigt registrerer alt, hvad der fanges. Projektet blev afsluttet i sommeren 2009, og på baggrund af projektets resultater er kameradokumentation nu skrevet ind i den fælles europæiske fiskerilovgivning.

**Fra landingskvoter til fangstkvoter**  
Projektet har vist, at fuldt dokumenteret fiskeri i form af elektronisk regi-



strering af fiskeriaktiviteter og kameradokumentation giver en forbedret registrering af fangsten og hermed bærer vejen for en mere bæredygtig fiskeripolitik. Fuldt dokumenteret fiskeri gør det nemlig muligt at basere fiskeriforvaltningen på fangstkvoter i stedet for landingskvoter, og dermed kommer man problemerne med udsmid af fisk til livs.

”Formålet er ikke kontrol af fiskerne, men at udvikle en metode, der gør fiskerne i stand til helt nøjagtigt at dokumentere, hvordan de udøver deres fiskeri, og hvad de fanger. Med kameramonitering kan de dokumentere, at de driver bæredygtigt fiskeri,” forklarer projektleder Jørgen Dalskov fra DTU Aqua.

### Pålidelig dokumentation

Den danske regering har foreslået en ændring i EU’s fælles fiskeripolitik fra landingskvoter til fangstkvoter. Ønsket er også at reducere antallet af regler, blandt andet ved at give den enkelte fisker et større ansvar for at udøve et bæredygtigt fiskeri, mod at fiskeren til gengæld får et større økonomisk udbytte. Når forvaltningen baseres på fangstkvoter, bliver den enkelte fisker ansvarlig for alle de fisk, han får om bord, idet alle fisk, hvad enten de er over eller under mindstemålet, tæller med på kvoten. Fangstkvoter kan i de fleste tilfælde

fastsættes højere, end de landingskvoter fiskerne har i dag.

### Data i høj kvalitet

I projektet blev der indsamlet 16.955 timers data fra de seks kuttere. Disse data blev dernæst analyseret på DTU.

”De indsamlede video- og sensordata er i en meget høj billedkvalitet,” fortæller Lotte Kindt-Larsen, som er videnskabelig assistent på DTU Aqua. ”Vi får meget præcise data og mål på alt, hvad der bliver fanget og kommer om bord.”

Og Jørgen Dalskov fortsætter: ”Vi kan bruge den elektroniske monitorering til at verificere det, fiskeren selv har dokumenteret i sin logbog. Sensordata kan verificere præcis, hvor og hvornår de fisker, og videobillederne kan verificere fangstkompositionen og udsmidsmønstrene på havet.”

Derudover er kameramonitering tidsbesparende i forhold til at have en observatør med om bord i en hel måned, forklarer Jørgen Dalskov.

”Det tager mellem 10 og 40 minutter at analysere en fiskeribegivenhed og måske fire-seks timer at analysere sensordata for en hel måneds fiskeri.”

### Hvad siger fiskerne selv?

”Jeg har været så træt af at blive beskyldt for rovfiskeri, og nu har vi chancen for at bevise det modsatte – at vi ikke fanger nogen undermålsfisk,”

fortæller Poul Erik Hansen, der i 20 år har været skipper på trawleren Tiki fra Gilleleje. Han er en af de fiskere, der var med i projektet.

”Vi har ikke noget at skjule, så hvorfor skulle vi frygte at blive overvåget?” siger skipperen.

De seks fartøjer, som har været med i projektet, skulle lande al fisk over mindstemålet – det vil sige også de mindre torsk, som fiskeren ikke får en høj pris for, og som han i visse tilfælde tidligere smed ud til fordel for større torsk. Det gav et stort ressourcspild, idet fiskene er døde, når de smides ud.

”Vores forsøg med de seks skippere viser, at metoden er meget adfærdsgulerende, og at udsmidningen af torsk er blevet reduceret med cirka 30 procent,” fortæller Jørgen Dalskov.

Fiskerne er blevet mere bevidste om deres fiskemønstre og tilpasser nu oftere fiskested og ændrer maskestørrelse i redskabet, så de undgår at fange fisk under mindstemålet. Derved kan de små fisk forblive i havet og vokse sig store. Jo større og bedre bestanden er, jo mere kan fiskeren fange på lang sigt.

Til gengæld for at registrere alle torsk, der blev fanget, fik fiskeren en betydeligt højere torsk kvote – de kunne fange mellem 40 og 100 procent mere. Den forøgede kvotetildeling svarer til den andel af torskfangsten, som forskerne havde beregnet, at fiskerne normalt ville have smidt ud. Ideen med at give fiskerne højere kvoter som incitament til at tage mere ansvar for, at alt, hvad der kommer om bord, bliver talt med, vurderes af både forskere og myndigheder til at være vejen frem mod et mere bæredygtigt fiskeri. >>

Seks fiskerifartøjer lod sig frivilligt kameraovervåge – fire trawlere, et snurrevods fartøj og et garnfartøj. Således fik forskerne erfaring med, hvordan elektronisk monitorering fungerer på forskellige båd- og fiskerityper. De deltagende fartøjer fik deres fiskekvote forhøjet med 40-100 procent afhængigt af farvandsområde. Til gengæld skulle al torsk over mindstemålet landes, og fisk både over og under målet blev afskrevet på kvoten.

>> Samarbejdet mellem fiskerne og forskerne gennem projektet har været positivt, fortæller de involverede parter. Fiskernes tilfredshed hænger ikke kun sammen med muligheden for højere kvoter. De vil også gerne bidrage til at indsamle data til brug for forskning, rådgivning og forvaltning.

### Organisationer og politikere begejstrede

Verdensnaturfonden, WWF, er også tilhænger af kameramonitering, idet den længe har advokeret for brugen af observatører om bord på fiskerfartøjer for at registrere, hvad der faktisk bliver fanget. Men at have en observatør med om bord i mange dage kræver tid og ressourcer.

”Brug af kameraer om bord er fantastisk,” synes Louize Hill fra den skotske afdeling af WWF. Hun er overbevist om, at fiskerne også kan se fordelene med kameraer om bord, fordi forsøgene både giver økonomisk gevinst i form af højere kvoter og mulig-

hed for at dokumentere, at de bedriver bæredygtigt fiskeri, hvilket er et vigtigt aspekt for forbrugerne i dag.

”Forbrugerne er klar over problemer med overfiskeri og udsmid. Derfor er de bekymrede for, om den fisk, de spiser, er fanget på et bæredygtigt grundlag,” forklarer Louize Hill.

Også politikere hilser det elektroniske monitoringsystem som et nyt værktøj i fiskeriforvaltningen velkomment. Skotland, Sverige og England har indført elektronisk monitorering. Euro-parådet og Europa-Kommissionen støtter yderligere forsøg og udvikling af fuldt dokumenteret fiskeri i andre EU-lande i 2010 for at kunne vurdere, om implementeringen af den elektroniske monitorering er et reelt alternativ.

”DTU Aqua har været en god samarbejdspartner og har udviklet et system, som effektivt kan dokumentere fiskernes fangster. Dette projekt gør det muligt at komme det store udsmid af fisk til livs og forvalte fiskeriet på en langt mere bæredygtig måde,” konstaterer fødevareminister Henrik Høegh og konkluderer: ”Kameraforsøgene er et godt eksempel på, hvordan forskningen bidrager til den konkrete fiskeriforvaltning og -politik. Det viser DTU Aquas vigtige rolle som en del af et universitet med myndighedsbetjening.” <

**I** YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Sektionsleder Jørgen Dalskov,**  
jd@aqu.dtu.dk

Seks fartøjer har hver fået monteret fire vandtætte kameraer, som kan dokumentere, hvor mange fisk der kommer om bord, og hvor mange der smides ud. En harddisk begynder automatisk at optage og gemme signalet i det øjeblik, fartøjet lægger fra kaj. Kameraerne tager flere billeder i sekundet, afhængigt af, om det er fangstsorteringen eller indhalingen, der optages.



Billeder fra de fire videokameraer, som er installeret om bord på de deltagende fartøjer.

## TEKNIKEN BAG

DTU Aqua har brugt et kamerasystem udviklet af Archipelago Marine Research Ltd., Canada. Det bruges også ved visse former for fiskeri i Canada, USA, New Zealand og Australien.

Et antal sensorer registrerer løbende fartøjets position, kurs, fart, samt hydrauliktryk og rotation på trawl.

Fire vandtætte kameraer optager billeder af dæksområdet, hvor fiskene kommer om bord, sorteres og renses, samt udsmidsområdet. De optager alt, hvad der foregår, indtil fartøjet er tilbage i havn igen.

Informationen lagres på en harddisk, som kan indeholde data fra 20-30 dages fiskeri.

Sensordata gør det muligt at se nøjagtigt, hvad et fartøj har foretaget sig på en præcis position. Et helt fiskeri kan dermed analyseres på ganske kort tid.

Den elektroniske monitorering bruges til at verificere det, fiskeren selv har dokumenteret i sin logbog. Sensordata kan verificere, hvor og hvornår fiskerne fisker. Videobillederne kan verificere fangstkompositionen og udsmidsmønstrene på havet.



# DEN SVÆRE OLIEJAGT GÅR IND

De nemme oliefund er gjort for længst, men der ligger stadig olie for et trecifret milliardbeløb gemt i den danske del af Nordsøen. Nyt center på DTU udforsker mulighederne for at hente den op.

AF MORTEN ANDERSEN >

Den tid er ovre, hvor man med lethed kunne udpege nye oliefelter i den danske del af Nordsøen ud fra karakteristiske mønstre i de seismiske målinger af undergrunden. Og så ellers bare pumpe olien op. Men der gemmer sig stadig store mængder olie i undergrunden, blot er den ikke så let tilgængelig som tidligere. Selv om der er bred enighed om, at vedvarende ener-

gi skal spille en større og større rolle i fremtidens energiforsyning, vil verden stadig være stærkt afhængig af olie og gas i de kommende år. Derfor er der store perspektiver i at finde frem til, hvordan den tilbageværende olie og gas effektivt kan hentes op fra Nordsøens gemmer. Og med de rigtige matematiske værktøjer og masser af computerkraft er der stadig nye fund at

gøre. En af de virksomheder, der følger udviklingen inden for området med interesse, er DONG Energy:

”Hvis vi skal finde nye olie- og gasreservoirs i de områder, hvor vi allerede har produceret de store felter, er det nødvendigt at forøge mængden af informationer, vi kan få ud af de data, vi har til rådighed. Det kan opnås gennem bedre matematisk behandling >>

>> af vore data, så fysisk mindre felter bliver mere synlige. Ikke nok med, at reservoirerne kan være mindre, de kan også have mindre relief, så de er langt vanskeligere at få øje på blandt de andre lag i undergrunden,” siger Morten Gjetting Stage, forsknings- og udviklingschef i DONG Energys afdeling for olieudvinding.

I et klassisk oliefelt er der en bøjning i de geologiske strukturer i undergrunden, så der er dannet en gryde, hvori olien har samlet sig og ikke kan undslippe. Når man laver en seismisk undersøgelse af området – det vil sige, at man sender lydbølger ned i undergrunden og udnytter, at forskellige geologiske lag reflekterer lyden forskelligt – kan man let se bøjningen i lagene. Man vil dermed også vide, at der er stor sandsynlighed for at finde olie her.

”Alle den slags felter er fundet for længst i den danske del af Nordsøen, men der er stadig nye felter at finde. For eksempel kan man have et område med meget porøs kalk, som indeholder olie, omgivet af mindre porøse kalklag, der fungerer som en barriere, der hol-

der olien fanget,” forklarer geofysiker Klaus Mosegaard, professor på DTU Informatik og fuldt medlem af et nyt center på DTU, Center for Energy Resources Engineering (CERE).

#### Data strækkes til det yderste

Denne type oliefelter, hvor det grundlæggende geologiske materiale er magen til det i omgivelserne, kaldes stratigrafiske felter.

”For at finde dem er vi nødt til at strække vores data til det yderste,” siger Klaus Mosegaard.

”Man får faktisk bestemte karakteristiske mønstre fra seismiske målinger på stratigrafiske felter. Problemet er bare, at man ofte kan forestille sig andre strukturer, der kunne give de samme datamønstre. I oliebranchen har man forståeligt nok været tilbageholdende med at bore i situationer, hvor der har været forskellige alternative forklaringer, så det har været usikkert, om der var olie at finde. Det er nu engang meget bekosteligt at bore. Målet for en del af vores forskning er at forsyne de forskellige alternative for-

klaringer i en given situation med en sandsynlighed. På den måde kan man undgå dyre borer i områder med lav sandsynlighed for at finde olie og i stedet koncentrere kræfterne om de steder, hvor sandsynligheden er stor. Det vil kunne spare branchen for store omkostninger.”

#### Fra Månen til Nordsøen

Klaus Mosegaards geofysiske forskningsgruppe var indtil for nylig en del af Niels Bohr Institutet under Københavns Universitet. Her forskede Klaus Mosegaard blandt andet i Månens indre ved at analysere NASA's gamle seismiske data fra månelandingerne igen med nutidens metoder og computerkraft. En del af de matematiske metoder, som han udviklede, viste sig at være relevante for olieeftersforskning.

Derfor var det et oplagt valg at skifte til DTU, hvor det tidligere IVC-SEP (Ingeniør-Videnskabeligt Center for Faseligevægt og Separationsprocesser) med langvarig erfaring inden for forskning i relation til olie- og gasudvinding stod for at blive udvidet og

## MILLIARDGEVINST AT HENTE

Fra skolebøger og avisernes nyhedsgrafikker er vi vant til at se oliefelter afbildet som store sorte plamager. Det er bare at stikke sugerøret ned og suge til. Men i virkeligheden befinder hovedparten af olien i den danske del af Nordsøen sig i kalk, hvorfra den kun vanskeligt lader sig udvinde.

I gennemsnit er den forventede indvindingsgrad i den danske del af Nordsøen omkring 30 procent. Sagt med andre ord er det 70 procent af olien, som efterlades. Hver procent indvindingsgraden kan hæves med, repræsenterer olie til en værdi af ca. 50 milliarder kr.



FOTO DONG ENERGY

omdannet til CERE. Det nye center har desuden fået tilført lektor, dr.techn. Ida Lykke Fabricius' geologiske forskningsgruppe på DTU Miljø. Gruppens primære interesseområde er kalk, og da størstedelen af olieletterne i den danske del af Nordsøen netop befinder sig i kalk, er adskillige af Ida Lykke Fabricius' arbejder gennem årene af stor relevans for oliebranchen.

CERE viderefører et såkaldt industri-konsortium, der er opbygget af IVC-SEP gennem en lang årrække. Et af medlemmerne i konsortiet er DONG Energy.

”Vi er rigtig glade for, at forskningen med relevans for udvinding af olie og gas nu er samlet i en organisation. For en industripartner som os betyder det, at vi kun behøver at henvende os et sted,” kommenterer Morten Gjetting Stage, DONG Energy, og uddyber:

”De fleste problemer, vi står over for, går på tværs af faggrænser. Derfor ser vi det som en stor fordel, at vi ikke skal forsøge at anspre fire-fem forskellige forskergrupper til at arbejde sammen. Nu kan vi forklare vores problem og overlade til CERE at koordinere, hvilke akademiske ressourcer der bør indgå i projektet.”

### Stigende behov for olie

Kernen i CERE er disciplinen termodynamik, som er relevant for en lang række brancher ud over olie- og gasbranchen. Men centerets leder, professor Erling Stenby, bekræfter, at netop håbet om at få mere af det sorte guld op fra Nordsøens undergrund er en af de tungtvejende grunde til oprettelsen:

”Selv om der er generel enighed om, at verden skal bevæge sig hen mod en fremtid baseret på vedvarende energi, har vi brug for olie og gas på mellem-langt sigt. Faktisk viser prognoser fra

det internationale energiagentur IEA, at efterspørgslen vil vokse frem mod år 2030. Derfor er der både behov for at gøre nye fund og for at øge indvindingsgraden på de eksisterende felter. Det er en presserende og vanskelig udfordring, som skal løses.”

Udfordringen er bestemt ikke mindre i den danske del af Nordsøen, hvor størsteparten af olien gemmer sig i kalk, hvorfra den er svær at udvinde. I gennemsnit er den forventede indvindingsgrad i den danske del af Nordsøen omkring 30 procent. Hver procent indvindingsgraden kan hæves med, repræsenterer olie til en værdi af ca. 50 milliarder kr.

”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. Men det er klart, at der er gode argumenter for en indsats på dette område,” siger Erling Stenby.

### Hvor efterlader vi olie?

En af de metoder, som CERE forsker i sammen med virksomheder i branchen, er at pumpe drivhusgassen CO<sub>2</sub> ned i undergrunden for at presse mere olie op – og derved samtidig blive af med CO<sub>2</sub>'en. Det er dog langt fra altid, at CO<sub>2</sub> er en god løsning, og andre metoder går på at øge indvindingsgraden ved at pumpe sæbestoffer ned i felterne eller lade mikroorganismer nedbryde olien, så den flyder lettere.

”En meget stor del af forsknings- og udviklingsarbejdet i olie- og gasbranchen går naturligt nok på at øge olieindvindingen fra allerede eksisterende felter. Men en anden, mere praktisk tilgang er at finde ud af, hvor vi efterlader olien. Her spiller geofysikken må-

## CENTER FOR ENERGY RESOURCES ENGINEERING (CERE)

Grundstammen i det nye center er seks forskere ved DTU Kemiteknik og deres kompetencer inden for disciplinerne termodynamik og transportprocesser, som fandtes på det tidligere IVC-SEP (Ingeniør-Videnskabeligt Center for Faseligevægt og Separationsprocesser). Desuden er lektor, dr.techn. Ida Lykke Fabricius' geologiske forskningsgruppe på DTU Miljø med i CERE. Det samme er professor Klaus Mosegaards geofysiske forskningsgruppe ved DTU Informatik, som tidligere var en del af Niels Bohr Institutet under Københavns Universitet. Endelig har CERE mulighed for ad hoc at tilknytte forskere fra andre institutter på DTU som midlertidige deltagere. CERE viderefører IVC-SEP's industri-konsortium, der aktuelt består af 28 danske og internationale virksomheder, hvoraf flere er blandt verdens største virksomheder inden for olie og gas.

ske også en væsentlig rolle,” siger Morten Gjetting Stage, DONG Energy.

”Indtil for ganske nylig har vi forsøgt at forstå vores reservoirers opførsel ud fra simuleringsmodeller. Vi har optimeret på en række parametre for flow – med den antagelse, at den underliggende geologiske model har været korrekt. Men nogle af de modeller, som CERE arbejder med, drejer sig ikke kun om at kunne matche den måde, som feltet historisk har opført sig på, men også om at fastslå de underliggende geofysiske og geologiske egenskaber. Hvis vi bliver bedre til det, vil vi også blive bedre i stand til at vælge de rette metoder, der kan øge olieproduktionen,” slutter Morten Gjetting Stage.

! YDERLIGERE OPLYSNINGER

[www.cere.dtu.dk](http://www.cere.dtu.dk)



# MATEMATISKE MODELLER SPOTTER FARLIGE STOFFER

Ved hjælp af computerberegninger har DTU Fødevareinstituttet hjulpet Miljøstyrelsen med at skabe ny viden om tusinder af kemiske stoffers farlighed.

LOTTE KRULL >

Da EU's såkaldte kemikalielov, REACH, trådte i kraft den 1. juli 2007, fik de virksomheder i EU, der anvender kemiske stoffer i produktionen, et større ansvar for selv at klassificere disse stoffer og deres eventuelle farlighed. Virksomhederne må med andre ord gerne benytte farlige stoffer i produktionen, men de er forpligtet til at oplyse om stofferne ved mærkning på emballagen eller i sikkerhedsblade.

Der eksisterer hundrede tusind kemiske stoffer, som indgår i massevis i de produkter, som vi omgiver os med dagligt. Og der findes kun ganske lidt viden om størstedelen af disse stoffers effekt på mennesker og miljø. EU's myndigheder har kun klassificeret en

lille del af disse stoffer – omkring syv procent – for deres farlige egenskaber. Så hvis en virksomhed producerer eller importerer varer, hvor der indgår kemiske stoffer, som ikke er blandt de EU-klassificerede, skal virksomheden oplyse forbrugerne om disse stoffers farlighed. Det er det, der går under betegnelsen 'selvklassificering'.

En forudsætning for, at virksomhederne kan udføre selvklassificeringen er, at de kan indhente den nødvendige viden om stofferne og deres farlighed. Kemikaliers farlighed kan eksempelvis bestå i, at de har en uheldig påvirkning af vores vandmiljø, arveanlæg, eller at de er kræftfremkaldende.

Og denne viden om kemikaliers farlighed findes som nævnt kun for visse stoffer, der er blevet testet i laboratorier på f.eks. forsøgsdyr. For hovedparten af de kemiske stoffer, der anvendes i EU's virksomheder, findes der ingen laboratedata.

## Hjælp til virksomhederne

Derfor forsøger den danske Miljøstyrelse at imødegå problemet med den manglende viden om kemiske stoffer. På styrelsens hjemmeside har der siden 2001 ligget en vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer, som ikke er blandt dem, som EU allerede har klassificeret. Her kan virksomhederne tjekke, om et stof vurderes som farligt.

## QSAR

QSAR (udtales 'kju-sar') er en forkortelse af Quantitative Structure Activity Relationships og er en metode, hvor man anvender matematiske computermodeller til at forudsige kemiske stoffers egenskaber.

Computermodellerne analyserer stoffernes molekylære struktur og genkender de strukturer, der kan have en skadelig effekt på mennesker eller miljø.

Nøjagtigheden af de anvendte modeller varierer ca. 70-85 procent. Det betyder, at der vil være nogle stoffer - ca. 20 procent

- hvor QSAR-modellerne overvurderer eller undervurderer stoffernes farlighed (falsk positive/falsk negative). Denne usikkerhed afspejler bl.a., at der kan være unøjagtigheder i de laboratoriedata, som modellerne bygger på. For at højne sikkerheden i QSAR-forudsigelserne i den vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer har forskerne valgt, at et kemisk, organisk stof først kommer på listen, hvis mere end én matematisk model peger på, at stoffet har farlige egenskaber.

I efteråret 2009 blev listen opdateret for første gang, og opdateringen betød en tilføjelse af omkring 10.000 nye stoffer, så den nu omfatter i alt 30.179 farlige, organiske stoffer. Viden om disse stoffers farlighed kommer fra Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering ved DTU Fødevareinstituttet, der har løst opgaven for Miljøstyrelsen.

”Vi har en fast aftale med DTU Fødevareinstituttet om at kunne trække på medarbejdere fra Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering til blandt andet arbejdet med den vejledende liste til selvklassificering. Vi har derfor et tæt samarbejde om at få listen udarbejdet, men vi har også glæde af dem, når vi har brug for eksperter i faglige diskussioner både i EU og OECD om kemikalier,” forklarer Flemming Ingerslev fra Miljøstyrelsens kemikalieenhed.

### Alternativ til dyreforsøg

På DTU Fødevareinstituttets Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering er det bl.a. specialkonsulenterne Jay Niemelä og Eva Bay Wedebye, der indgår i det tætte samarbejde med Miljøstyrelsen, som sammen med deres arbejdsgruppe på instituttet gennem flere år har arbejdet med at opdatere og for-

bedre den vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer. Opgaven med at klassificere de mange kemikalier er løst ved at anvende de såkaldte QSAR-metoder, hvor man benytter computermodeller til at beregne og forudsige stoffernes farlige egenskaber. Computermodellerne betyder, at det er muligt at vurdere flere stoffer på kortere tid, end hvis stofferne skulle testes i laboratorier og evt. på dyr.

Den grundlæggende antagelse i modellerne er, at kemiske stoffer, der har samme molekylære struktur, vil have samme egenskaber. Kender man de egenskaber, der knytter sig til en bestemt molekylær struktur, giver det mulighed for at forudsige et stofs egenskaber i de tilfælde, hvor man ikke har eksperimentelle forsøgsdata.

”Brug af QSAR-metoder kan reducere det antal af dyreforsøg, som ellers er nødvendigt i vurderingerne af kemiske stoffer. Samtidig kan det forhøje mængden af information for et givet stof samt spare tid og penge for virksomheder og myndigheder. Ved hjælp af computerberegninger kan vi forud- >>

Kemikalier indgår i mange virksomheders produkter. Det er i stigende grad virksomhedernes ansvar at oplyse om de kemiske stoffers virkning på mennesker og miljø.



- >> sige stoffernes farlige egenskaber, og resultaterne har vi langt hurtigere, end hvis man skulle teste f.eks. ved dyreforsøg,” forklarer Eva Bay Wedebye.

#### Modeller udviklet på DTU Fødevarer-instituttet

I den vejledende liste fra 2001 blev stoffernes egenskaber inden for fem områder vurderet: skader på arveanlæggene, kræftfremkaldende effekt, farlighed over for vandmiljøet, akut dødelig virkning ved indtagelse og hudallergi. Med den nye liste er yderligere to områder blevet vurderet: hudirritation og stoffernes skadelige effekter på reproduktion (skader på afkommet).

”Det er ikke nyt at klassificere et stof ud fra dets egenskaber for skader på afkommet. Men det er nyt for os at have den med på den vejledende liste, da det først er nu, vi har pålidelige matematiske modeller inden for dette område,” forklarer Jay Niemelä.

En væsentlig forskel på den nye og gamle liste er, at der til den nye liste

er anvendt nyere og bedre computermodeller. Forskerne i arbejdsgruppen har brugt et stort antal matematiske modeller i arbejdet med at vurdere de mange stoffer. Nogle af modellerne har de selv udviklet, mens andre er indkøbt eller taget fra videnskabelige artikler, som andre forskere har publiceret.

”Der er sket meget inden for QSAR-området siden 2001. Der er kommet flere, nyere og bedre computermodeller. Det betyder, at forudsigelserne af stoffernes egenskaber er blevet mere nøjagtige, ligesom vi nu kan forudsige stoffernes effekter på flere områder,” forklarer Eva Bay Wedebye.

#### Efterspørgsel fra både ind- og udland

Det forventes, at QSAR-metoder vil blive stadig mere benyttede fremover, da EU's kemikaliereform fra 2007, REACH, også lægger op til, at virksomhederne i højere grad bruger alternativer til dyreforsøg for at skaffe den nødvendige viden om kemiske stoffers egenskaber.

Danmark er indtil videre det eneste land, hvor en myndighed tilbyder en vejledende liste til selvklassificering af farlige stoffer. Det afspejler sig også i, hvem der downloader listen fra Miljøstyrelsens hjemmeside, hvor både danske og udenlandske virksomheder benytter sig af det unikke tilbud.

”Vi har ingen opgørelser over, hvor mange der bruger den vejledende liste. Men vi besvarer ofte henvendelser fra virksomheder om, hvordan man bruger listen. Vi har også oplevet, at listen bliver brugt, når virksomheder skal prioritere, hvilke stoffer de skal have undersøgt i laboratorier. Så det er klart vores indtryk, at listen bliver anvendt præcis, som den er tænkt, nemlig som et værktøj til virksomhedernes arbejde med selv at klassificere farlige stoffer,” siger Flemming Ingerslev, Miljøstyrelsen. <

#### ! YDERLIGERE OPLYSNINGER

**Eva Bay Wedebye, ebawe@food.dtu.dk**  
**Jay Niemelä, jarn@food.dtu.dk**



## REACH

REACH, der er en forkortelse af 'Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals', er en EU-forordning, som trådte i kraft den 1. juni 2007 og implementeres trinvis over 15 år.

REACH-forordningen er den overordnede lovgivning, der skal sikre, at brugen af kemiske stoffer bliver registreret og dokumenteret, så mennesker og miljø bliver beskyttet.

Med REACH får virksomhederne et større ansvar for at formidle oplysninger om kemiske stoffer og deres sundheds- og miljøfarlige egenskaber. De fleste af de 100.000 stoffer, der findes på EU's marked, er endnu ikke undersøgt for, om de påvirker vores sundhed og miljø.

## BERETNING

$$f(x+\Delta x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\Delta x)^i}{i!} f^{(i)}(x)$$

$$\int_a^b \epsilon \Theta + \Omega \int \delta e^{i\pi} = -1$$

$$\sqrt{17}$$

$$\{2.7182818284\}$$

$$\chi^2$$

$$\Sigma$$

$$\approx$$

2009

SKET I ÅRET 32-41

ÅRET I TAL 35-41

NYE PROFESSORER 42

NYE DOKTORER 42

FRATRÅDTE PROFESSORER 42

PH.D.-GRADER 43-46

## SKET I ÅRET



5. januar



29. januar

**1. januar**

DTU udnævner de to nye dekaner: Professor, cand.scient., dr.techn. Martin P. Bendsøe bliver dekan for kandidat- og ph.d.-uddannelserne samt internationalisering, og docent, ph.d. Martin E. Vigild bliver dekan for bacheloruddannelserne og studiemiljø.

**5. januar**

Ved årsskiftet tiltræder en ny bestyrelse for DTU. På sit første møde konstituerer bestyrelsen sig med direktør Sten Scheibye som formand. Sten Scheibye er tillige bestyrelsesformand i blandt andre Novo Nordisk.

**28. januar**

Den officielle åbning af Capital Region Denmark EU Office, creoDK, finder sted i Bruxelles. EU-kontoret er etableret i et strategisk samarbejde mellem DTU, Region Hovedstaden og Køben-

havns Universitet, og kontoret skal medvirke til at skaffe parterne maksimal indflydelse på den europæiske forskningspolitik og opbygge relationer, der letter samarbejdet med EU-systemet.

**29. januar**

Videnskabsministerens EliteForsk-pris uddeles af Hendes Kongelige Højhed Kronprinsesse Mary til forskningsprofessor Frank Møller Aarestrup fra DTU Fødevareinstituttet. Han får prisen for sin banebrydende forskning i antibiotikaresistens. Forskning, der har haft international betydning i kampen mod resistente bakterier. Samtidig modtager tre ph.d.-studerende, Jonas Bækby Bjarnø, Sara Laustsen og Kaspar Kirstein Nielsen, EliteForsk-rejsestipendier. Endvidere modtager fire unge DTU-forskere, Cathrine Frandsen, Kasper Planeta

Jensen, Morten Bache og Thomas Eiland Nielsen, Det Frie Forskningsråds Ung Eliteforskerpris.

**2. februar**

Det første hold studerende fra Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) bydes velkommen til DTU af rektor Lars Pallesen og den fungerende amerikanske ambassadør i Danmark, chargé d'affaires Terence McCulley. Det sker som et led i den udvekslingsaftale om studerende, som de to universiteter indgik i 2008.

**6. februar**

DTU Aqua lancerer i samarbejde med Københavns Universitet en ny toårig kandidatuddannelse med fokus på havmiljø, akvakultur og bæredygtigt fiskeri. De første studerende påbegynder uddannelsen i efteråret 2009.





**25. februar**



**9. marts**

#### 24. februar

Den anerkendte Leiden Ranking placerer DTU som nr. 1 i Norden, nr. 3 i Europa og nr. 10 globalt, når det drejer sig om at samarbejde med virksomheder. Rankinglisten omfatter verdens 350 største universiteter. På Leiden Rankings liste over verdens højst ratede universiteter, den såkaldte 'crown indicator', er DTU nr. 58. Kort før årsskiftet tildelte Leiden Ranking endvidere DTU en femteplads på listen over de 100 højst rangerende europæiske universiteter.

#### 25. februar

Verdens største forsøg med intelligente elbiler, EDISON-projektet, sættes i gang af klima- og energiminister Connie Hedegaard. Formålet med det treårige projekt er at udvikle de tekniske løsninger og den infrastruktur, der gør det muligt at udbrede elbiler i Dan-

mark i stor skala. I projektkonsortiet, der ledes af Dansk Energi, indgår IBM, Siemens, DONG Energy, EURISCO ApS og ØSTKRAFT i samarbejde med DTU Elektro, Risø DTU og DTU Transport.

#### 3. marts

Videnskabsminister Helge Sander besøger den europæiske rumhavn i Fransk Guyana i Sydamerika, hvor forberedelserne til opsendelsen af Planck-satellitten, som indeholder teknologi fra DTU Space, er i gang. Direktør for DTU Space Eigil Friis-Christensen ledsager videnskabsministeren på turen.

#### 9. marts

Professor Jens Kehlet Nørskov, DTU Fysik, modtager Gabor A. Somorjai Award for Creative Research in Catalysis. Prisen, der fortrinsvis gives til

personer bosiddende i USA, er en anerkendelse af Jens Kehlet Nørskovs pionerarbejde inden for computerbaseret heterogen katalyse, som har bidraget til udviklingen af nye katalysatorer blandt andet til ammoniakfremstilling og brændselsceller.

#### 16. marts

Østrigs videnskabsminister, dr. Johannes Hahn, besøger DTU sammen med en højtstående østrigsk delegation. Formålet med besøget er at få kendskab til DTU's erfaringer med fusionen med sektorforskningsinstitutionerne. Desuden er delegationen meget interesseret i at få indsigt i nogle af DTU's spin-out-aktiviteter, og besøget omfattede derfor også DTU's spin-out-virksomhed Stirling DK, der er verdens førende leverandør af stirlingmotorer, der kører på biomasse.

## SKET I ÅRET



16. marts

**16. marts**

Dr.scient. Ole Christensen, DTU Matematik, modtager Statoil Prisen på 100.000 kr. for sit banebrydende arbejde inden for waveletteorien, som blandt andet omfatter komprimering af store mængder data. Et område, der f.eks. kan bruges i forbindelse med billedkomprimering i digitalkameraer.

**15. april**

Professor Ole Hassager fra DTU Kemiteknik modtager den prestigefyldte Weissenberg Award, som uddeles hvert andet år for en enestående indsats inden for forskning i reologi, læren om materialers konsistens og flydeegenskaber. Overrækkelsen fandt sted ved en ceremoni i Cardiff i Wales.

**17. april**

Som de første i verden tilslutter Risø DTU et plastsolcelleanlæg til elnettet.

Det sker efter flere års forskning i plastsolceller som et billigt alternativ til de eksisterende siliciumbaserede solceller. Plastsolcellerne er fremstillet i samarbejde med Mekoprint A/S. Efterfølgende har Risø DTU i samarbejde med Gaia Solar A/S fremstillet store paneler, som solcellerne er monteret på.

**20. april**

Adjunkt Anne Ladegaard Skov, DTU Kemiteknik, modtager ATV | Elastyrenprisen 2009. Hun tildeles prisen for en særlig indsats inden for forskning i syntetiske elastomerer til medicinske anvendelser. Hendes forskning kan blandt andet medvirke til at udvikle hudvenlige plastre.

**24. april**

Videnskabsminister Helge Sander udpeger to DTU-medarbejdere til Høj-



24. april

teknologifondens bestyrelse, professor Anja Boisen fra DTU Nanotech og administrerende direktør Ulla Brockenhuus-Schack fra DTU Symbion Innovation.

**24. april**

Hans Kongelige Højhed Prinsgemalen er gæst ved DTU's traditionsrige årsfest, hvor DTU's akademiske æresgrader og hædersbevisninger uddeles. Professor Peter Roepstorff fra Syddansk Universitet udnævnes til æresdoktor, og DTU's tidligere bestyrelsesformand Mogens Bundgaard-Nielsen modtager universitetets guldmedalje. Alexander Foss' guldmedalje tildeles professor Preben Terndrup Pedersen fra DTU Mekanik. De studerende hædres årets undervisere, som begge kommer fra DTU Kemiteknik: Prisen som årets underviser på diplomingeniøruddannelsen går til docent Mi-



30. april

chael Michelsen, og årets underviser på civilingeniøruddannelsen bliver ingeniørdocent Jan Erik Johnsson. Docent Ejner Nicolaisen, DTU Fotonik, modtager DTU's Innovationspris som en anerkendelse af hans medvirken til at gøre DTU til det mest patent-aktive universitet i Danmark.

### 30. april

Center for Playware åbner på DTU under overværelse af blandt andre videnskabsminister Helge Sander. På det tværfaglige center, som er resultatet af et banebrydende samarbejde mellem DTU og Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, forskes der i robotteknologi, legekultur og kunstig intelligens.

### 4. maj

Et nyt forskningscenter, NATEC, åbner på DTU. Centret er etableret

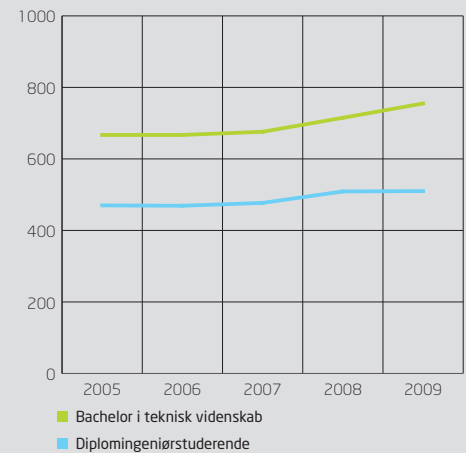
med hjælp fra Villum Kann Rasmussen Fonden, og samler forskere fra DTU Fotonik, DTU Mekanik, DTU Nanotech, DTU Cen og DTU Danchip. Centret ledes af professor Jesper Mørk og målet er at skabe et internationalt førende forskningsmiljø inden for nanofotonik.

### 9. maj

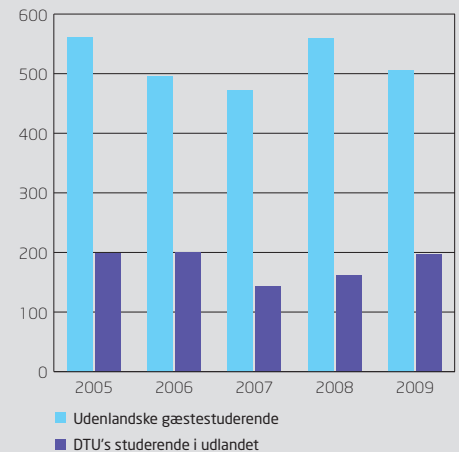
DTU-holdet FLSmith Roadrunners får hele to førstepladser ved det uofficielle verdensmesterskab i brændstoføkonomi, Shell Eco-marathon. Studerende fra hele verden dystet om at udvikle den bil, der kan køre længst muligt på mindst muligt brændstof. DTU-holdet stiller op med økobilerne Dynamo og Innovator i hver deres kategori og vinder begge, førstnævnte sætter oven i købet ny verdensrekord.

## ÅRET I TAL UDDANNELSE

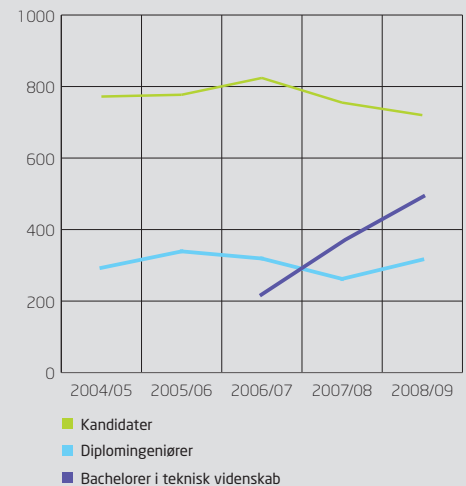
Studenteroptag



Internationalisering



Færdiggjaldede



## SKET I ÅRET



25. maj



21. august

**22. maj**

Ingeniører og studerende placerer DTU i top ti blandt landets ingeniørarbejdspladser. Det viser en imageanalyse, som er foretaget af Mediehuset Ingeniøren. Profilanalysen måler image hos 111 virksomheder, og mens de ingeniørstuderende giver DTU en fjerdeplads på ranglisten, placerer færdiguddannede ingeniører DTU på en tiendeplads.

**25. maj**

FN's generalsekretær, Ban Ki-moon, besøger Danmark. Udenrigsminister Per Stig Møller inviterer en lille gruppe virksomheds- og forskningsrepræsentanter, heriblandt Risø DTU's direktør, Henrik Bindselev, med på en sejlskud i Københavns Havn, hvor de blandt andet får fremvist vindmølleparken ved Middelgrunden.

**1. juni**

DTU og Transportministeriet indgår en aftale om, at DTU Transport skal udvikle et nationalt trafikmodelcenter for Danmark. Den samlede kontraktsum er på 48 millioner kroner og løber frem til 2014. Aftalen om at udvikle en landstrafikmodel ligger i forlængelse af det eksisterende samarbejde, hvor DTU Transport løser en række opgaver for Transportministeriet.

**16. juni**

Højteknologifonden bevilger 44 millioner kroner i støtte til fire lovende DTU-forskningsprojekter, som alle er anvendelses- og løsningsorienterede og derfor stemmer overens med fondens succeskriterier. Projekterne omfatter laserteknologi på molekyleplan fra DTU Fotonik, selvrensende aluminiumsoverflader fra DTU Systembiologi og DTU Mekanik, planteolier, der

kan erstatte ftalater, fra DTU Fødevarer-instituttet og energihøstere, der gør målesystemer selvforsynende med energi, fra DTU Nanotech.

**16. juni**

En ny forskerskole om bæredygtig energi etableres i et samarbejde mellem DTU, Technische Universität München (TUM) og Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). Forskerskolen viser, hvordan man ikke blot på det politiske, men også på det videnskabelige og uddannelsesmæssige område arbejder sammen om fælles klima- og energiløsninger inden for Europa.

**19. juli**

40 engagerede gymnasieelever bruger en uge af sommerferien på DTU, hvor de deltager i Nano Camp. Det er en sommerskole, hvor de unge lærer om teorierne bag nanovidenskaben, og om



hvordan man arbejder med teknologien i praksis.

#### 21. august

Flere end 1.300 ingeniører samles på DTU til gensynsdag for alumner, som afholdes for anden gang. Gæster fra i alt 16 forskellige lande deltager i arrangementet, der bl.a. omfatter foredrag om ingeniørfagets fremtidsperspektiver, og udveksler minder med deres gamle studiekammerater.

#### 27. august

Bogen 'Matematiske Horisonter' udkommer. Bogen er skrevet af forskere fra DTU Informatik og DTU Matematik som en inspirationsbog til matematikundervisningen, opgaver og projekter i gymnasiet. Der udsendes knap

8.000 eksemplarer til landets almene og tekniske gymnasier.



#### 28. august

DTU Fødevareinstituttet fejrer sit 50-års-jubilæum. Jubilæet markeres blandt andet med en fest i Oticonsalen på DTU's campus, hvor fødevareminister Eva Kjer Hansen er blandt dagens talere. Det samme er instituttets direktør, Henrik Casper Wegener (tv.), og direktør i Fødevarestyrelsen Esben Egede Rasmussen (th.).

#### 1. september

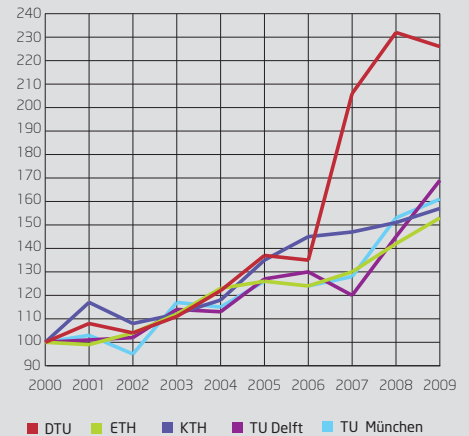
11 studerende påbegynder eliteuddannelsen i Industriel Matematik på DTU Informatik. Uddannelsen er en ud af blot 12 eliteuddannelser støttet af Videnskabsministeriet.

#### 4. september

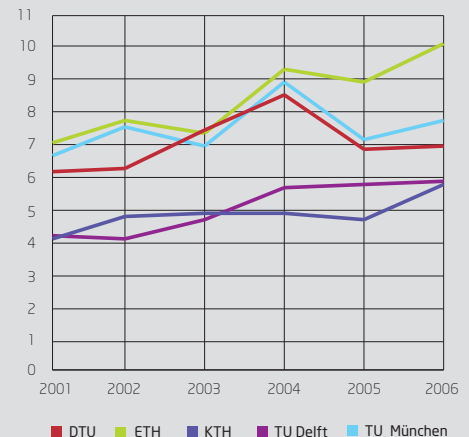
DTU modtager jubilæumsdonationen på 10 millioner kroner til gæsteprofessorboliger fra Otto Mønstedts Fond i anledning af fondens 75-års-jubilæum.

## ÅRET I TAL FORSKNING

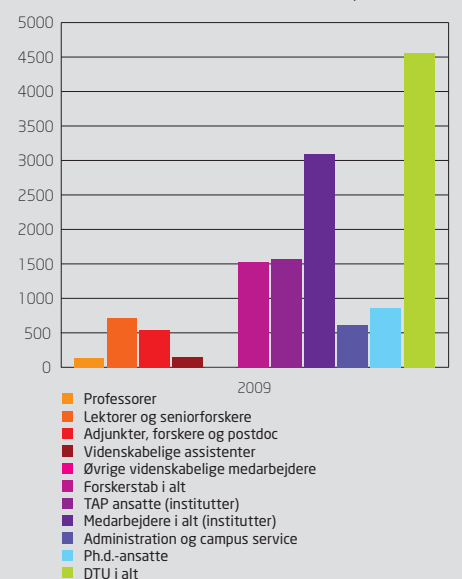
Indekseret antal videnskabelige publikationer fra fem tekniske universiteter, 2000-2009



Citation impact for fem tekniske universiteter, 2001-2006



DTU's personale 2009  
Antal årsværk inkl. ph.d.-ansatte



## SKET I ÅRET



29. september



1. oktober

**11. september**

Rektor Lars Pallesen indvier forskningsinitiativet Catalysis for Sustainable Energy (CASE). Takket være en af danmarkshistoriens største projektbevillinger, som er på 120 millioner kroner, vil eksperter fra otte DTU-institutter de næste fem år vie en stor del af deres forskning til at designe og udvikle nye katalysatorer, der kan bruges til at lagre vedvarende energi. Centret ledes af professor Jens Kehlet Nørskov.

**17. september**

DTU afholder en stor international klimakonference med indlæg fra ledende beslutningstagere fra erhvervslivet, myndigheder og universitetsverdenen dækkende Europa, Asien og Nord- og Sydamerika. Konferencen markerer afslutningen på en række klimaworkshopper afholdt af DTU,

hvor der har været sat fokus på at finde teknisk-videnskabeligt baserede løsninger på klimaudfordringerne. Workshoprækken og den afsluttende konferencens væsentligste pointer og input til politikerne op til det forestående klimatopmøde i København, COP15, bliver udgivet i bogform, og highlights fra konferencens talere samles på en dvd.

**18. og 19. september**

DTU danner rammen om den årlige konference for rektorer for tekniske universiteter i Europa. Blandt åbningstalerne er videnskabsminister Helge Sander. Klimaændringer og bæredygtighed er centrale emner på konferencen, hvor man drøfter, hvordan de tekniske universiteter kan bidrage til at løse disse udfordringer – både ved direkte at udvikle klimavenlige teknologier og ved at tilpasse

uddannelsen af fremtidens ingeniører, så de er klædt på til at arbejde tværfagligt og finde løsninger på problemer, der går på tværs af fagdiscipliner og landegrænser.

**29. september**

Grundfosprisen på en million kroner tildeles professor Søren Brunak, DTU Systembiologi. Prisen gives som en anerkendelse af Søren Brunaks banebrydende forskning inden for systembiologi og bioteknologi – forskning, der kan danne grundlaget for at bekæmpe alvorlige sygdomme som cancer, alzheimers og AIDS.

**1. oktober**

Antallet af ph.d.-studerende på DTU sætter rekord og er nu på i alt 1.048 studerende.



### 9. oktober

DTU udvikler en ny, patenteret beton-teknologi, der gør det muligt at erstatte traditionelle dyre og energikrævende beton- og stålkonstruktioner. De nye, superlette konstruktioner er udviklet af docent Kristian Hertz og vejer op mod 50 procent mindre end gængse stål- og betonkonstruktioner. Derved kan såvel byggeomkostninger som CO<sub>2</sub>-udledning reduceres betragteligt i forbindelse med produktion, transport og opførelse.

### 22. oktober

Landets hurtigste computer indvies på DTU Fysik. Supercomputeren, der er døbt Niflheim, kan levere den enorme computerkraft, der er brug for, når tusindvis af materialer skal undersøges i jagten på gode katalysatorer.

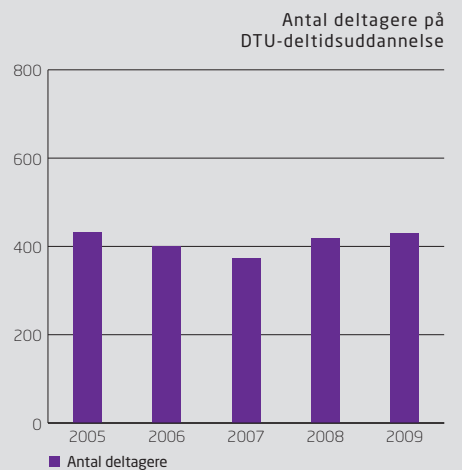
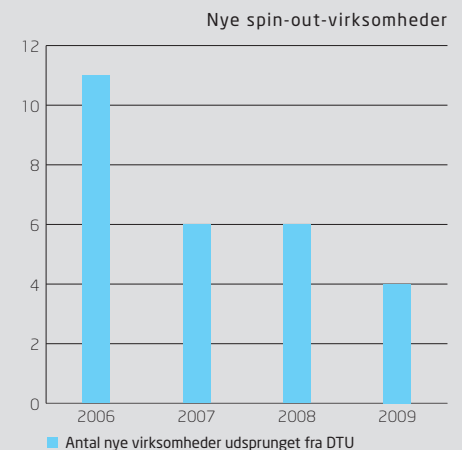
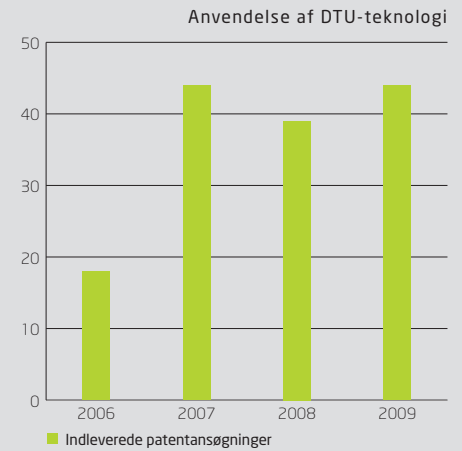
### 26. oktober

DTU indgår en samarbejdsaftale med Sydkoreas førende tekniske universitet, KAIST. Rektor Nam Pyo Suh og rektor Lars Pallesen underskriver i den forbindelse en aftale om at udveksle studerende. Det er planen, at aftalen skal udvides til også at omfatte konkrete forskningssamarbejder.

### 30. oktober

Fem særligt lovende unge forskere blandt DTU's ph.d.-kandidater modtager Direktør P. Gorm-Petersens Mindelegat, som gives til forskere, der har ydet en ekstraordinært god forskningsindsats. De fem er Kristoffer Hougaard Madsen (DTU Informatik), Mikael Rørdam Andersen (DTU Systembiologi), Fredrik Persson (DTU Nanotech), Jens Strabo Hummelshøj (DTU Fysik) og Steffen Foss Hansen (DTU Miljø).

## ÅRET I TAL INNOVATION



## SKET I ÅRET



5. november



14. december

**5. november**

Danmarks første bioteknologiske forskerpark, COBIS, åbner. Scion DTU og DTU Symbion Innovation står bag forskerparken, som også har DTU og Københavns Universitet i ryggen. Forskerparken skal sikre synergien mellem høj faglig viden og den kommercielle udnyttelse af bioteknologien.

**10. november**

Rektor Lars Pallesen taler på vegne af de europæiske universiteter ved en høring i Europa-Parlamentets udvalg for industri, forskning og energi om erfaringerne med EU's forskningsprogram. Han pointerer blandt andet, at EU kan få meget mere forskning for de samme penge med en smidigere og mere effektiv sagsbehandling, eksempelvis i form af e-administration og en fast ramme for, hvor længe kontraktforhandlinger må vare.

**30. november**

En ny forskningsplatform inden for elektologi påbegyndes. PowerLabDK hedder projektet, der skal bringe Danmark i front inden for intelligente el-systemer, som sikrer stabilitet i fremtidens elforsyning, der i høj grad kommer fra bæredygtige energikilder. Forskere fra DTU Elektro og Risø DTU deltager i konsortiet, som også omfatter Ingeniørhøjskolen i København og det bornholmske elselskab ØSTKRAFT.

**14. december**

DTU arrangerer klima-universitetsdag i forbindelse med klimatopmødet i København. Blandt oplægsholderne på DTU er tre af verdens førende klimaforskere, professor Steve Schneider fra Stanford University, professor Priyadarshi Shukla fra Indian Institute of Management og dr. Jiang Kejun (bil-

ledet) fra Energy Research Institute i Kina. Klimaforskerne kommer blandt andet med bud på, hvordan verdens lande kan opnå de nødvendige reduktioner af CO<sub>2</sub>-udslippet.

**14. december**

DTU får akkrediteret en ny kandidatuddannelse i farmateknologi. Uddannelsen har fokus på lægemiddeludvikling og -produktion og involverer medicinalindustrien. DTU Veterinærinstituttet, DTU Kemiteknik, DTU Systembiologi, DTU Nanotech, DTU Fødevareinstituttet og DTU Kemi står bag udviklingen af den nye uddannelse.

**15. december**

Bogen 'Beyond optical horizons' udgives. Den indeholder bidrag fra DTU Foto-







21. december

niks 15 forskningsgrupper, som – ud over at beskrive nutidens fotonik-forskning – også giver et bud på hvilke teknologiske landvindinger, der venter os om 25 år som følge af denne forskning.

#### 17. december

Det Strategiske Forskningsråd bevilger 22 millioner kroner til en strategisk forskningsalliance, som skal finde løsninger på, hvordan det moderne samfund kan omstille sig til et begrænset forbrug af fossile brændstoffer. Alliancen ledes af DTU Management og har deltagere fra DTU Klima Center på Risø DTU, Aalborg Universitet, Handelshøjskolen i Århus samt Technische Universität München (TUM) og Technische Universiteit

Eindhoven (TU/e). Alliancen indebærer desuden samarbejde med en række kommuner, virksomheder og organisationer.

#### 21. december

Forsknings- og Innovationsstyrelsen bevilger 17 millioner kroner til DTU Danchip til at anskaffe nyt udstyr i form af en elektronstrålelitografi-maskine – et instrument, der med ekstrem præcision kan tegne og skrive strukturer i overflader i molekylestørrelse. Instrumentet skal sikre, at DTU's udstyr inden for nanoteknologi og -produktion fortsat er i verdensklasse.

TEKST LOUISE SIMONSEN  
FOTOS THORKILD AMDI CHRISTENSEN, RISØ DTU, PER SAUR, DTU FØDE VAREINSTITUT TET, GRUNDFOS, MIKKEL STRANGE, LISBETH HOLTEN, JØRN LANGVAD A/S, JÖRG HÜBNER

## ÅRET I TAL REGNSKAB

### Resultatopgørelse\*

1. januar - 31. december 2009 DKK 1.000

Uddannelse	529.207
Forskning	1.653.217
Øvrige indtægter på finansloven	126.293
Eksterne midler til forskning	1.045.603
Kommerciel indtægtsdækket virksomhed	253.004
Andre indtægter	138.684
<b>Indtægter</b>	<b>3.746.008</b>

Uddannelse	448.165
Forskning	1.928.336
Formidling og vidensudveksling	123.051
Myndighedsbetjening	183.904
Generel ledelse, adm. og service	364.910
Bygningsdrift	658.640
<b>Ordinære driftsomkostninger</b>	<b>3.707.006</b>

Resultat af ordinær drift 39.002

Andre driftsposter (Andre kapitalandele) 400

Resultat før finansielle poster 39.402

Finansielle indtægter 48.097

Finansielle omkostninger 75.143

Årets resultat 12.356

### Balance

Pr. 31. december 2009

Aktiver i alt	5.741.307
Egenkapital	2.205.650
Passiver i alt	5.741.307

\* Udkast til årsrapport som forelagt DTU's bestyrelse den 22. april 2010

SE HELE ÅRSRAPPORTEN PÅ  
[WWW.DTU.DK](http://WWW.DTU.DK)

## NYE PROFESSORER

<b>Peter Glarborg &gt;</b>	Professor i Chemical and Biochemical Engineering – ”the DTU Clean Power chair” ved DTU Kemiteknik pr. 1.1.09
<b>Per Anker Jensen &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Facilities Management ved DTU Management i perioden 1.1.09 - 31.12.13
<b>David Pisinger &gt;</b>	Professor i Operations Research ved DTU Management pr. 1.2.09
<b>Per Høeg &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Navigation ved DTU Space i perioden 1.4.09-31.3.14
<b>Tine Rask Licht &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Food Microbiology and Intestinal Microbial Ecology ved DTU Fødevareinstituttet pr. 1.7.2009-30.6.2014
<b>Åse Uttenthal &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Exotic Virus Diseases ved DTU Veterinærinstituttet pr. 1.8.2009-31.7.2014
<b>Graham Belsham &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Exotic Virus Diseases ved DTU Veterinærinstituttet pr. 1.8.2009-31.7.2014
<b>Per Bruun Brockhoff &gt;</b>	Professor i Statistics ved DTU Informatik pr. 1.9.09
<b>Gregers Jungersen &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Veterinary Immunology and Vaccinology pr. 1.9.2009-31.8.2014
<b>Carsten Rode &gt;</b>	Professor i Building Physics ved DTU Byg pr. 1.11.09
<b>Søren Dahl &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Catalysis for Sustainable Energy ved DTU Fysik i perioden 1.11.09 – 31.10.14
<b>Idelfonso Tafur Monroy &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Photonic Communication ved DTU Fotonik i perioden 1.12.09 – 31.11.14
<b>Leif K. Oxenløwe &gt;</b>	Professor (med særlige opgaver) i Photonic Communication ved DTU Fotonik i perioden 1.12.09 – 31.11.14

## NYE DOKTORER

<b>Grethe Winther &gt;</b>	Forsvarede den 29.5. 2009 sin afhandling med titlen ”Slip systems, dislocation boundaries and lattice rotations in deformed metals”, Risø DTU
<b>Ida Lykke Fabricius &gt;</b>	Forsvarede den 15.6. 2009 sin afhandling ”Chalk: composition, diagenesis and physical properties”, DTU Miljø
<b>Jan Sickmann Hesthaven &gt;</b>	Forsvarede den 9.11. 2009 sin afhandling med titlen ”Nodal Discontinuous Element Methods: Formulations, Analysis, and Applications”, DTU Informatik

## FRATRÅDTE PROFESSORER

Preben Buchhave, DTU Fysik, 31. marts 2009 • Bjørn Rune Edvard Täljsten, DTU Byg, 30. april 2009 •  
 Sten Bay Jørgensen, DTU Kemiteknik, 30. juni 2009 • Jørn Justesen, DTU Fotonik, 30. juni 2009 •  
 Ernst Joachim Paul, DTU Mekanik, 30. juni 2009 • Vladislav Akhmatov, DTU Elektro, 31. juli 2009 •  
 Flemming Ove Olsen, DTU Mekanik, 31. juli 2009 • Steen Mørup, DTU Fysik, 31. december 2009 •  
 Hassan Aref, DTU Fysik, 31. december 2009 • Viktor Krozer, DTU Elektro, 31. december 2009

## PH.D.-GRADER

**DTU Aqua**

Vicky Gaedt Kastbjerg The effect of disinfectants on *Listeria monocytogenes* - phenotypic, physiological and genetic response

**DTU Byg**

Find Mølholt Jensen Ultimate Strength of a Large Wind Turbine Blade  
 Inge Rørig-Dalgaard Preservation of masonry with electrokinetic - with focus on desalination of murals  
 Peter Vagn Nygaard Non-destructive electrochemical monitoring of reinforcement corrosion  
 Rune Vinther Andersen Occupant Behaviour with Regard to Control of the Indoor Environment  
 Andre Küter Management of Reinforcement Corrosion. A Thermodynamic Approach  
 Jens Henrik Nielsen Tempered Glass – Bolted Connections and Related Problems  
 Anders Stuhr Jørgensen Construction of roads and airfields in the Arctic  
 Thomas Astrup Numerical modelling of deformations in wood. A FEM approach with focus on load and moisture related phenomena  
 Kasper Lynge Jensen Development of a model to calculate the economic implications of improving the indoor climate

**DTU Elektro**

Chenhui Jiang Microwave and Millimeter-Wave Integrated Circuit Systems in Packaging  
 Jens Bo Nielsen Assessment of speech intelligibility in background noise and reverberation  
 Eric Thompson Characterizing binaural processing of amplitude modulated sounds  
 Klaus Scheldrup Andersen Non-invasive ambient pressure estimation using non-linear ultrasound contrast agents  
 Dzenan Hadziabdic Microwave and Millimeter-Wave Signal Power Generation  
 Jelena Citakovic Haas-Christensen New Technology-Driven Approaches in the Design of Preamplifiers for Condenser Microphones  
 Henrik Andresen Synthetic Aperture Beamforming in Ultrasound using Moving Arrays  
 Ole Fink Hansen Maintenance Free and Sustainable High-Level Control in Cement and Mining Industry  
 Tobias Piechowiak Spectro-temporal analysis of complex sounds in the human auditory system  
 Olaf Strelcyk Peripheral Auditory Processing and Speech Reception in Impaired Hearing  
 Lars Friis Investigation of internal feedback in hearing aids

**DTU Fotonik**

Peter Morten Moselund Long-pulse Supercontinuum Light Sources  
 Xin Huang Distributed Video Coding for Resource Critical Applications  
 Toke Lund-Hansen Time-Resolved Spectroscopy of Quantum Dot Single-Photon Sources  
 Lara Scolari Liquid crystals in photonic crystal fibers: fabrication, characterization and devices  
 Huiying Li MPEG Decoded Video Analysis and Postprocessing  
 Søren Stobbe Enhancement of Light-Matter Interaction in Semiconductor Nanostructures  
 Uffe Møller Terahertz spectroscopy applied to food model systems  
 Liang Hu Mobile Peer-to-Peer Data Dissemination over Opportunistic Wireless Networks

**DTU Fysik**

Lasse Bjørchmar Thomsen MIS Hot Electron Devices for Enhancement of Surface Reactivity by Hot Electrons  
 Iben Sig Buur Bækgaard Computational Modeling of Molecular Junctions: Transport, Structure and Inelastic effects  
 Rasmus Munksgård Nielsen The Structure and Reactivity of Ruthenium Nanoparticles  
 Egill Skúlason Modeling Electro-catalytic Reactions using Density Functional Theory Calculations  
 Heine Anton Hansen Density Functional Theory Studies of Electrochemical Processes  
 Martin Andersen General approach to high power, coherent visible and ultraviolet light sources  
 Jens Strabo Hummelshøj Computational investigation and design of coordination compounds for hydrogen storage  
 Jeppe Gavnholt The Structure of Individual Nanoparticles and Hot Electron Assisted Chemistry at Surfaces  
 Morten Aarøe Symmetrybreaking in superconducting phase transitions

## PH.D.-GRADER

**DTU Fødevareinstituttet**

Johanne Rønnow Olsen

Matching food service products to consumer demands through product development alliances and modularisation

**DTU Informatik**

Mads Fogtmann Hansen

The Virtual Knife

Jan Frydendall

Data Assimilation in Marine Models

Anders Bjørholm Dahl

Computer Vision for Timber Harvesting

Christoffer R. Nielsen

A Verifiable Language for Cryptographic Protocols

Lisbeth Pedersen

Identification and Quantification of Uncertainties Related to Using Distributed X-band Radar Estimated Precipitation as input in Urban Drainage Models

Morten Proschowsky

Adaptive Text Entry for Mobile Devices

Søren Gylling Erbou

Modeling the Biological Diversity of Pig Carcasses

Mikkel Nørgaard Schmidt

Single-channel source separation using non-negative matrix factorization

Andrius Butkus

Enhancing Media Personalization by Extracting Similarity Knowledge from Metadata

Kristoffer Madsen

Modelling Strategies for Functional Magnetic Resonance Imaging

Sune Darkner

Shape and Deformation Analysis of the Human Ear Canal

Michael Sass Hansen

On parameterized deformations and unsupervised learning

Jørgen Bundgaard Wanscher

Agent Based Individual Traffic Guidance

Ye Zhang

Constraint Solver Techniques for Implementing Precise and Scalable Static Program Analysis

Andreas Brinch Nielsen

Structure Learning in Audio

Martin Vester-Christensen

Image Registration and Optimization in the Virtual Slaughterhouse

Lasse L. Mølgaard

Context based multimedia information retrieval

Søren Klim

Predictive tools for designing new insulins and treatment regimens

**DTU Kemi**

Hanne Nørgaard

Characterization of Ancient Ferredoxins &amp; Chlamydia trachomatis Ribonucleotide Reductase

Thomas Jensen

Ruthenium- and Palladium-Catalyzed Carbon-Carbon Bond Formation in Natural Product Synthesis

Anne Mette Frey

Design of heterogeneous catalysts

Lars Ulrik Rubæk Nordstrøm

Methods for Transition Metal Catalyzed C-N Bond Formation and Organocatalytic Allylation of Aldehydes

Kresten Egeblad

Chemical Design of Functional Nanomaterials

Søren Kegsnæs

Design of functional nanomaterials

Andreas Peter Vestbø

New nitrogen-containing materials for hydrogen storage and their characterization by high pressure microbalance

Rune Nygaard Monrad

Methods for Shortening and Extending the Carbon Chain in Carbohydrates

Esben Taarning

Development of Green and Sustainable Chemical Reactions

Johan Hygum Dam

Organometallic Reactions: Development, Mechanistic Studies and Synthetic Applications

Asbjørn Klerke

Hydrogen from Metal Ammines

Lars Nilausen Cleemann

High temperature PEM Fuel Cells as Catalytic System and for Energy Production

**DTU Kemiteknik**

Yanwei Wang

Modeling of dilute polymer solutions in confined space

Martin Nordvig Mortensen

Stabilization of polyethylene glycol in archaeological wood

Jens Lølle Laursen

Processability, Microstructure and Impact Properties of Injection Moulded Poly (Oxymethylene) – Experimental Investigations in an Industrial Context

Ayten Yilmaz Wagner

Particle Emissions from Domestic Gas Cookers

Anders Egede Daugaard

Functional Materials by Click Chemistry

Anis Arnous

Enzymatic Release of Phenolics from Fruit Skins - with Grape as the Main Model

Piotr Szczykowski

Nano-porous materials from diblock copolymers and its membrane application

<b>Peter Dybdal Hede</b>	Fluid bed coating and agglomeration: Scale-up and process optimisation
<b>Anne Kathrine Kattenhøj Overgaard</b>	Coupling of active components to synthetic polymers
<b>Jamal El Bashir Ali Rashed</b>	Model-based retrofit design and analysis of petrochemical processes
<b>Ricardo Morales Rodriguez</b>	Computer-Aided Multiscale Modelling for Chemical Product-Process Design
<b>Stefan Møller Olsen</b>	Controlled Release of Environmentally Friendly Antifouling Agents from Marine Coatings
<b>Ravendra Singh</b>	Model-based Computer-aided Framework for Design of Process Monitoring and Analysis Systems
<b>Kavitha Chelakara Satyanarayana</b>	Computer-aided polymer design using multiscale modeling
<b>Hugo Edson Gonzales</b>	Development of Group Contribution Plus Models for Properties of Organic Chemical Systems
<b>DTU Management</b>	
<b>Klaes Rohde Ladeby</b>	Applying Product Configuration Systems in Engineering Companies – Motivations and Barriers for Configuration Projects
<b>Louise Camilla Dreyer</b>	Inclusion of Social Aspects in Life Cycle Assessment of Products Development of a Methodology for Social Life Cycle Assessment
<b>Zoran Perunovic</b>	Utilisation of Information and Communication Technology across the Outsourcing Process – The Vendor’s Perspective –
<b>Julie Jespersen Groth</b>	Decision Support for the Rolling Stock Dispatcher
<b>Detlef Matzen</b>	A Systematic Approach to Service Oriented Product Development
<b>Anne Broen Christensen</b>	Ingeniøren som facilitator – en opgaveløsningsmodel
<b>Natalia Jurjevna Rezanova</b>	The Train Driver Recovery Problem – Solution Method and Decision Support System Framework
<b>DTU Matematik</b>	
<b>Anders Rønne Rasmussen</b>	Thermoviscous Model Equations in Nonlinear Acoustics Analytical and Numerical Studies of Shocks and Rarefaction Waves
<b>Søren Steffen Thomsen</b>	Cryptographic hash functions
<b>Jesper Sandvig Mariegaard</b>	Numerical Approximation of Boundary Control for the Wave Equation – with Application to an Inverse Problem
<b>Charlotte Vikkelsø Miolane</b>	Block Cipher Analysis
<b>DTU Mekanik</b>	
<b>Soizic Annick Gabrielle Joncquez</b>	Second-order Forces and Moments acting on Ships in Waves
<b>José M. Román Marín</b>	Numerical Simulation of Three-dimensional Viscoelastic Flow
<b>Maria Bayard Dühring</b>	Optimization of acoustic, optical and optoelastic devices
<b>Clara Velte</b>	Characterization of Vortex Generator Induced Flow
<b>Niels Trolborg</b>	Actuator Line Modeling of Wind Turbine Wakes
<b>René Bergmann</b>	High-temperature Lead-free Solder for MEMS-Packaging
<b>Christian Lundsgaard-Larsen</b>	Predicting and Improving Damage Tolerance of Composite Structures
<b>Anders Ivarsson</b>	Modeling of heat release and emissions from droplet combustion of multi component fuels in compression ignition engines
<b>Martin Dixen</b>	Interaction between seabed and scour protection
<b>DTU Miljø</b>	
<b>Susanne Lackner</b>	Towards Rational Design of Redox-Stratified Biofilms: A Novel Approach for Developing Robust Biotechnologies for Nutrient Removal from Wastewaters
<b>Steffen Foss Hansen</b>	Regulation and Risk Assessment of Nanomaterials – Too Little, Too Late?
<b>Alessio Boldrin</b>	Environmental Assessment of Garden Waste Management
<b>Anna Warberg Larsen</b>	Environmental assessment of waste collection seen in a system perspective
<b>Hanna Kristina Merrill</b>	Indicators for waste management: How representative is global warming as an indicator for environmental performance of waste management?
<b>Simone Manfredi</b>	Environmental Assessment of Solid Waste Landfilling in a Life Cycle Perspective (LCA model EASEWASTE)
<b>Erik Ulfson Lindblom</b>	Dynamic Modelling of Micropollutants in the Integrated Urban Wastewater System
<b>Søren Jessen</b>	Groundwater arsenic in the Red River delta, Vietnam: Regional distribution, release, mobility and mitigation options
<b>Martin Denberg</b>	Release of Organic Compounds from Polymer Pipes used in Drinking Water Distribution

## PH.D.-GRADER

**DTU Nanotech**

Torben Bygvraa Rasmussen	Electromechanical Actuators for Hearing Aids
Fredrik Persson	Nanofluidics for Single Molecule Biophysics
Jan Harry Hales	High Frequency Resonators for Liquid Based Bio/Chemical Diagnostics and Monitoring Applications
Cleo Chang Chia-Wen	Towards A Mass-Sensing Microcantilever-Based Sensor for Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus
Haukur Gudnason	DNA Detection Methods for a Lab-On-a-Chip system for Rapid Screening and Early Detection of Colon Cancer
Rikke Lyngaa Skou	BILF1 Mediated Transformation Correlates with Constitutive signaling
Joachim Alexander Fürst	Electronic Properties and Transport in Carbon based Systems
Misha Marie Gregersen	Electrokinetics and Catalysis in Microfluidic Systems Theory, Topology Optimization and Experiments
Troels Markussen	Modeling of Transport in Silicon Nanowires
Mads Brøknær Christiansen	Nanostructured Polymer Dye Lasers

**DTU Systembiologi**

Ida Marie Lindhardt Drejer Storm	Post-harvest Fungal Spoilage of Maize Silage Species, Growth Conditions and Mycotoxin Detection
Marie Sørensen	Filamentous fungi on meat products, their ability to produce mycotoxins and a proteome approach to study mycotoxin production
Sameer Ahmed Shamsuddin Mapari	Chemotaxonomic Exploration of Fungal Biodiversity for Polyketide Natural Food Colorants ... Discovery & Evaluation of cell factories and Characterization of Pigments
Maya Petrona Pidocke	The effect of high gravity on the brewer's yeast metabolism – physiological studies and “-omics” analyses
Jakob Blæsbjerg Nielsen	Understanding DNA repair in Aspergillus nidulans – paving the way for efficient gene targeting
Kim Ekelund Ottow	Scalable manipulation of proteins using magnetic adsorbents
Kjeld Raunkjær Kjeldsen	Optimization of an industrial L-lysine producing Corynebacterium glutamicum strain
Tine Glendorf	Analysis of insulin binding by systematic amino acid scanning mutagenesis. Importance of insulin B chain residues for receptor isoform binding
Jens Laurids Sørensen	Preharvest fungi and their mycotoxins in maize
Ilka Hoof	Prediction and analysis of MHC class I binding specificities beyond humans
Kai Wang	Systems biology analysis of pre-mRNA splicing and alternative splicing, and its role in cancers
Tine Rugh Poulsen	Structural and functional boundaries of human polyclonal antibody responses against tetanus toxoid
Nicolas Philippe J. Rapin	Bioinformatics and Simulation of the Immune System
Sune Pletscher-Frankild	Degenerate Peptide Specificity of MHC Molecules and T cell Receptors in Immunodominance and Tolerance
Mette Erichsen Hansen	Use of Bacillus subtilis for biosynthesis of nisin
Long Zhang	Enzymatic Production of Ceramide
Niclas Tue Hansen	Integrative Analyses of Complex Phenotypes
Søren Helmark	Expression of F1-ATPase subunits in Saccharomyces cerevisiae and effects on cell physiology
Ana Paula Oliveira	Towards enhancing metabolic engineering through systems biology
Astrid Mørkeberg Krogh	Stability of heterologous protein production by Saccharomyces cerevisiae in continuous cultures
Helene Fastrup	Exploring the Role of Ubiquitylation in the Mammalian DNA Damage Response
Sheila Tuyet Tang	Genome – and HLA-Wide Scanning and Validation of Cytotoxic CD8+ T Cell Responses in Bacterial and Viral Pathogens

**DTU Transport**

Hanne Løhmann Petersen	Decision Support for Planning of Multimodal Transportation with Multiple Objectives
------------------------	---

**Risø DTU**

Shuo Yao	Metabolic Engineering of Ethanol Production in Thermoanaerobacter mathranii BGI
Liang Yang	Pseudomonas aeruginosa quorum-sensing – A factor in biofilm development, and an antipathogenic drug target

# DET SKER PÅ DTU



TID OG STED	AKTIVITET	ARRANGØR	INFO
3. maj Kl. 10-14.30 Bygning 347 DTU Campus i Lyngby	<b>Workshop</b> Cleanroom Safety Training	DTU Danchip	Yvonne Gyrsting yg@danchip.dtu.dk  www.danchip.dtu.dk
7. maj Bygning 101 DTU Campus i Lyngby	<b>DTU's årsfest 2010</b>	DTU i samarbejde med Polyteknisk Forening	Niels Grolin ng@adm.dtu.dk
17. maj Kl. 9-18 IDA Mødecenter Ingeniørhuset København	<b>Konference</b> Fra Tanke til Handling - om de kommende års jernbaneinvesteringer.	DTU Transport i samarbejde med BaneBranchen og JETRA	Bente Lützen bla@transport.dtu.dk  www.transport.dtu.dk
17.-18. maj Kl. 8.30 DTU Campus i Lyngby	<b>Workshop</b> Co-catalysts in photochemical fuel production	CASE	Anne Hansen anne.hansen@fysik.dtu.dk  www.case.dtu.dk
19.-21. maj IDA Mødecenter Ingeniørhuset København	<b>Konference</b> The first International Vitamin Conference	DTU Fødevarerinstitutionen i samarbejde med Øresund Food Network	Jette Jakobsen jeja@food.dtu.dk  www.food.dtu.dk
27. maj Kl. 14 Bygning 303N Auditorium 42 DTU Campus i Lyngby	<b>H.C. Ørsted Lecture</b> Stanley N. Cohen, Stanford University	DTU	Oersted@dtu.dk  www.dtu.dk
7.-11. juni Kl. 9-17 Risø DTU Roskilde	<b>Ph.D. Summer School</b> Remote Sensing in Wind Energy.	Risø DTU	Charlotte Hasager cbha@risoe.dtu.dk  www.space.dtu.dk
14.-16. juni Bygning 303 DTU Campus i Lyngby	<b>Konference</b> 32nd Mycotoxin Workshop 2010	DTU Systembiologi	Birgitte Andersen ba@bio.dtu.dk  www.bio.dtu.dk
16.-17. juni Kl. 9-17 Oticonsalen DTU Campus i Lyngby	<b>Konference</b> Dansk Kemiingeniørkonference 2010	DTU Kemiteknik	Eva Mikkelsen dk2@kt.dtu.dk  www.kt.dtu.dk/dk2-2010
26.-28. juli Risø DTU Roskilde	<b>Workshop</b> The 13th International Workshop on Targetry and Target Chemistry.	Risø DTU	Mikael Jensen kmje@risoe.dtu.dk www.risoe.dtu.dk/ Conferences/WTTC13.aspx
22.-26. august Comwell Roskilde	<b>Research School</b> HyFC Academy School on Fuel Cells and Hydrogen	Risø DTU	Lene Thorsted lent@risoe.dtu.dk

# DTU'S LEDELSE OG ORGANISATION

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

## DIREKTION



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

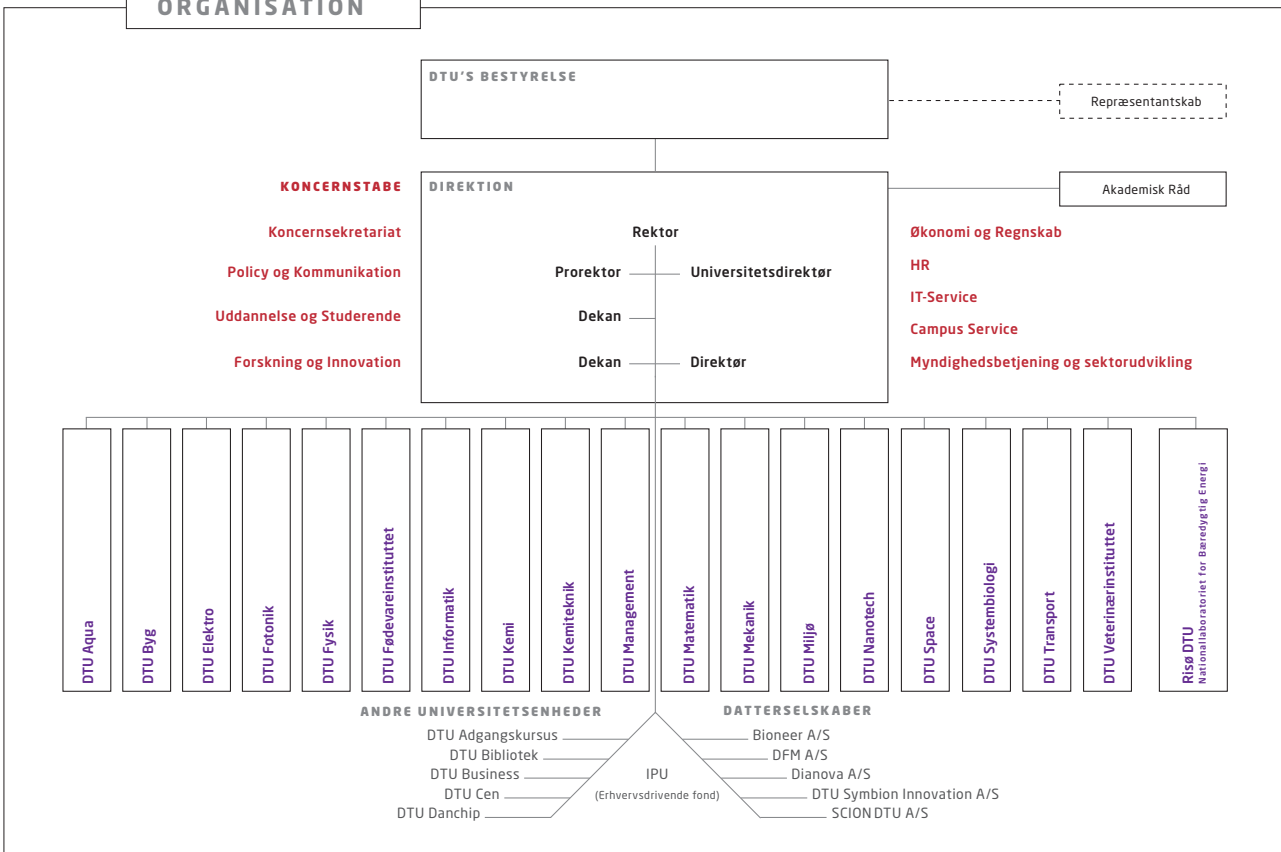


**BESTYRELSE**



Forreste række fra venstre: Greta Jakobsen, Ulla Röttger, Sten Scheibye (formand), Peter Szabo, Birgit W. Nørgaard.  
Bagerste række fra venstre: Erik Bisgaard Madsen, Klavs F. Jensen, Anette Frøhling, Rasmus Schmidt Olsen, Daniel Kunisch Eriksen.

**ORGANISATION**



**DTU Aqua** · Institut for Akvatiske Ressourcer

Bæredygtig udnyttelse af havets og de ferske vandes levende ressourcer · Populations- og økosystemdynamik · Monitoring · Bestandsvurdering og -prognoser · Fiskeriteknologi og miljøskånsomme redskaber · Metoder og systemer til bæredygtig akvakulturproduktion · Forvaltning af rekreativt fiskeri · Forskningsbaseret rådgivning til Fødevareministeriet og andre offentlige myndigheder

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

**DTU Fysik** · Institut for Fysik

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

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

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

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

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

**DTU Fødevareinstituttet** · Fødevareinstituttet

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

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

**DTU Elektro** · Institut for Elektroteknologi

Antenner og feltteori · Mikrobølge-teknologi · Fysisk elektronik · Effektelektronik · Automation · Robotteknik · Industriel it · Styling og regulering · Elteknologi · Elektrisk energiforsyning · Medikoteknik · Ultralydbilledannelse · Akustisk miljø · Audiologi og elektroakustik · Playware

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

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

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

**HELLE ROOTZÉN**, institutdirektør  
hero@imm.dtu.dk · Tlf. 45 25 33 70

**DTU Fotonik** · Institut for Fotonik

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

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

**DTU Kemi** · Institut for Kemi

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

**ERLING STENBY**, institutdirektør  
ehs@kt.dtu.dk · Tlf. 45 25 28 75



**DTU Kemiteknik** · Institut for Kemiteknik

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**DTU Matematik** · Institut for Matematik

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

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

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

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

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

**DTU Mekanik** · Institut for Mekanisk Teknologi

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

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

**DTU Systembiologi** · Institut for Systembiologi

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

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



**DTU Transport** · Institut for Transport

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



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

**DTU Bibliotek** · Danmarks Tekniske Informationscenter

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



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

**DTU Veterinærinstituttet** · Veterinærinstituttet

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



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

**DTU Business** · DTU Executive School of Business

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



**SØREN SALOMO**, direktør  
soren@business.dtu.dk · Tlf. 45 25 61 10

**Risø DTU** · Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi

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



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

**DTU Cen** · Center for Elektronnanoskopi

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



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

**DTU Adgangskursus** · Adgangs- og Suppleringskurser

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



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

**DTU Danchip** · Nationalt Center for Mikro- og Nanofabrikation

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



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



FOTO THORKILD ANDI CHRISTENSEN

Jørgen Rambølls store passion er biler. Han har blandt andet været den stolte ejer af en Ford T og er et af de få mennesker, der rent faktisk er i stand til køre en sådan. Her er det dog Danmarks Teknisk Museum i Helsingør, der lægger Ford T til.

## FRA REGNESTOK TIL COMPUTER

Jørgen Rambøll begyndte sit ingeniørstudium den dag, Anden Verdenskrig brød ud, og dimitterede få måneder før Danmarks befrielse. Et besøg på DTU sidste år fik den 88-årige ingeniør til at reflektere over de gode forhold, nutidens studerende har.

LOTTE KRULL >

Selv om man er 88 år, kan man da godt tage sin bil og køre de 33 km fra Helsingør til Kongens Lyngby for at deltage i Gensynsdag 2009 på DTU. Det var netop, hvad Jørgen Rambøll gjorde den 21. august sidste år.

Som uddannet maskiningeniør fulgte Jørgen Rambøll gensynsdagens arrangementer i M-kvadranten, og på sin vej rundt på DTU Campus gik han sidst på denne sensommereftermiddag hen ad Kollegiebakken. Her kunne Jørgen Rambøll iagttage det sociale liv udfolde sig ved kollegierne, og hvordan de næsten 70 år yngre ingeniørstuderende slæbende på ølkasser be-

redte sig på den forestående weekend.

”Den tanke strejfede mig: Tænk, om man kunne begynde forfra i dag,” siger den pensionerede ingeniør og smiler ved tanken om et studieliv med SU, kollegieværelse og tid og penge til et socialt liv med sine medstuderende.

For forholdene for de studerende under Anden Verdenskrig var ganske anderledes. Både som følge af krigen og som følge af tiden: Kollegieværelserne var forbeholdt dem med de højeste karakterer. Hvis man ikke kunne bo hjemme under studiet, var man nødsaget til at bruge en væsentlig sum på at indlogere sig på et pensionat. Og uden

adgang til Statens Uddannelsesstøtte var de studerende derfor afhængige af deres forældres økonomi for at gennemføre en videregående uddannelse.

”Mine forældre boede i Kolding, men København var det eneste sted, jeg kunne læse til ingeniør, så jeg kunne jo ikke bo hjemme i studietiden. Jeg fik i 1939 tilsendt 125 kroner hver måned af mine forældre. De 100 kroner gik til kost og logi, og de resterende 25 kroner skulle dække alle øvrige udgifter. Men der var nu ingen af os, der havde penge til at feste,” erindrer Jørgen Rambøll, der også husker, at en kølig pilsner desuden hørte til en af de >>

- >> sjældne fornøjelser i slutningen af krigen, fordi man kun kunne få serveret en øl, hvis man samtidig havde bestilt et måltid mad.

### Afskåret fra udlandet

Jørgen Rambøll begyndte sine ingeniørstudier netop den dag, Anden Verdenskrig brød ud. Da de unge studerende den 1. september 1939 blev budt velkommen på DTU, der dengang hed DTH, Danmarks Tekniske Højskole, med en tale af rektor P.O. Pedersen, invaderede de tyske tropper Polen. De følgende fem og et halvt år blev præget af krigens begivenheder, som medvirkede til at dæmpe den sorgløshed, der normalt kendetegner unge. Der var knaphed på alt, og de unge ingeniørstuderende havde svært ved at forbedre deres økonomiske situation, da studierne krævede deres fulde tid.

”På et tidspunkt havde jeg et meget interessant studenterjob på Politikens redaktion, men efter fire måneder måtte jeg stoppe, da jeg ikke kunne nå at passe mit kursusarbejde på DTH,” fortæller Rambøll, der i øvrigt er fætter til Børge Rambøll, som var medstifter af ingeniørvirksomheden Rambøll.

Efterhånden som krigen skred frem, blev Jørgen Rambøll og hans jævnaldrende ingeniørstuderende stadig mere påvirket af den. En af deres lærere blev skudt af tyskerne, og samme skæbne overgik en af deres venner på et af byens kollegier, som senere blev ryddet af tyskerne, der skulle bruge lokalerne.

De studerende blev afskåret fra kontakt til udlandet, og studierejserne til Tyskland eller Frankrig blev reduceret til rejser til Jylland. Da togdriften i det jyske til sidst blev indstillet på grund af de ødelagte jernbaner, kunne Jørgen Rambølls årgang kun rejse på virksomhedsbesøg til Køge og Lolland-Falster.

### Stigende nervøsitet

Da den tyske besættelsesmagt i Norge i november 1943 omringede universitetet i Oslo og deporterede samtlige mandlige studerende til fangelejre i Tyskland, steg nervøsiteten blandt de danske studerende.

”Vi turde ikke længere møde op til undervisningen på vore studier og kom derfor kun til nogle få kurser samt eksaminationerne,” fortæller Rambøll, der måtte besøge sin professor privat for at diskutere eksamensprojektet.

Da uddannelsen var gennemført i januar 1945, blev det slet ikke fejret – hverken officielt eller privat.

”Selvfølgelig må man være taknemmelig over at kunne studere under krigen i stedet for at kæmpe. Men på den

anden side var der meget, vi gik glip af. Set i det lys mener jeg, at de studerende i dag har exceptionelt gode forhold,” siger Jørgen Rambøll.

### Alumnenetværket et godt initiativ

Som nyuddannet ingeniør beskæftigede Jørgen Rambøll sig kortvarigt med tekstilindustrien, men snart fandt han tilbage til sin helt store passion, som han havde haft fra barnsben af: biler. Først arbejdede han som serviceingeniør og servicechef hos bilimportøren DOMI i den københavnske forstad Glostrup. I 1951 skiftede Rambøll til virksomheden MAGNETO, der senere tog navneskifte til Robert Bosch Danmark. Her arbejdede han frem til 1999, hvor han i en alder af 78 år endelig gik på pension. Efter et langt arbejdsliv, som startede med regnestokken som det vigtigste redskab, og sluttede med computeren som den bærende regnekraft.

Gennem alle årene havde Jørgen Rambøll jævnligt sin gang på DTU i Lyngby, da en af hans gode venner var ansat på universitetet. Derfor lå det ham ikke fjernt at deltage i hverken den første gensynsdag i 2004 eller den anden i 2009, hvor tusinder af alumner mødtes i Lyngby. Selv om det også var lidt forstemmende at være den eneste fra årgang 1945, fortæller Jørgen Rambøll. Han glæder sig over DTU's arbejde med at knytte sine alumner tættere til universitetet gennem arrangementer som gensynsdage og jubilæer.

”Det er et godt initiativ. Førhen var der ikke nogen, der bekymrede sig om os. Jeg tror, at især dem, der stadig er på arbejdsmarkedet, kan have rigtig stor glæde af netværket,” siger Jørgen Rambøll, som håber, at han kan nå at opleve flere gensynsdage – også selv om gensynet bliver med yngre årgange. <

### BLÅ BOG

Jørgen Rambøll

Født 1921 i Kolding  
1939 Matematisk student  
1945 Civilingeniør fra DTH  
1945-46 Deltager i DTH's uddannelsesplan for tekstilingeniører  
1946-1951 Serviceingeniør og senere servicechef hos DOMI (bilimportør)  
1951-1999 Salgs-serviceingeniør og senere teknisk chef hos MAGNETO (senere Robert Bosch Danmark) frem til 1983 (firmabestemt afsked som prokurist). Derefter konsulent for direktionen med omfattende opgaver omkring nye produkter, udvikling af mobiltelefoner, telefonsystemer m.m.

Har i sit otium skrevet en del tekniske artikler om jernbaner, biler m.m.

## JUBILÆUMSTRÆF 2010

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

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

## DIMITTENDRECEPTIONER 2010

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

- 23. september:** Diplomingeniører og levnedsmiddelingenører.  
**14. oktober:** Civilingeniører og engelske masters.

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

## ANDRE ARRANGEMENTER FOR ALUMNER

Kom tæt på innovation og forretningsudvikling, og hør om, hvordan DTU Business er med til at skabe ny forretning og værdi for virksomheder.

**Tid: Fredag den 4. juni 2010**

**Sted: DTU Business, Produktionstorvet, Bygning 421, 2800 Kgs. Lyngby**

Læs mere om arrangementet på [www.business.dtu.dk](http://www.business.dtu.dk). Tilmelding og yderligere oplysninger på tlf. 45 25 61 11 eller på e-mail: [main@business.dtu.dk](mailto:main@business.dtu.dk)

## LIFELONG E-MAIL

### - PROFILER DIG SOM INGENIØR FRA DTU

Som en ny gratis service tilbyder DTU nu sine alumner en lifelong e-mail.

En lifelong e-mail er en videre-sendelsesfunktion og kan benyttes til at sende og modtage mails via egen e-mail-udbyder. Det er således en e-mail-adresse, som ikke ændres, selv om man skifter e-mail-udbyder.

Lifelong e-mail er et tilbud til alumner, som i bestemte relationer gerne vil profilere sig som dimitteret fra DTU. Det kan være i forhold til potentielle arbejdsgivere og samarbejdspartnere og i forhold til at finde og/eller holde kontakten til studiekammerater.

For at oprette en lifelong e-mail skal man være medlem af DTU's alumnenetværk.

Er man allerede medlem, kan man via [www.alumni.dtu.dk](http://www.alumni.dtu.dk) oprette sin lifelong e-mail.

Eksempler på lifelong e-mail:  
[anders.andersen@alumni.dtu.dk](mailto:anders.andersen@alumni.dtu.dk)  
[anneandersen.K69@alumni.dtu.dk](mailto:anneandersen.K69@alumni.dtu.dk)



## SÆRTILBUD TIL MEDLEMMER AF DTU ALUMNI

'Naturens tankelæser'  
 Pragtværk om H.C. Ørsteds liv og virke  
 Medlemspris: 368 kr.  
 (Normalpris: 498 kr.)  
 Bestil bogen ved at logge ind på [www.alumni.dtu.dk](http://www.alumni.dtu.dk)

